

การใช้ระบบกล้องเพื่อติดตามกระแสน้ำย้อนกลับบริเวณหาดกะตะน้อย จังหวัดภูเก็ต

Usage of Camera System to Monitor the Rip Current Characteristics

along Kata Noi Beach, Phuket Province

สุริยะ คำนวนดาว, สุชาย วรชนะนันท์ และ จิตราภรณ์ พักโสภา*

Suriya Kumnuandao, Suchai Worachananant and Jitraporn Phaksopa*

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประเทศไทย

Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

Received : 11 April 2025, Received in revised form : 3 June 2025, Accepted : 4 June 2025

Available online : 23 June 2025

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์และที่มา: กระแสน้ำย้อนกลับ (Rip Current) เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่พบได้บ่อยบริเวณชายฝั่งทะเลในบางพื้นที่ ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายร้ายแรงต่อผู้ใช้ประโยชน์ชายฝั่ง โดยเฉพาะนักท่องเที่ยวที่อาจจมน้ำหรือได้รับบาดเจ็บ ทั้งในประเทศไทยและหลายประเทศทั่วโลก Rip current เป็นกระแสน้ำที่มีความเร็วค่อนข้างสูง ไหลออกสู่ทะเลผ่านช่องแคบหรือร่องน้ำบริเวณสันทรายใต้น้ำ และมักพบบริเวณใกล้โครงสร้างทางวิศวกรรม เช่น สะพานเทียบเรือหรือเขื่อนกันคลื่น กระแสน้ำประเภทนี้สามารถเกิดขึ้นต่อเนื่องได้เป็นเวลาหลายชั่วโมงหรือหลายวัน ทั้งนี้ ความแรงของกระแสน้ำจะแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมและปัจจัยควบคุมต่าง ๆ ด้วยความอันตรายของปรากฏการณ์นี้ การศึกษาวิจัย การพยากรณ์ และการวางแผนรับมือจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง อย่างไรก็ตาม ในบริบทของประเทศไทยยังมีความวิจัยเกี่ยวกับ Rip current ค่อนข้างจำกัด มาตรการที่มีอยู่ในปัจจุบัน เช่น การเฝ้าระวังโดยเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยชายฝั่ง และการติดตั้งป้ายเตือนภัย จัดเป็นมาตรการเชิงรับมากกว่าการป้องกันเชิงรุก พื้นที่ชายฝั่งที่มีความเสี่ยงสูง ได้แก่ จังหวัดภูเก็ต ซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางทะเลสำคัญของประเทศไทย มีนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและต่างชาติกว่าล้านคนต่อปี ชายหาดฝั่งตะวันตกของภูเก็ต เช่น หาดกมลา หาดป่าตอง หาดกะรน และหาดกะตะ ล้วนเป็นพื้นที่ที่มีรายงานการเกิด Rip current อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะหาดกะตะน้อย ซึ่งตั้งอยู่ทางชายฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ของภูเก็ต มีนักท่องเที่ยวหนาแน่นและเคยมีรายงานเหตุการณ์ผู้ประสบภัยหลายครั้ง โดยในปี พ.ศ. 2565 มีรายงานผู้เสียชีวิตจาก Rip current ในพื้นที่ดังกล่าว จากปัจจัยทั้งหมดนี้ การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การสำรวจและวิเคราะห์คุณลักษณะของ Rip current ที่หาดกะตะน้อย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกลักษณะเชิงพื้นที่และเชิงเวลา รวมถึงปัจจัยควบคุมการเกิดกระแสน้ำย้อนกลับ ผ่านการเก็บข้อมูลภาคสนามควบคู่กับการใช้เทคโนโลยีการสำรวจและการวิเคราะห์ภาพถ่าย ผลการศึกษานี้จะช่วยเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับพลวัตของ Rip current ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาระบบเฝ้าระวังและเตือนภัยให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น อันจะนำไปสู่การลดความเสี่ยง และเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ใช้ประโยชน์ชายฝั่งในประเทศไทย

วิธีดำเนินการวิจัย: การศึกษานี้ดำเนินการเก็บข้อมูลภาคสนามบริเวณหาดกะตะน้อย จังหวัดภูเก็ต ระหว่างปี พ.ศ. 2565 – 2566 โดยแบ่งการเก็บข้อมูลตามฤดูลมมรสุม ได้แก่ ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (กันยายน 2565) และฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (มกราคม 2566) โดยดำเนินการสำรวจลักษณะชายฝั่งโดยใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม

ความละเอียดสูง (RTK GNSS) รุ่น Titan7 และเก็บตัวอย่างดินตะกอนเพื่อตรวจสอบลักษณะเนื้อดินโดยวิธีการร่อนในน้ำ (Wet Sieve Method) เพื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐาน ข้อมูลที่ได้นำมาประกอบกับข้อมูลจากการใช้โดรน DJI Mavic 3 Enterprise บินสำรวจบริเวณแนวคลื่นเพื่อสร้างแผนที่ภาพถ่ายมุมฉาก (Orthophoto) และแบบจำลองระดับความสูงดิจิทัล (Digital Elevation Model - DEM) โดยประมวลผลด้วยโปรแกรม QGIS และ WebODM เสริมด้วยการติดตั้งกล้องวงจรปิด ณ พิกัด 7.805357°N, 98.299179°E เพื่อบันทึกภาพวิดีโอแบบต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2565 ถึงกุมภาพันธ์ 2566 และวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม DaVinci Resolve เพื่อปรับภาพและตรวจจับการเกิดของ Rip Current

ผลการวิจัย: ชายหาดกะตะน้อยมีลักษณะเป็นหาดทรายตรงยาว ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสัณฐานชายฝั่งอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าองค์ประกอบดินบริเวณระดับน้ำขึ้นสูงสุดและระดับน้ำลงต่ำสุดมีลักษณะต่างกันอย่างชัดเจน โดยตะกอนดินที่ละเอียดกว่าพบในบริเวณแนวน้ำลงต่ำสุด ความลาดของชายหาดอยู่ระหว่าง 1.29 – 18.72 องศาในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และ 0.72-7.61 องศาในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จากแบบจำลองภูมิประเทศได้นำพร่องน้ำที่อยู่ระหว่างสันทรายขนานกับชายฝั่ง มีความกว้างประมาณ 40 เมตร ซึ่งเป็นบริเวณที่พบการเกิด Rip Current ชัดเจนในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยมีลักษณะของกระแสน้ำย้อนกลับแบบ Channel Rip หรือ Fixed Rip เนื่องจากตำแหน่งการเกิดมีความคงที่ ขนาดและความชัดเจนของ Rip current พบมากในช่วงน้ำกำลังลง ซึ่งสอดคล้องกับกลไกของการแตกตัวของคลื่นที่มากขึ้นในช่วงระดับน้ำลดต่ำลง

สรุปผลการวิจัย: ผลการศึกษานี้สามารถอธิบายคุณลักษณะและกลไกการเกิด Rip Current ในบริเวณหาดกะตะน้อยได้อย่างชัดเจนโดยใช้วิธีการบูรณาการระหว่างการเก็บข้อมูลภาคสนาม การวิเคราะห์เชิงภูมิสารสนเทศ ภาพถ่ายทางอากาศจากอากาศยานไร้คนขับ และการติดตามต่อเนื่องด้วยกล้องวงจรปิด โดยพบ Rip current ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เท่านั้น ส่วนปัจจัยที่ส่งผลต่อ Rip current ประกอบด้วย คุณลักษณะของคลื่นทะเลซึ่งถูกควบคุมโดยลม ลักษณะสัณฐานชายฝั่ง และความสูงของระดับน้ำจากอิทธิพลน้ำขึ้นน้ำลง อย่างไรก็ตามข้อมูลทางสมุทรศาสตร์ (ระดับน้ำ คลื่นทะเล และกระแสน้ำ) มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ควรนำมาใช้ในในการวิเคราะห์ข้อมูลให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น แต่ทั้งนี้การเก็บข้อมูลทางด้านสมุทรศาสตร์มีข้อจำกัดในช่วงมรสุมด้วยเหตุผลทางด้านความปลอดภัยและข้อจำกัดของวิธีการเก็บข้อมูล ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาเทคนิคอื่นเข้ามาาร่วมด้วย งานวิจัยนี้ยังชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของระบบเฝ้าระวังเชิงรุกและระบบเตือนภัยแบบเรียลไทม์โดยการใช้อากาศยานไร้คนขับและกล้องวงจรปิดซึ่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและราคาไม่สูงมากนักโดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ชายฝั่งอื่นได้ ข้อมูลจากการศึกษารังนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการสนับสนุนการวางแผนด้านความปลอดภัยชายฝั่ง การจัดการความเสี่ยงทางทะเล และการท่องเที่ยวชายฝั่งอย่างยั่งยืนในระยะยาวของประเทศไทย

คำสำคัญ: กระแสน้ำย้อนกลับ ; กล้องวงจรปิด ; อากาศยานไร้คนขับ ; RTK GNSS Network

Abstract

Background and Objectives: Rip currents are a significant oceanographic hazard occurring along coastlines worldwide, posing serious risks to swimmers and beachgoers. These narrow, fast-moving, seaward-directed flows can lead to numerous drowning incidents and require frequent rescue operations. Typically, rip currents

form at discontinuities in nearshore bathymetry, such as breaks in sandbars, and are often observed adjacent to hard coastal structures like jetties, groynes, and piers. Their occurrence can be temporally persistent, lasting from several hours to multiple days, and their velocities often exceed 0.5 m/s, occasionally reaching dangerous levels for even experienced swimmers. Given their hazardous nature, rip currents have become a subject of increasing scientific attention, particularly regarding their prediction, detection, and public awareness. However, despite their global prevalence, research into rip currents in Thailand remains limited. Existing mitigation strategies in the region predominantly focus on reactive measures, such as warning signage and lifeguard interventions, with little emphasis on proactive, science-based prevention and localized risk assessment. Phuket, located along Thailand's Andaman Sea coastline, is among the country's most popular tourist destinations, drawing millions of domestic and international visitors annually. The island's western-facing beaches—including Kamala, Patong, Karon, Kata, and Kata Noi—are particularly vulnerable to rip currents due to their exposure to southwest monsoon swell, seasonal longshore sediment transport, and dynamic nearshore morphologies. Kata Noi Beach, situated on the southwestern coast of Phuket Province, has been identified as a high-risk area for rip current-related incidents. The beach experiences seasonal wave energy influxes, and its nearshore bathymetry is conducive to the formation of persistent and hazardous rip currents. Notably, multiple incidents, including a fatal drowning in 2021, underscore the need for targeted research and improved coastal safety management in this location. This study aims to characterize the formation, location, and dynamics of rip currents at Kata Noi Beach. The primary objectives are (1) to identify and spatially delineate rip current hotspots and (2) to determine the key hydrodynamic and geomorphologic factors influencing their development. To achieve these goals, a combination of in-situ field observations, UAV-based aerial surveys, and high-resolution bathymetric mapping was employed. The results of this study provide critical insights into the behavior and variability of rip currents at Kata Noi Beach. These findings are intended to inform the development of localized early warning systems and contribute to enhanced coastal risk management practices in Thailand. By integrating scientific observation with practical safety applications, this research supports efforts to reduce drowning incidents and improve public safety along Thai beaches.

Methodology: Fieldwork was conducted at Kata Noi Beach from 2022 to 2023 during the southwest monsoon (September 2022) and the northeast monsoon (January 2023). The research approach consisted of two sections. The first part, which involved coastal morphology and sediment analysis, was conducted through topographic surveys and sediment analyses. Topographic surveys were conducted using a Titan7 RTK GNSS system, and sediment samples were analyzed using the wet-sieve method to classify grain sizes and sediment types across tidal zones. The second part, Rip current monitoring, was implemented in conjunction with aerial surveys and fixed CCTV footage. DJI Mavic 3 Enterprise drone was used to capture aerial imagery and generate orthophotos and Digital Elevation Models (DEMs) via QGIS and WebODM. A fixed CCTV camera was installed

at 7.805357°N, 98.299179°E to record continuous 24-hour video from September 2022 to February 2023. Video footages were processed using DaVinci Resolve to enhance imagery and identify rip current movement.

Main Results: Kata Noi Beach features a relatively straight, sandy shoreline shaped by seasonal monsoons: the southwest monsoon (June–September) and the northeast monsoon (November–February). Findings indicate that wave energy driven by these monsoons significantly influences coastal morphology. Finer sediments accumulate near the low-tide line, whereas coarser materials are more prevalent in the high-tide and intertidal zones. The beach slope varies with the seasons, ranging from 1.29° to 18.72° during the southwest monsoon, and from 0.72° to 7.61° during the northeast monsoon. Parallel subaqueous sandbars were identified offshore, separated by intermittent channels roughly 40 meters wide. Rip currents were consistently observed within these channels during the southwest monsoon only, repeatedly forming in the same or adjacent areas, indicating the presence of channelized or fixed rip currents. These currents were most visible during ebb tides, when lower water levels enhanced wave breaking, increasing the likelihood of rip current development. The results underscore the role of tidal cycles in influencing rip current behavior.

Conclusion: This study effectively identified and characterized the spatial and temporal behavior of rip currents at Kata Noi Beach through an integrated approach that combined field surveys, GIS data analysis, and continuous visual monitoring. The findings confirm that fixed rip currents occur during the southwest monsoon. The contribution factors to Rip current dynamics are composed of ocean wave characteristics, which are controlled by wind, beach morphology, and water elevation due to tidal variations. However, oceanographic data (water levels, currents, and ocean waves) are still necessary to provide complete information. Indeed, collecting oceanographic data during adverse weather conditions (monsoon) is challenging due to safety concerns and limitations of observational methods. Therefore, a new technique is required. The research highlights the importance of proactive coastal monitoring and real-time early warning systems development. The use of drones and CCTV monitoring proved to be effective and cost-efficient tools that can be applied in other high-risk coastal areas. These insights support coastal safety strategies, emergency preparedness, and sustainable beach tourism in Thailand while promoting the continued use of technology for real-time hazard surveillance.

Keywords: rip currents ; CCTV ; drone ; RTK GNSS Network

*Corresponding author E-mail : jitraporn.p@ku.th

Introduction

กระแสน้ำย้อนกลับ (Rip current) หรือ กระแสน้ำรูปเห็ด หรือสายน้ำย้อนกลับ เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของน้ำออกจากชายฝั่งด้วยความรวดเร็ว โดยมีลักษณะทางกายภาพที่สามารถสังเกตเห็นได้จากรูปร่างของ

กระแสน้ำที่ไหลออกจากฝั่ง ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นจากการบีบอัดของกระแสน้ำเมื่อถูกขัดขวางโดยสิ่งกีดขวาง เช่น ร่องแนวสันทรายใต้ทะเล โขดหิน หรือโครงสร้างแข็งตามชายฝั่ง กระแสน้ำย้อนกลับมักพบในบริเวณชายฝั่งในเขตคลื่น ยกตัว (surf zone) โดยความเร็วของการไหลมีความสัมพันธ์โดยตรงกับรูปแบบการไหลของกระแสน้ำ โดย Rip current มีความสำคัญต่อการกระบวนเคลื่อนย้ายและกระบวนผสมผสานบริเวณชายฝั่ง (transport and cross-shore mixing) เช่น ความร้อน สารมลพิษ ธาตุอาหาร หรือสิ่งมีชีวิตทางทะเล เป็นต้น หรือการเคลื่อนที่ของตะกอนชายฝั่ง (Castellie *et al.*, 2016) โดย Rip current สามารถสังเกตได้จากลักษณะการเคลื่อนที่บนผิวน้ำ เช่น การขาดช่วงของคลื่นที่เคลื่อนที่เข้าหาชายฝั่ง การหมุนวนภายในกระแสน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงของสีของน้ำทะเลเพราะตะกอนที่ถูกพัดออกจากชายฝั่ง ซึ่ง Rip current มีหลายประเภทโดยแต่ละประเภทจะถูกควบคุมโดยกลไกธรรมชาติที่แตกต่างกัน บางครั้งสามารถเกิดขึ้นต่อเนื่องได้เป็นระยะเวลานานและความเร็วในการเคลื่อนที่ก็แตกต่างกันออกไปด้วย (Castelle *et al.*, 2016; Kim & Kim, 2024)

Rip current เป็นลักษณะทางธรรมชาติส่งผลถึงความปลอดภัยของนักท่องเที่ยวบริเวณชายฝั่ง มีรายงานผู้ประสบภัยเนื่องจาก Rip current จำนวนมาก โดยหนึ่งในปัจจัยสำคัญเกิดเนื่องจากการขาดความเข้าใจและขาดทักษะในการปฏิบัติตนเมื่อเผชิญกับสถานการณ์ดังกล่าว (Diez-Fernández *et al.*, 2023) ดังนั้น นักวิจัยในหลายประเทศจึงให้ความสำคัญในการศึกษากระแสน้ำย้อนกลับด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การเก็บข้อมูลภาคสนามเพื่อวิเคราะห์ลักษณะของ Rip current (Hu *et al.*, 2022; Jooyong & Sungnam, 2022; Kim & Kim, 2021) การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อติดตามหรือทำนายพฤติกรรมของ Rip current (Hong *et al.*, 2021) การประยุกต์ใช้เครือข่ายประสาทเทียม (Neural Networks) เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการตรวจจับ Rip current (de Silva *et al.*, 2021) การพัฒนาระบบตรวจวัด rip current แบบอัตโนมัติ (Eom *et al.*, 2014; Rashid *et al.*, 2023) และการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ภาพถ่ายและวิดีโอในการตรวจจับ Rip current (Mori *et al.*, 2022; Surisetty *et al.*, 2023; Ventura *et al.*, 2022) เป็นต้น ในแต่ละปีทั่วโลกมีรายงานการเสียชีวิตมากกว่าร้อยคนทั้งจากบริเวณชายฝั่งสหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และประเทศต่าง ๆ ในทวีปยุโรป (Arozarena Llopis *et al.*, 2015; Brewster *et al.*, 2019; Brighton *et al.*, 2013; Mucerino *et al.*, 2021) รวมถึงประเทศในทวีปเอเชีย เช่น จีน (Tang *et al.*, 2024; Zhang *et al.*, 2021) เกาหลีใต้ (Bang *et al.*, 2024; Chang *et al.*, 2021) และมาเลเซีย (Hamsan & Ramli, 2021) เป็นต้น

ในประเทศไทยมีรายงานการพบ Rip current ในหลายพื้นที่ (DMCR, 2022) โดยบริเวณที่มีการกล่าวถึงมากที่สุด ได้แก่ ชายหาดแม่รำพึง จังหวัดระยอง และชายหาดฝั่งตะวันตกของจังหวัดภูเก็ต ซึ่งเป็นพื้นที่ท่องเที่ยวที่สำคัญ และการใช้ประโยชน์ทางทะเลในพื้นที่ดังกล่าวก็มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการพยากรณ์การเกิด Rip current การวางแผนป้องกัน และการเตรียมความพร้อมในการช่วยเหลือจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง นอกจากจะช่วยสร้างความมั่นใจให้แก่นักท่องเที่ยวและผู้ใช้ประโยชน์ทางทะเลแล้ว ยังสามารถช่วยลดการใช้ทรัพยากร ค่าใช้จ่าย และกำลังคน รวมถึงลดความเสี่ยงต่อชีวิตของผู้ประสบภัยในอนาคตได้อีกด้วย

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ Rip current ในพื้นที่ชายหาดของประเทศไทยยังมีอยู่น้อยมาก จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องดำเนินการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาระบบการเตือนภัยในอนาคต งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณลักษณะของกระแสน้ำย้อนกลับบริเวณหาดกะตะน้อย ซึ่งตั้งอยู่ทางด้านตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดภูเก็ต อันเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่ได้รับความนิยมสูงทั้งจากนักท่องเที่ยวชาวไทยและชาวต่างชาติ และพื้นที่ดังกล่าวมี

รายงานผู้ประสบภัยและผู้เสียชีวิตจาก Rip current โดยล่าสุดในปี พ.ศ. 2565 มีรายงานนักท่องเที่ยวชาวไทยเสียชีวิตจากการจมน้ำที่หาดกะตะน้อย ดังนั้นจึงจัดได้ว่าบริเวณนี้มีความเสี่ยงสูงในการเกิดอุบัติเหตุทางน้ำ การศึกษาในครั้งนี้จึงวางแผนการดำเนินการโดยใช้วิธีการเก็บข้อมูลจากภาคสนามและเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ มาวิเคราะห์เพื่อระบุปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิด Rip current ในพื้นที่ดังกล่าว ผลจากการศึกษานี้จะช่วยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถพัฒนาแนวทางการเฝ้าระวังและการเตือนภัยที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น รวมถึงเป็นพื้นฐานในการบริหารจัดการความปลอดภัยทางน้ำในอนาคต เพื่อลดความเสี่ยงและอุบัติเหตุจาก Rip current ในพื้นที่ชายหาดของประเทศไทยได้

Methodology

พื้นที่ศึกษาอยู่ในบริเวณหาดกะตะน้อย ตั้งอยู่บริเวณชายฝั่งด้านตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดภูเก็ต โดยทำการเก็บข้อมูล 2 ช่วงฤดูกาลในปี พ.ศ. 2565 - 2566 คือ ฤดูแล้ง (เดือนกันยายน 2565) และฤดูฝน (เดือนมกราคม 2566) ประกอบด้วยการเก็บข้อมูลลักษณะพื้นฐานชายฝั่งด้วยระบบ RTK GNSS Network (UTM WGS 84 zone 47N) และติดตามคุณลักษณะและการเปลี่ยนแปลงของ Rip current โดยใช้อากาศยานไร้คนขับถ่ายภาพชายฝั่งและภาพจากกล้องวิดีโอ จากนั้นประมวลผลภาพนิ่งและภาพถ่ายวิดีโอ (Figure 1)

1. การเก็บข้อมูลภาคสนาม

การศึกษารณีสถิติฐานชายฝั่งทะเล

งานวิจัยนี้ทำการเก็บข้อมูลดินตะกอน (grain size) ใน 3 บริเวณ (น้ำขึ้นสูงสุด แนวน้ำขึ้นน้ำลง และน้ำลงต่ำสุด) และการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งโดยอาศัยเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ร่วมกับการสำรวจจริงวัดโดยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (Real Time Kinematics - RTK) ด้วยการหาค่าพิกัดโดยระบบดาวเทียม (GNSS) ชนิดสองความถี่รุ่น TITAN TR7

การติดตาม Rip current

- การบินถ่ายภาพตามแผนการบินด้วยอากาศยานไร้คนขับ (Drone)

การสำรวจทางอากาศด้วยอากาศยานไร้คนขับ และการจัดทำแผนที่ทางอากาศถูกดำเนินการตลอดแนวชายฝั่งของพื้นที่ศึกษาเพื่อให้ได้ภาพถ่ายที่มีความคมชัดสูง (Ventura *et al.*, 2022) การศึกษารันนี้ใช้อากาศยานไร้คนขับ DJI รุ่น Mavic 3 Enterprise ถูกกำหนดความสูงการบินที่ 100 เมตรจากพื้นดิน และถ่ายภาพในทั้งช่วงน้ำขึ้นและน้ำลงบริเวณชายหาด โดยการถ่ายภาพในช่วงน้ำลงเพราะจะช่วยให้เห็นถึงสถิติฐานชายฝั่งและลักษณะกระแสน้ำบริเวณชายหาด องค์ประกอบของภาพในแต่ละเฟรมได้รับการออกแบบให้ครอบคลุมพื้นที่ชายหาดและพื้นผิวน้ำทะเลในสัดส่วนที่เท่ากัน โดยการบินจะใช้โหมด Mapping Survey เพื่อกำหนดแนวทางการบินและถ่ายภาพตามจุดสำรวจ RTK ที่ได้ตั้งไว้ สำหรับการใช้ในการสร้างภาพแสดงพื้นที่โดยรวม



Figure 1 Study site A) Map of the Kata Noi Beach located around southwest of Phuket Province

B) Seaward view and shoreward view of Kata Noi Beach

- การบันทึกภาพวิดีโอที่บันทึกโดยใช้กล้องวงจรปิด (Closed-Circuit Television – CCTV)

การศึกษาคูณลักษณะของ Rip current โดยใช้ภาพวิดีโอที่บันทึกจากกล้องวงจรปิดบริเวณชายหาดกะตะน้อย ดำเนินการโดยการตั้งกล้องหันไปทางทะเล (พิกัด 7.805357°N , $98.299179^{\circ}\text{E}$) และบันทึกภาพตลอด 24 ชั่วโมง ตั้งแต่ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงใต้จนถึงช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ระหว่างกันยายน 2565 - กุมภาพันธ์ 2566) ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกภาพนี้จะนำมาวิเคราะห์ความถี่ในการเกิดและคาดการณ์ช่วงเวลาการเกิด Rip current ในอนาคตได้

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 การศึกษาธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเล

ข้อมูลธรณีสัณฐานชายฝั่งวิเคราะห์โดยการนำข้อมูลดินตะกอน (grain size) และข้อมูลพิกัดที่ได้จากการบันทึกภาคสนาม มาประมวลผลด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System – GIS) เพื่อสร้างภาพจำลองสภาพชายฝั่งในรูปแบบสามมิติและข้อมูลตัดขวางของชายฝั่ง

2.2 การติดตามคุณลักษณะของกระแสน้ำย้อนกลับ

- การสำรวจทางอากาศด้วยอากาศยานไร้คนขับและการจัดทำแผนที่ทางอากาศ

ภาพชายหาดและการเปลี่ยนแปลงของคลื่นบริเวณชายหาดกะตะน้อยที่ถูกสำรวจโดยอากาศยานไร้คนขับ ประกอบกับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS รุ่น Titan7 ถูกนำมาวิเคราะห์และประมวลผลในลักษณะภาพสามมิติด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ QGIS และ โปรแกรมประมวลผลภาพจากอากาศยานไร้คนขับ Opendronemap (WebDOM) เพื่อนำภาพที่ประมวลผลแล้วมาจัดทำเป็นแผนที่ภาพมุมสูงของพื้นที่ศึกษา (Figure 2)

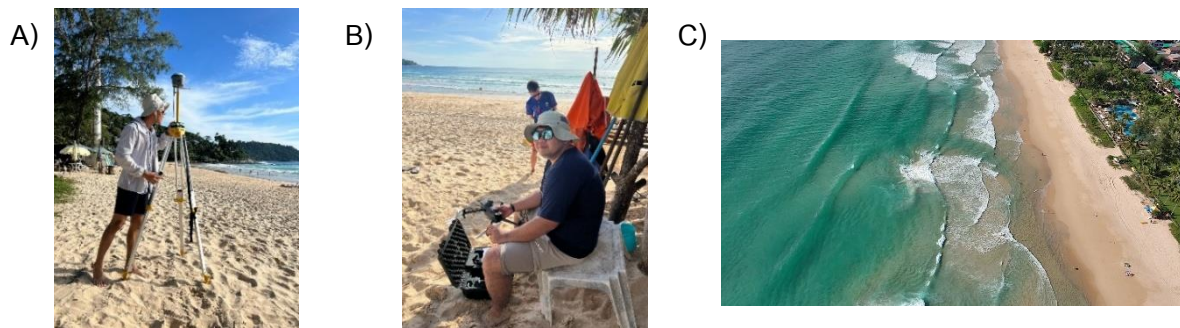


Figure 2 Equipment set-up A) RTK B) Drone C) Example of aerial observation in the present study

- การติดตามศึกษาด้วยภาพวิดีโอที่บันทึกจากกล้องวงจรปิดบริเวณชายฝั่ง

ภาพวิดีโอที่บันทึกโดยกล้องวงจรปิดจะถูกนำไปวิเคราะห์ตามขั้นตอนที่แสดงใน Figure 3A โดยการแบ่งภาพข้อมูลที่ได้จากกล้องวงจรปิดออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดที่ไม่มีการปรับแต่งสีและชุดที่มีการปรับแต่งสีของภาพ จากนั้นจะกำหนดเงื่อนไขในการจำแนก Rip current และนำภาพทั้งสองชุดมาทำการจำแนกกระแสน้ำโดยใช้การวิเคราะห์ด้วยสายตา เพื่อจำแนกคุณลักษณะต่าง ๆ ของกระแสน้ำ เช่น รูปร่างและขนาด รวมถึงการวิเคราะห์ความถี่ในการเกิด Rip current โดยนับจำนวนครั้งและระบุช่วงเวลาที่ยอดน้ำย้อนกลับเกิดขึ้น

ขั้นตอนในการปรับแต่งสีของวิดีโอเริ่มต้นด้วยการนำภาพวิดีโอที่ได้เข้าสู่โปรแกรม DaVinci Resolve (โปรแกรมตัดต่อวิดีโอและปรับแต่งสี) โดยการปรับแต่งสีของวิดีโอตามที่แสดงใน Figure 3B มีขั้นตอน ดังนี้

1. สร้างโนดสำหรับการแบ่งกลุ่มสีในโปรแกรม DaVinci Resolve โดยการสร้างโนด (Node) สำหรับแบ่งกลุ่มสีในวิดีโอ โดยจำแนกกลุ่มสีที่เป็นส่วนผิวน้ำเข้าสู่โนดที่ 1 และส่วนที่เหลือเข้าสู่โนดที่ 2

2. การปรับแต่งโทนสีในแต่ละโนดตามที่ได้กำหนดไว้ใน Table 1 ซึ่งอาจมีการปรับสีให้แตกต่างออกไปเพื่อให้ภาพมีความสว่างหรือความคมชัดมากขึ้นตามความต้องการ

3. หลังจากการปรับแต่งเสร็จสิ้นรวมข้อมูลภาพเคลื่อนไหว เสียง เอฟเฟกต์ และการแก้ไขต่าง ๆ ซึ่งทำให้ภาพมีชัดเจนขึ้น และแปลงเป็นไฟล์ MP4 เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

ขั้นตอนเหล่านี้จะช่วยให้การจำแนก Rip current ในวิดีโอมีความชัดเจนและแม่นยำมากขึ้น โดยการปรับแต่งสีจะช่วยเน้นส่วนที่เป็นน้ำและทำให้เห็นลักษณะของ Rip current ได้ดีขึ้น

Results

1. ข้อมูลทางสมุทรศาสตร์และอุตุนิยมวิทยาพื้นที่ศึกษา

บริเวณชายฝั่งทะเลของพื้นที่กลุ่มจังหวัดภาคใต้ฝั่งอันดามัน มีลักษณะเป็นแบบน้ำคุ้ (น้ำขึ้นลงวันละ 2 ครั้ง) โดยมีสถานีตรวจวัดของกรมอุทกศาสตร์กองทัพเรือที่เกาะตะเภาน้อย จังหวัดภูเก็ต พิสัยน้ำขึ้นน้ำลง (tidal range) เท่ากับ

3.22 เมตร ข้อมูลลมตรวจวัดจากสถานีตรวจวัดอากาศโดยกรมอุตุนิยมวิทยา สถานี 68 Phuket Airport Weather Observing Station ในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2565 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 พบว่าพื้นที่จังหวัดภูเก็ตได้รับอิทธิพล

จากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้อย่างชัดเจนตั้งแต่เดือนมิถุนายนจนถึงเดือนกันยายน จากนั้นตั้งแต่เดือนตุลาคม เป็นต้นไปลมก็เริ่มเปลี่ยนทิศเข้าสู่ช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ความเร็วลมและช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือความเร็วลมส่วนใหญ่ใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 4.0 - 7.8 knot (7.41 - 14.45 กม./ชม.) (Figure 4)

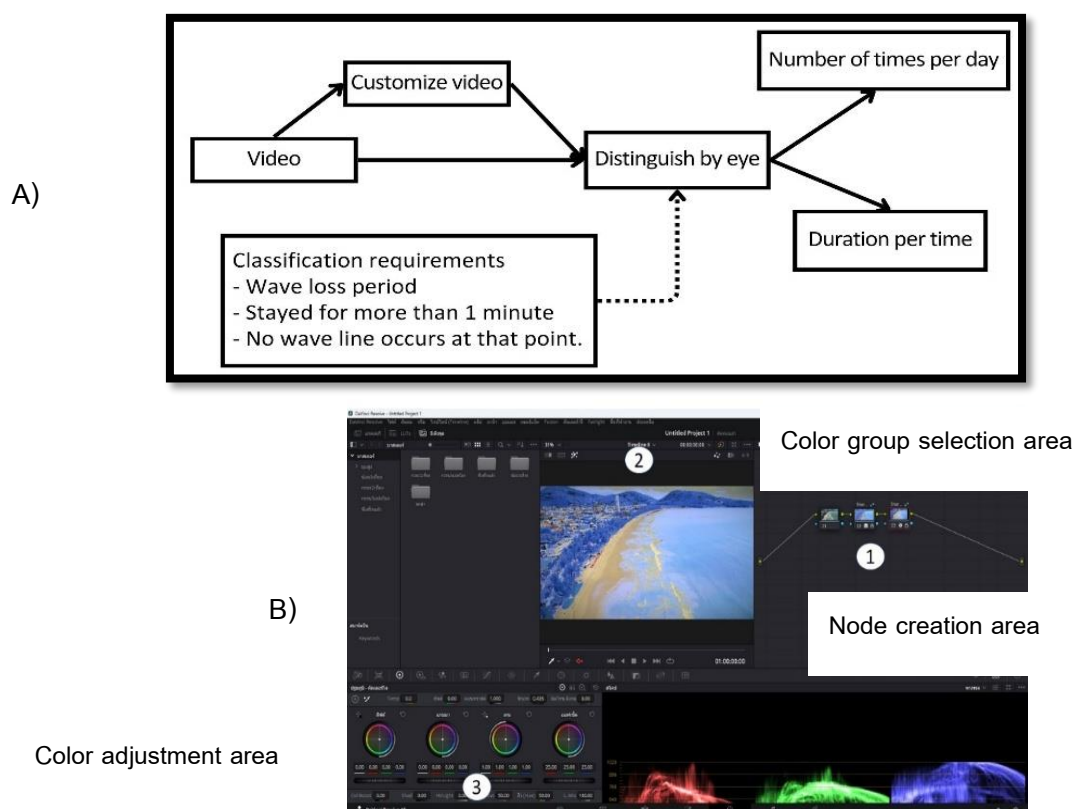


Figure 3 A) Processing steps for video images, CCTV B) Color adjustment with DaVinci Resolve Program

Table 1 Image color adjustment for Rip current characteristics analysis

SET 1 Ocean (Node1)					SET 2 Non Ocean (Node2)		
offset	Red	33.61	Hue	0.41	offset	Red	-14.52
	Green	45.32	Sat	0.05		Green	-175.00
	Blue	123.30	luma	0.50		Blue	-175.00

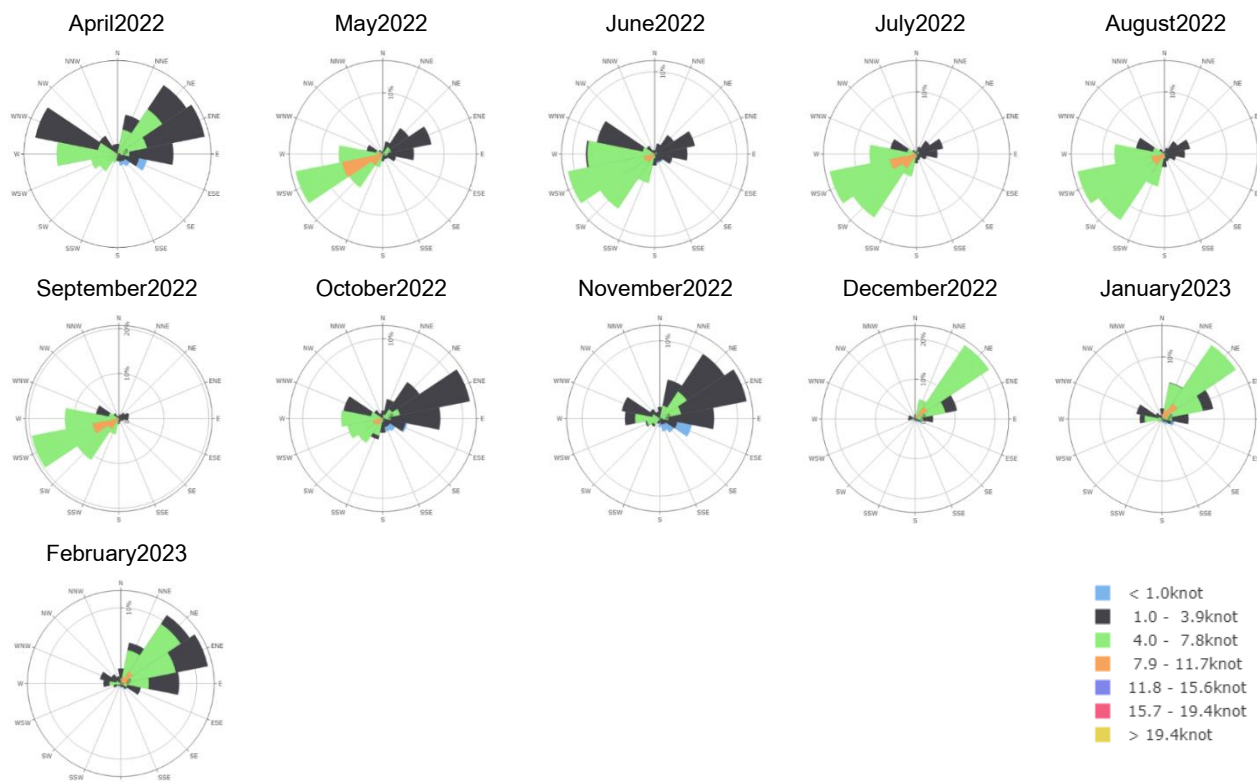


Figure 4 Wind rose during April2022 - February2023 from the Automatic Weather Station (source: TMD)

2. ลักษณะสัณฐานชายฝั่งบริเวณชายหาดกะตะน้อย

การสำรวจครั้งนี้ครอบคลุมพื้นที่ยาว 200 เมตร และหน้าหาดกว้าง 62 เมตร ลักษณะของเส้นชายฝั่งบริเวณหาดกะตะน้อยเป็นชายหาดตรงและพริ้วงัดขึ้นตามแนวชายฝั่ง (Figure 5) โดยความลาดเอียงของชายหาดมีค่าอยู่ในช่วง 1.29 - 18.72 องศา (ค่าเฉลี่ย 4.52 องศา) ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และอยู่ในช่วง 0.72 - 7.61 องศา (ค่าเฉลี่ย 4.10 องศา) ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (Figure 6A) องค์ประกอบของดินตะกอนในพื้นที่ศึกษา พบว่าในทั้งสองช่วงลมมรสุมมีรูปแบบใกล้เคียงกัน โดยบริเวณน้ำขึ้นสูงสุดและบริเวณน้ำขึ้นน้ำลงดินตะกอนส่วนใหญ่เป็นทรายขนาดปานกลาง (250 - 500 ไมโครเมตร) และบริเวณน้ำลงต่ำสุดดินตะกอนส่วนใหญ่เป็นทรายขนาดละเอียด (125-250 ไมโครเมตร) (Figure 6B)

3. การติดตามคุณลักษณะของ Rip current

3.1 การสำรวจทางอากาศด้วยอากาศยานไร้คนขับและแบบจำลองความสูงพื้นผิวภูมิประเทศ

จากภาพถ่ายทางอากาศ ด้วยอากาศยานไร้คนขับในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และ ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของลักษณะชายฝั่ง โดยในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีคลื่นหัวแตกตลอดแนวบริเวณชายฝั่งเกิดแนวสันทรายและพบ Rip current บริเวณชายหาด (Figure 7A) แต่ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (Figure 7B) คลื่นลมสงบไม่พบคลื่นหัวแตก ชายฝั่งเรียบเสมอกันและกระแสน้ำย้อนกลับตลอดแนวชายหาด ทำให้สามารถมองเห็นสัณฐานของชายหาดได้ชัดเจนขึ้น เมื่อนำภาพในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือไปปรับสีจะเห็นได้ว่า

ยังคงมีแนวสันทรายขนานไปกับแนวชายฝั่งความยาวประมาณ 100 เมตร และกว้างอยู่ในช่วง 10 - 20 เมตร ความกว้างของร่องน้ำประมาณ 40 เมตร และ แนวร่องน้ำระหว่างสันทรายมีความลึกอยู่ที่ประมาณ 2 - 3 เมตร จากแนวสันทราย (อ้างอิงจากข้อมูลสัญญาณชายฝั่ง) ซึ่งเป็นแนวร่องที่เห็นชัดเจนที่สุด (Figure 7C) และพบแนวร่องน้ำอีก 2 แนวตลอดแนวชายหาด เมื่อจากการวิเคราะห์ภาพคลื่นและลักษณะทางธรณีสัณฐานร่วมพบว่า บริเวณที่เป็นช่องว่างระหว่างแนวสันทรายมีแนวโน้มสูงที่จะเป็นจุดเกิดกระแสน้ำย้อนกลับซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบของกระแสน้ำในพื้นที่ชายฝั่ง (Figure 8)

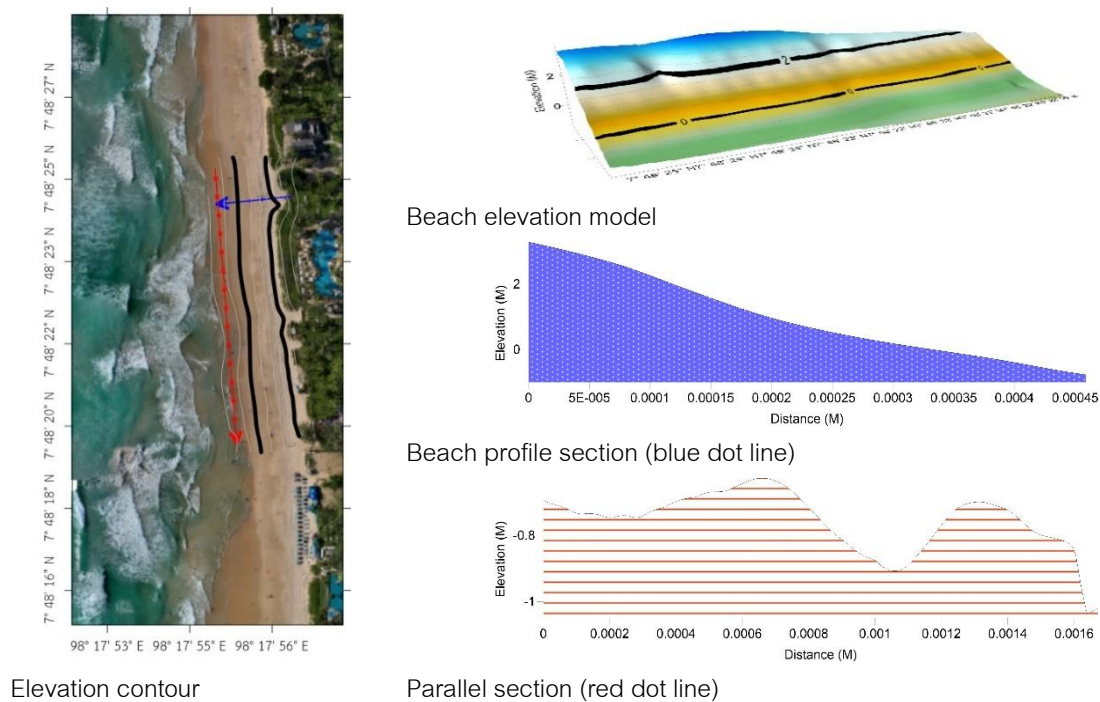


Figure 5 Coastal morphology along Kata Noi Beach

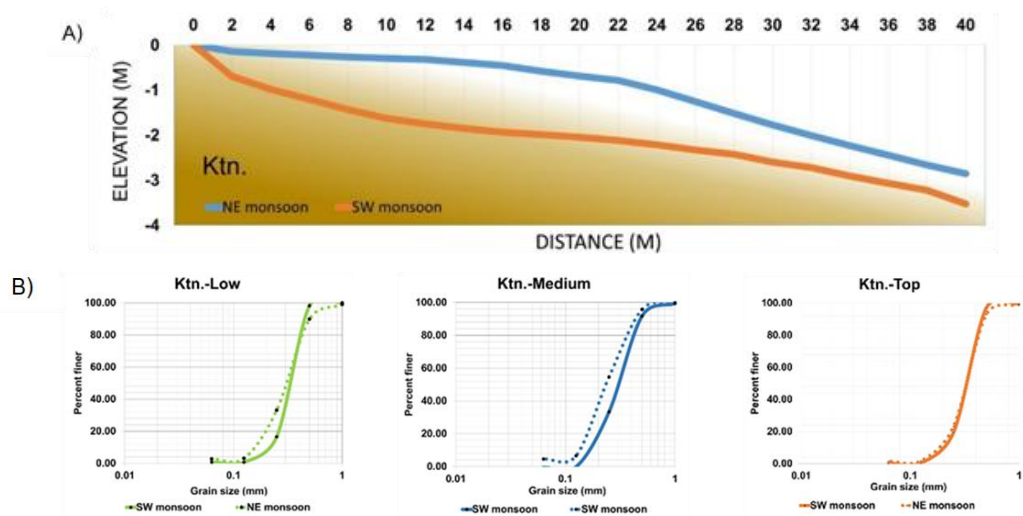


Figure 6 Beach morphology along Kata Noi Beach during SW and NE monsoon A) Beach profile
B) The cumulative grain size

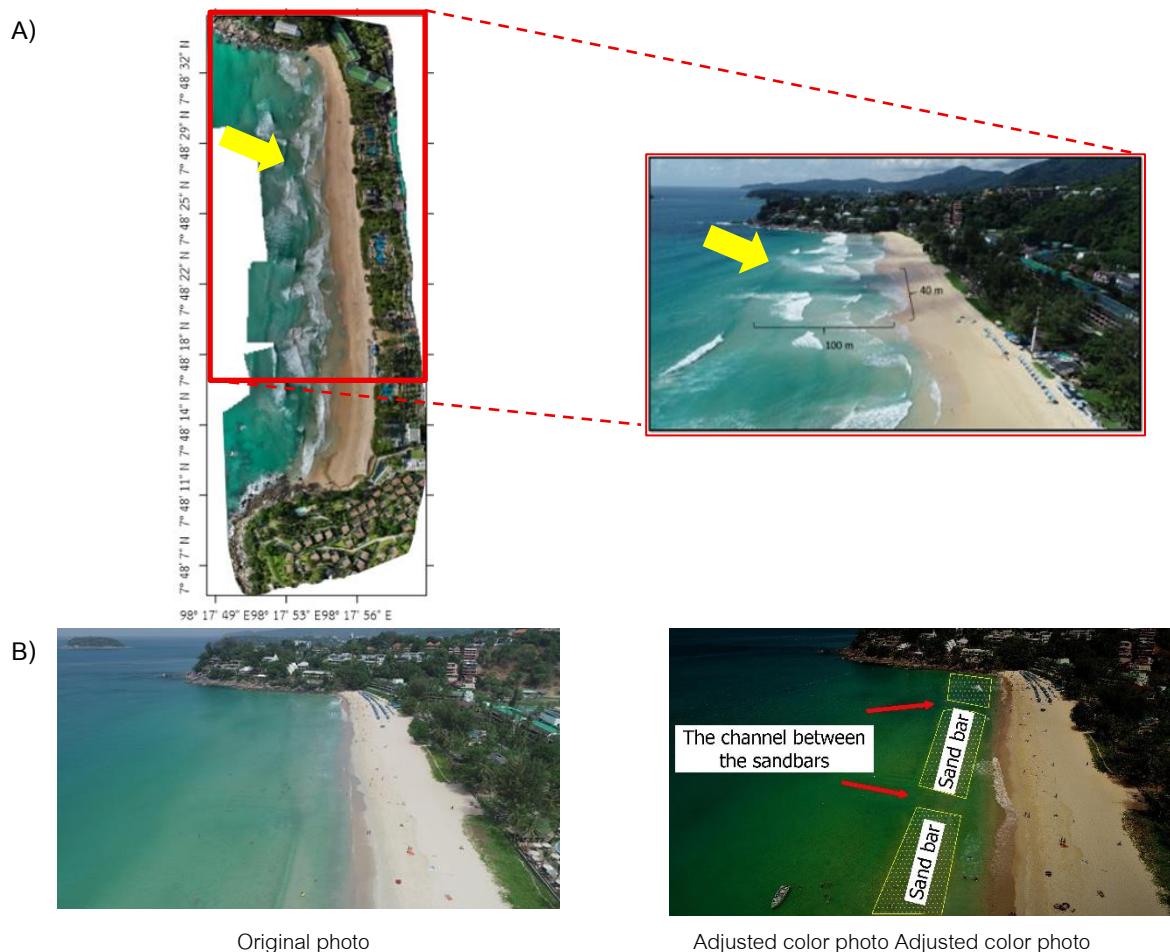


Figure 7 True Orthophoto from UAV A) SW monsoon B) Beach morphology during NE monsoon

2.2 การติดตามศึกษาด้วยภาพวิถีทัศนจากกล้องวงจรปิดบริเวณชายฝั่ง

การศึกษาการวิเคราะห์คุณลักษณะของ Rip current โดยใช้ภาพถ่ายวิถีทัศนติดตามตั้งแต่ช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จนถึงช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในพื้นที่ศึกษาพบความแตกต่างที่ชัดเจนระหว่างฤดูกาล โดยบางช่วงเวลาสามารถสังเกตเห็น Rip current ได้อย่างชัดเจน (Figure 9) บริเวณกรอบสีแดง ในขณะที่บางช่วงเวลาไม่สามารถมองเห็นได้เนื่องจากมีฟองคลื่นจำนวนมากจากการเกิดคลื่นหัวแตก ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการนำเทคนิคการวิเคราะห์ภาพเข้ามาช่วยในการติดตามการเกิด Rip current

ผลการวิเคราะห์ภาพวิถีทัศนจากกล้องวงจรปิดพบว่า Rip current จะเกิดขึ้นในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เท่านั้น (จนถึงประมาณเดือนตุลาคม) จากการสังเกตพบว่าแนวคลื่นสุดท้ายเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งแนวชายฝั่ง อย่างไรก็ตามเมื่อคลื่นเคลื่อนตัวเข้ามาใกล้ชายฝั่ง แนวคลื่นดังกล่าวจะขาดช่วงทำให้เห็นช่องว่างในบริเวณที่ระบุในวงรีสีแดง (Figure 10) (เป็นรูปที่มีการปรับสีแล้ว) หากคลื่นที่เคลื่อนที่เข้ามามีขนาดไม่ใหญ่มากนักช่องว่างนี้จะเกิดขึ้นมากหรืออาจจะไม่เกิดขึ้นเลย ดังนั้นมักจะพบเมื่อมีคลื่นขนาดใหญ่เข้ามาในบริเวณนี้ จากการวิเคราะห์ภาพพบช่องว่าง

ขนาดใหญ่และชัดเจนได้ในเวลา 30 - 60 นาทีต่อครั้ง โดยในตำแหน่งดังกล่าวคาดว่าเป็นจุดที่เกิด Rip current และเมื่อทำการตรวจสอบตำแหน่งช่องว่างนี้ในเวลาที่แตกต่างกัน พบว่ามักจะเกิดซ้ำในจุดเดิมหรือบริเวณใกล้เคียงกันเสมอ หากพิจารณาในช่วงน้ำเกิด (spring tide) พบว่าเกิด Rip currents น้อยกว่าช่วงน้ำตาย (neap tide) และเมื่อพิจารณาตามรอบน้ำขึ้นน้ำลง พบว่าในช่วงน้ำกำลังขึ้น (Flood tide) Rip current ที่เกิดขึ้นจะมีระดับความรุนแรงน้อย และสามารถสลายไปได้ในระยะเวลานับวินาที แต่ในช่วงน้ำกำลังลง (Ebb tide) จะสามารถสังเกตเห็นได้ชัดเจนมากกว่าในช่วงน้ำกำลังขึ้น ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายกับนักท่องเที่ยวได้ ดังนั้นช่วงน้ำกำลังลงจึงเป็นช่วงที่ควรได้รับการเฝ้าระวังเป็นพิเศษ (Figure 11)

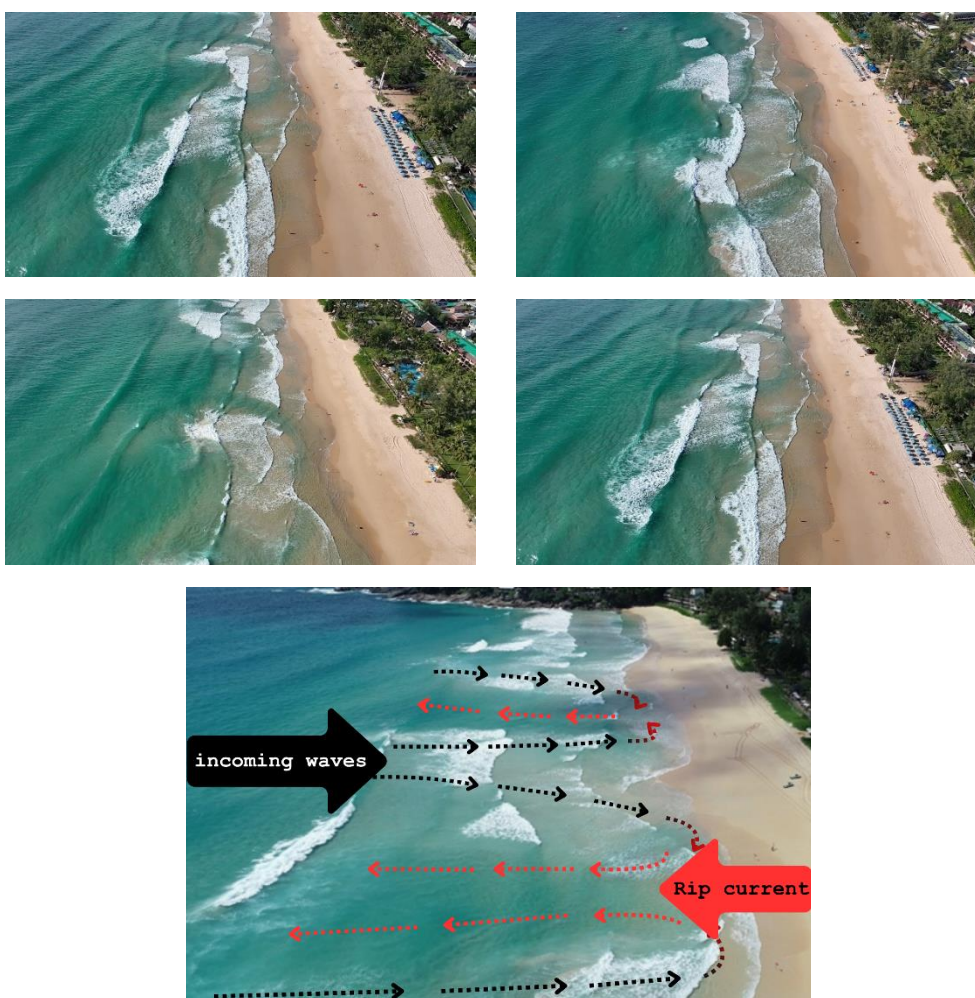


Figure 8 Rip current formation based on aerial observation in the present study

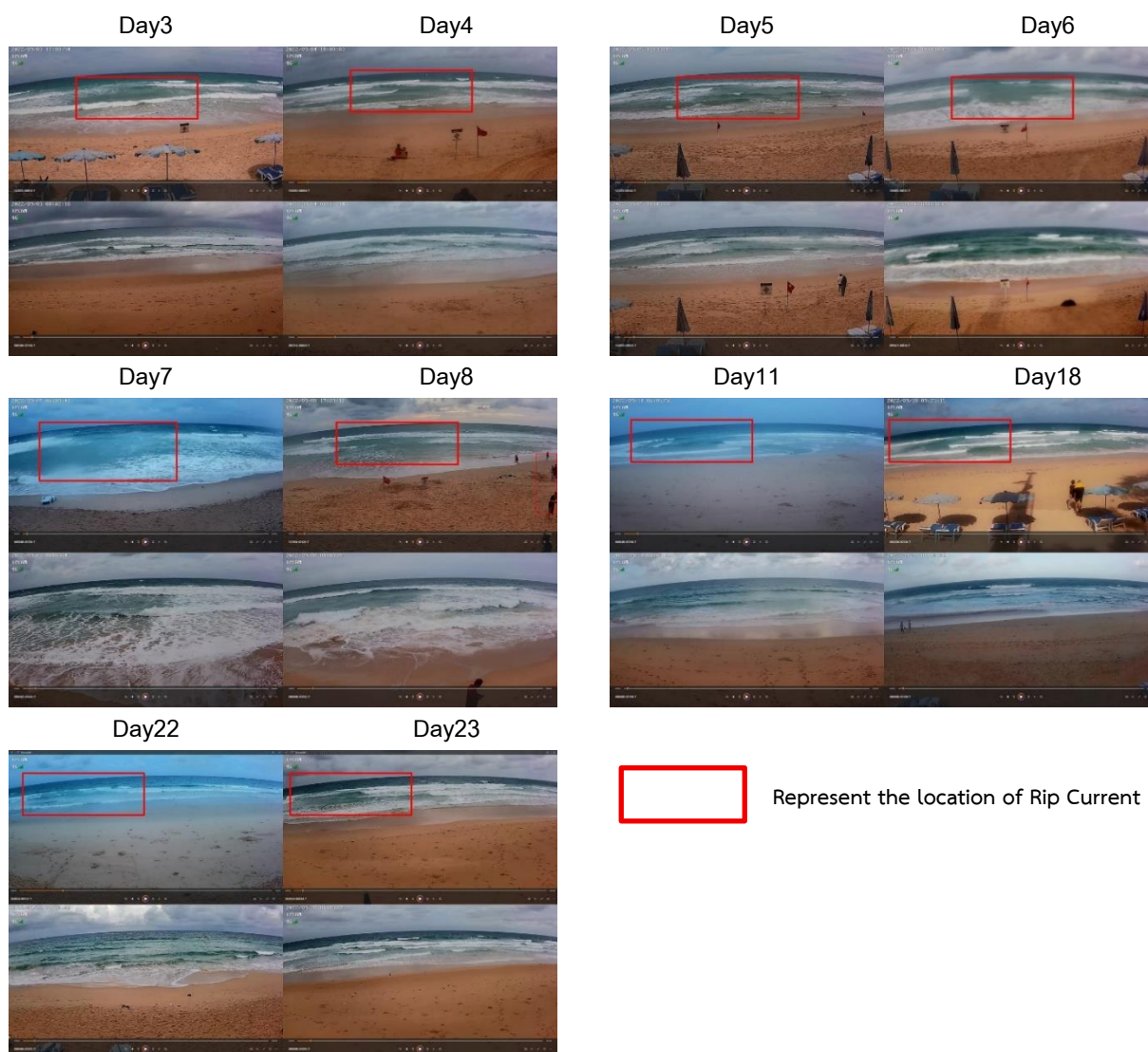


Figure 9 Comparing of sea state with/without Rip currents from CCTV at Kata Noi Beach in September 2023

Discussion

จากการศึกษาพบว่า ลักษณะสัณฐานและการเปลี่ยนแปลงของแนวชายหาดกะตะน้อยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุม โดยในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะพบการสูญเสียตะกอนชายฝั่ง ในขณะที่ช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะพบการทับถมของตะกอนชายฝั่ง ซึ่งการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าพื้นที่ชายหาดกะตะน้อยมีการเปลี่ยนแปลงของแนวชายหาดในลักษณะสะสมตัว ((CRCD), 2023; Nitinrangkul & Ritphring, 2023) เมื่อทำการตรวจวัดลักษณะสัณฐานพบว่าบริเวณชายหาดกะตะน้อยมีแนวร่องน้ำขนาดกว้างประมาณ 40 เมตร ซึ่งเป็นพื้นที่ที่พบการเกิด Rip current โดยพบได้เฉพาะในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เท่านั้น ซึ่งเป็นช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมโดยตรงทำให้คลื่นลมมีกำลังแรง

กว่าปกติ จึงอาจกล่าวได้ว่าปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดกระแสน้ำย้อนกลับในบริเวณนี้คือ ลักษณะสัณฐานของชายหาดและคลื่นทะเลที่เกิดขึ้น

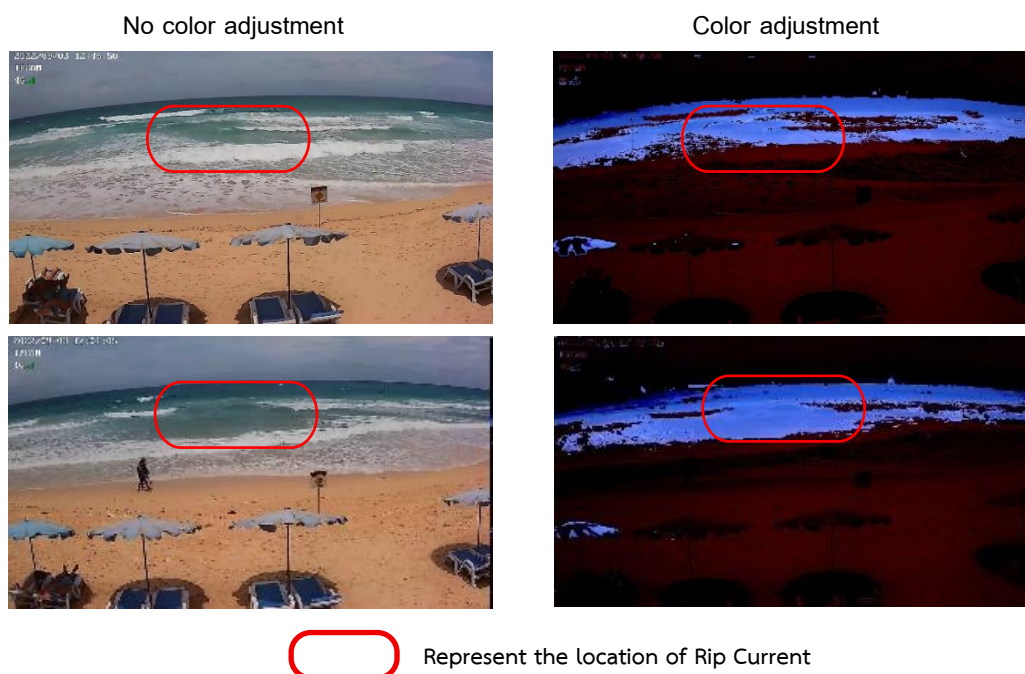


Figure 10 Example images for classifying Rip current generation by using image processing technique

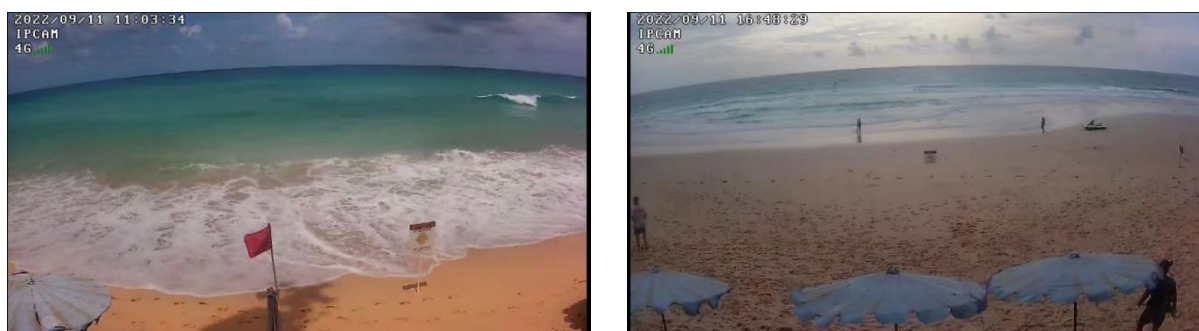


Figure 11 Wave and current at Kata Noi during A) High tide B) Low tide

กระบวนการเกิด Rip current เกิดจากคลื่นที่เคลื่อนที่เข้ามาในบริเวณชายฝั่งและเกิดการแตกตัวในบริเวณ surf zone โดยกระบวนการแตกตัวของคลื่นจะทำให้ระดับน้ำยกตัวขึ้นเล็กน้อย (Wave setup) หากคลื่นมีการแตกตัวมาก ก็จะทำให้กระบวนการยกตัวของระดับน้ำนี้เกิดขึ้นบ่อยครั้ง และหากบริเวณนั้นมีสันทรายใต้น้ำที่วางตัวใกล้ชายหาดเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านจะเกิดการแตกตัวเหนือสันทรายใต้น้ำ (แต่ในบริเวณร่องระหว่างสันทรายจะไม่เกิดการแตกตัวหรือเกิดการแตกตัวน้อย) หลังจากนั้นน้ำทะเลจะถูกผลักให้เข้ามาชิดบริเวณชายฝั่ง และในที่สุดจะถูกผลักให้ออกจากฝั่ง (backwash)

ไหลไปตามร่องของสันทราย ซึ่งกระบวนการนี้ทำให้เกิด Rip current ขึ้นในที่สุด ดังนั้นการสังเกตเห็นช่องว่าง (พื้นที่ที่ไม่มีฟองคลื่น) ในแนวคลื่นบริเวณชายหาดจะเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญว่าบริเวณนั้นมีแนวโน้มที่จะเกิด Rip current ขึ้นได้

เมื่อทำการติดตามคุณลักษณะของ Rip current จากภาพถ่ายอากาศยานไร้คนขับและภาพวิดีโอจากกล้องวงจรปิดในช่วงเดือนกันยายน - ธันวาคม สามารถช่วยระบุจำนวนและช่วงเวลาการเกิด Rip current ได้ชัดเจน พบว่ารูปแบบของ Rip current มีลักษณะเป็น Fixed Rip current ซึ่งเป็นประเภทที่เกิดขึ้นในบริเวณเดิมหรือใกล้เคียงกันอย่างต่อเนื่อง ในการศึกษารังนี้ยังพบการเกิด Rip current ได้ชัดเจนขึ้นในช่วงน้ำตาย (neap tide) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากพิสัยของระดับน้ำในช่วงดังกล่าวมีค่าค่อนข้างต่ำ และระดับน้ำทะเลไม่สูงมากนัก ส่งผลให้คลื่นที่เข้าหาชายฝั่งมีแนวโน้มจะแตกตัวได้ง่ายขึ้นจึงเอื้อต่อการเกิด Rip current มากยิ่งขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงน้ำเกิด (spring tide) ที่พิสัยของระดับน้ำและระดับน้ำทะเลสูงกว่าช่วงน้ำตาย คลื่นที่เข้าหาชายฝั่งจึงมีแนวโน้มที่จะแตกตัวลดลง และทำให้โอกาสการเกิด Rip current ลดลงตามไปด้วย ซึ่งผลการศึกษารังนี้ก็สอดคล้องกับการศึกษาในอดีต (Castelle *et al.*, 2016) ซึ่งระดับน้ำลดลงมาอยู่ใกล้เคียงกับแนวสันทรายทำให้กระแสน้ำถูกขวางกั้นด้วยสิ่งกีดขวางอย่างแนวสันทราย (Brander & Short, 2000) นอกจากนี้หากพิจารณาในรอบวัน พบว่า Rip current ที่เกิดขึ้นในช่วงน้ำกำลังลงจะมีความรุนแรงมากกว่าช่วงน้ำกำลังขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกับที่พบในพื้นที่อื่น ๆ (Austin *et al.*, 2010; Castelle *et al.*, 2016; MacMahan *et al.*, 2006) สาเหตุที่เกิดความแตกต่างนี้อาจมาจากในช่วงที่ระดับน้ำกำลังขึ้น ความลึกน้ำเพิ่มขึ้นทำให้มีการลดลงของกระบวนการแตกตัวของคลื่น ซึ่งส่งผลให้เกิด wave setup ลดลงตามไปด้วย เมื่อกระบวนการแตกตัวของคลื่นลดลง ทำให้เกิด Rip current ลดลงหรือมีความรุนแรงน้อยลงด้วย และคลื่นที่เคลื่อนเข้าหาชายฝั่งจะมีทิศทางตรงข้ามกับ Rip current ที่เป็นกระแสน้ำไหลออกจากชายฝั่งที่เกิดขึ้นส่งผลให้ความเร็วลดลงอีกด้วย ในทางตรงกันข้ามในช่วงน้ำกำลังลงซึ่งความลึกน้ำลดลงทำให้การแตกตัวของคลื่นเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิด Rip current ได้มากขึ้นและมีความเร็วสูงกว่าช่วงน้ำขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามหากระดับน้ำลดลงมากจนกระทั่งสันทรายได้นำไหลขึ้นเหนือน้ำ ก็อาจทำให้ไม่เกิด Rip current ขึ้นได้เช่นกัน ดังนั้นระดับน้ำจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเกิด Rip current เช่นกัน

เมื่อทำการเปรียบเทียบกับการศึกษาในต่างประเทศคุณลักษณะบางประการของ Rip current ที่พบในพื้นที่ศึกษามีทั้งความคล้ายคลึงและความแตกต่างจากบริเวณที่ศึกษาในประเทศไทย ตัวอย่างเช่น บริเวณ North Beach of Port Washington รัฐวิสคอนซิน ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า Rip current ในพื้นที่นี้มีลักษณะเป็น Flash Rip ซึ่งมีความยาวอยู่ระหว่าง 10 - 50 เมตร และเมื่อเกิดขึ้นแล้วจะคงอยู่ระยะเวลาดังแต่ 1 - 5 นาที (Liu & Wu, 2019) ในขณะที่บริเวณ Boscombe Beach ชายฝั่งตอนใต้ของประเทศอังกฤษ พบ Rip current บริเวณที่มีหาดทรายซึ่งมีความเร็วในช่วง 1-2 เมตรต่อวินาที (Scott *et al.*, 2016) บริเวณ Haeundae Beach ประเทศเกาหลีใต้ พบ Rip current มีความเร็วอยู่ระหว่าง 0.08 – 0.60 เมตรต่อวินาที ซึ่งความเร็วจะขึ้นอยู่กัวิธีที่ใช้ในการตรวจวัด (Kim & Kim, 2021) และที่ Outer Banks (Duck, North Carolina) ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ใช้ภาพจาก X-band radar ในการวิเคราะห์ Rip current พบว่าความเร็วเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.20 – 0.40 เมตรต่อวินาที (Haller *et al.*, 2014)

การศึกษาเหล่านี้ช่วยให้เห็นถึงความหลากหลายของลักษณะ Rip current ในแต่ละพื้นที่ และให้ข้อมูลที่มีเป็นประโยชน์ในการพัฒนาระบบเตือนภัยหรือการเตรียมความพร้อมในการรับมือกับอันตรายจาก Rip current ในแต่ละประเทศ แต่ทั้งนี้ในการศึกษาติดตามลักษณะการเกิด Rip current ค่อนข้างยุ่งยากและซับซ้อน เนื่องจากสภาวะคลื่นลมแรงในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ สภาพคลื่นทะเลที่มีคลื่นหัวแตกและฟองคลื่นที่ปกคลุมอยู่เยอะตลอดเวลา

และนักท่องเที่ยวในบริเวณนั้น ดังนั้นการประยุกต์ใช้หลายเทคนิคเข้ามาช่วยจะทำให้การวิเคราะห์และประมวลผลมีประสิทธิภาพมากขึ้น ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา และแม่นยำมากยิ่งขึ้น การใช้อากาศยานไร้คนขับ ร่วมกับระบบ RTK GNSS Network เป็นเทคนิคที่มีประโยชน์ในการถ่ายภาพจากระดับความสูงต่าง ๆ ด้วยความคมชัดสูงและตำแหน่งที่แม่นยำ ช่วยให้สามารถวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งและแนวสันทรายได้ดีขึ้น (Hu *et al.*, 2022; Ventura *et al.*, 2022) การเคลื่อนตัวของแนวสันทรายอาจใช้เวลาตั้งแต่ไม่กี่ชั่วโมงจนถึงหลายเดือน (McLean *et al.*, 2023) ซึ่งเน้นย้ำถึงความสำคัญของการติดตามการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งอย่างต่อเนื่อง (Kim, 2021) แม้ว่าภาพถ่ายทางอากาศจากอากาศยานไร้คนขับจะช่วยให้เห็นภาพรวมของพื้นที่ได้ดี แต่ข้อจำกัดในเรื่องระยะเวลาทำงาน (ไม่เกิน 20-30 นาที) การเก็บข้อมูลจะเร็วขึ้นหากผู้วิจัยทราบเวลาและตำแหน่งที่เกิด Rip current ที่ชัดเจน ดังนั้นการบันทึกภาพต่อเนื่องด้วยกล้องวงจรปิดเป็นทางเลือกที่เหมาะสมเพราะสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งและการเกิด Rip current ได้อย่างต่อเนื่องและครอบคลุมระยะยาว (Buscombe *et al.*, 2019) และการปรับแต่งสีภาพช่วยเพิ่มความชัดเจนในการวิเคราะห์ข้อมูล (Liu & Wu, 2019) โดยการเน้นความแตกต่างของสีน้ำทะเลที่ไหลย้อนกลับจากชายฝั่ง แต่อย่างไรก็ตามกล้องวงจรปิดก็ยังคงมีข้อจำกัดอยู่เช่นกัน เช่น ตำแหน่งและความสูงตั้งกล้องที่เหมาะสม สภาพภูมิอากาศ เป็นต้น ดังนั้นการใช้กล้องวงจรปิดร่วมกับเทคนิคอื่น ๆ เช่น อากาศยานไร้คนขับ การตรวจวัดข้อมูลทางสมุทรศาสตร์ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการติดตามและวิเคราะห์ Rip current มีความแม่นยำและถูกต้องมากยิ่งขึ้น

Conclusions

ชายหาดในประเทศไทย โดยเฉพาะบริเวณหาดกะตะน้อย จังหวัดภูเก็ต มีรายงานการเกิดกระแสน้ำย้อนกลับ (Rip current) และอุบัติเหตุทางทะเลอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่กิจกรรมทางทะเลมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง งานวิจัยฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานชายฝั่งและพฤติกรรมของ Rip current โดยดำเนินการเก็บข้อมูลภาคสนามในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (สิงหาคม–กันยายน 2565) และฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (มกราคม 2566) ผลการศึกษาพบว่า ความลาดชันของชายหาดมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ชายหาดมีความลาดชันอยู่ระหว่าง 1.29 - 18.72 องศา ขณะที่ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าความลาดชันลดลงอยู่ในช่วง 0.72 - 7.61 องศา สำหรับลักษณะของดินตะกอน พบว่าในบริเวณระดับน้ำขึ้นสูงสุดและบริเวณน้ำขึ้นน้ำลงประกอบด้วยทรายขนาดปานกลาง ส่วนบริเวณน้ำลงต่ำสุดประกอบด้วยทรายขนาดละเอียดในทั้งสองช่วงฤดูการสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศจากอากาศยานไร้คนขับ (Drone) และกล้องวงจรปิด (CCTV) แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งและการก่อตัวของสันทรายที่วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ภายในเขต surf zone ทั้งยังพบการเกิด Channel - Rip current หรือ Fixed Rip current ที่มักปรากฏในตำแหน่งเดิมหรือใกล้เคียงกันอย่างสม่ำเสมอและพบเฉพาะในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ นอกจากนี้ความเร็วของ Rip current มีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาน้ำขึ้นน้ำลง โดยช่วงน้ำกำลังลงจะมีความแรงและจำนวนของกระแสน้ำมากกว่าช่วงน้ำกำลังขึ้น ขณะที่ช่วงน้ำตายจะสังเกตเห็นกระแส Rip current ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเกิด Rip current ได้แก่ ลักษณะทางสัณฐานชายฝั่ง คุณสมบัติของคลื่นซึ่งได้รับอิทธิพลจากลมมรสุม และระดับน้ำทะเลซึ่งเปลี่ยนแปลงตามรอบน้ำขึ้นน้ำลง ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีหรือวิธีการตรวจสอบและติดตามการเกิด Rip

current รวมถึงการพัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพื่อการพยากรณ์และการจัดการความเสี่ยงทางทะเลอย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

Acknowledgments

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักวิจัยแห่งชาติ (NRCT) ภายใต้สัญญาเลขที่ N25A650462 ขอขอบคุณสมาชิกห้องปฏิบัติการ MEMO ที่ร่วมเก็บข้อมูลภาคสนาม ขอขอบคุณนายกเทศมนตรีเมืองปาดองและกระวน ทีมไลฟ์การ์ดจังหวัดภูเก็ต และ ดร.เฉลิมรัตน์ แสงมณี (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง) สำหรับการสนับสนุนและข้อเสนอแนะในการเก็บข้อมูลวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี และขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนเครื่องมือและอุปกรณ์ และเชื้อเพื่อสถานที่สำหรับการวิจัยให้สำเร็จลุล่วงผ่านไปด้วยดี

References

- Arozarena Llopis, I., Houser, C., Echeverria, A., & Brannstrom, C. (2015). The rip current hazard in Costa Rica. *Natural Hazards*, 77.
- Austin, M., Scott, T., Brown, J., Brown, J., MacMahan, J., Masselink, G., & Russell, P. (2010). Temporal observations of rip current circulation on a macro-tidal beach. *Continental Shelf Research*, 30(9), 1149-1165.
- Bang, I., Kim, K., Gu, J.-b., Shin, S.-m., Kim, J., & Kang, B. (2024). A Kinematic Approach for Rip Current Identification from ADCP Observation Data at Haeundae Beach, Korea. *Ocean Science Journal*, 59.
- Brewster, B. C., Gould, R. E., & Brander, R. W. (2019). Estimations of rip current rescues and drowning in the United States. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 19(2), 389-397.
- Brighton, B., Sherker, S., Brander, R., Thompson, M., & Bradstreet, A. (2013). Rip current related drowning deaths and rescues in Australia 2004–2011. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 13(4), 1069-1075.
- Buscombe, D., Carini, R. J., Harrison, S., Chickadel, C. C., & Warrick, J. (2019). Optical wave gauging using deep neural networks. *Coastal Engineering*, 155.
- Castelle, B., Scott, T., Brander, R. W., & McCarroll, R. J. (2016). Rip current types, circulation and hazard. *Earth-Science Reviews*, 163, 1-21.
- Chang, S.-Y., Kim, J.-H., Lee, H.-S., & Kim, I. (2021). Mechanism of Rip Current Generation at Deoksan Beach, South Korea. *Journal of Coastal Research*, 295-299.

- (CRCD), C. R. C. D. (2023). Final Report on the Study and assessment of coastal erosion vulnerability project: Case study of coastal areas in western Phuket province. *Department of Marine and Coastal Resources. Bangkok.*
- de Silva, A., Mori, I., Dusek, G., Davis, J., & Pang, A. (2021). *Automated Rip Current Detection with Region based Convolutional Neural Networks.*
- Diez-Fernández, P., Ruibal-Lista, B., Lobato-Alejano, F., & López-García, S. (2023). Rip current knowledge: do people really know its danger? do lifeguards know more than the general public? *Heliyon*, 9(7), e18104.
- DMCR. (2022). *Rip Currents*. https://km.dmcr.go.th/c_274/d_19638
- Eom, H., Yun, J., Jeong, C., Seo, J., & You, S. (2014, 11/02). Introduction to KMA Operational Forecasting System for Rip Current. *Journal of Coastal Research*, 72.
- Haller, M., Honegger, D., & Catalán, P. (2014). Rip Current Observations via Marine Radar. *Journal of Waterway Port Coastal and Ocean Engineering*, 140, 115-124.
- Hamsan, M. A. S., & Ramli, M. Z. (2021). Monsoonal influences on rip current hazards at recreational beaches along Pahang coastline, Malaysia. *Ocean & Coastal Management*, 209, 105689.
- Hong, X., Zhang, Y., Wang, B., Shuihua, Z., Yu, S., & Zhang, J. (2021). Numerical study of rip currents interlaced with multichannel sandbars. *Natural Hazards*, 108.
- Hu, P., Li, Z., Zhu, D., Zeng, C., Liu, R., Chen, Z., & Su, Q. (2022). Field observation and numerical analysis of rip currents at Ten-Mile Beach, Hailing Island, China. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 276, 108014.
- Jooyong, L., & Sunghnam, H. (2022). Morphodynamics of Rip Current Systems at Haeundae Beach, Korea. *Journal of Coastal Research*, 39(1), 199-206.
- Kim, D.-H. (2021, 2021/09/01/). Flash rip current driven suspended sediment flushing amplification in depth-integrated modeling framework. *Advances in Water Resources*, 155, 103997.

- Kim, H. D., & Kim, K.-H. (2021). Analysis of Rip Current Characteristics Using Dye Tracking Method. *Atmosphere*, 12(6).
- Kim, S., & Kim, D. (2024). Short-term buoyant microplastic transport patterns driven by wave evolution, breaking, and orbital motion in coast. *Marine pollution bulletin*, 201, 116248.
- Liu, Y., & Wu, C. (2019). Lifeguarding Operational Camera Kiosk System (LOCKS) for flash rip warning: Development and application. *Coastal Engineering*, 152, 103537.
- MacMahan, J. H., Thornton, E. B., & Reniers, A. J. H. M. (2006). Rip current review. *Coastal Engineering*, 53(2), 191-208.
- McLean, R., Thom, B., Shen, J., & Oliver, T. (2023). 50 years of beach–foredune change on the southeastern coast of Australia: Bengello Beach, Moruya, NSW, 1972–2022. *Geomorphology*, 439, 108850.
- Mori, I., de Silva, A., Dusek, G., Davis, J., & Pang, A. (2022). Flow-Based Rip Current Detection and Visualization. *IEEE Access*, PP, 1-1.
- Mucerino, L., Carpi, L., Schiafno, C., Pranzini, E., Sessa, E., & Ferrari, M. (2021). Correction to: Rip current hazard assessment on a sandy beach in Liguria, NW Mediterranean. *Natural Hazards*, 105, 1-1.
- Nitinrangkul, P., & Ritphring, S. (2023). Shoreline Detection with CoastSat Toolkit at Tourism Beaches of Phuket Island. *The 28th National Convention on Civil Engineering*, 28(0), WRE05-01-WRE05-09.
- Rashid, A. H., Razzak, I., Tanveer, M., & Hobbs, M. (2023). Reducing rip current drowning: An improved residual based lightweight deep architecture for rip detection. *ISA Transactions*, 132, 199-207.
- Scott, T., Austin, M., Masselink, G., & Russell, P. (2016). Dynamics of rip currents associated with groynes — field measurements, modelling and implications for beach safety. *Coastal Engineering*, 107, 53-69.
- Surisetty, A. K., Venkateswarlu, C., Madipally, R., Gireesh, B., Naidu, c. v., Nair, L. S., & Sharma, R. (2023). Practical use of smartphone cameras in rip current monitoring studies. *Ocean & Coastal Management*, 243, 106776.
- Tang, W., Chen, Q., Zong, Y., Zhang, F., Wang, Y., & Jia, J. (2024). Risk assessment of rip current in China: based on data from 33 beaches. *Geo-Marine Letters*, 45.

Ventura, D., Napoleone, F., Cannucci, S., Alleaume, S., Valentini, E., Casoli, E., & Burrascano, S. (2022).

Integrating low-altitude drone based-imagery and OBIA for mapping and manage semi natural grassland habitats. *Journal of Environmental Management*, 321.

Zhang, Y., Huang, W., Liu, X., Zhang, C., Xu, G., & Wang, B. (2021). Rip current hazard at coastal recreational beaches in China. *Ocean & Coastal Management*, 210, 105734.