



บทความวิจัย

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะสัญญาณขายหัด โดยใช้แบบจำลองความสูงพื้นผิวเชิงเลขจากอากาศยานไร้คนขับ บริเวณหาดนาไต้-หาดเขาปีหลาย จังหวัดพังงา

สิริวรรณ รวมแก้ว* รวี รัตนาคม ขจรศักดิ์ กาวีระมูล และ ชีรภัทร เรืองสุข

สาขาวิชาเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศสิ่งแวดล้อม คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 08 1951 7878 อีเมล: siriwan.ru@phuket.psu.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2024.07.002

รับเมื่อ 12 ตุลาคม 2565 แก้ไขเมื่อ 20 ธันวาคม 2565 ตอบรับเมื่อ 22 ธันวาคม 2565 เผยแพร่ออนไลน์ 17 กรกฎาคม 2567

© 2024 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงลักษณะสัญญาณขายหัดโดยใช้ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) บริเวณหาดนาไต้-หาดเขาปีหลาย จังหวัดพังงา ในช่วงมรสุม (มิถุนายน พ.ศ. 2564) และช่วงหลังมรสุม (พฤศจิกายน พ.ศ. 2564) โดยนำภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับมาทำการปรับแก้ความถูกต้องเชิงตำแหน่งและประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายด้วยกระบวนการโฟโตแกรมเมตรี เพื่อสร้างแบบจำลองความสูงพื้นผิวเชิงเลขและภาพออร์โธ ประเมินความถูกต้องของแบบจำลองความสูงพื้นผิวเชิงเลขโดยใช้ข้อมูลการสำรวจด้วย RTK และทำการเปรียบเทียบภาพหน้าตัดขายหัดที่ได้จากอากาศยานไร้คนขับและการสำรวจภาคสนาม ผลการศึกษาพบว่า ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (RMSE) ของระดับความสูงระหว่างข้อมูลแบบจำลองความสูงพื้นผิวเชิงเลขและ RTK ในช่วงมรสุมและหลังมรสุม เท่ากับ 0.09 และ 0.04 เมตร นอกจากนี้ความแตกต่างระหว่างภาพหน้าตัดขายหัดที่ได้จากแบบจำลองความสูงพื้นผิวเชิงเลขกับการสำรวจภาคสนามมีความแตกต่างกันน้อยกว่า 0.01 เมตรการเปลี่ยนแปลงของลักษณะสัญญาณขายหัดพบว่า ในช่วงมรสุมมีความลาดชันสูงตลอดแนวและมีเนินทรายเล็กน้อย ในขณะที่ช่วงหลังมรสุมมีลักษณะเป็นเนินทรายมากขึ้นเนื่องจากมีปริมาณขายหัดเพิ่มขึ้น ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าอากาศยานไร้คนขับสามารถใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสัญญาณขายหัดได้ ข้อมูลภูมิภาพและเป็นพื้นฐานสำหรับการสำรวจลักษณะสัญญาณขายหัดต่อไป

คำสำคัญ: อากาศยานไร้คนขับ สัญญาณขายหัด แบบจำลองความสูงพื้นผิวภูมิประเทศเชิงเลข

การอ้างอิงบทความ: สิริวรรณ รวมแก้ว, รวี รัตนาคม, ขจรศักดิ์ กาวีระมูล และ ชีรภัทร เรืองสุข, “การศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะสัญญาณขายหัด โดยใช้แบบจำลองความสูงพื้นผิวเชิงเลขจากอากาศยานไร้คนขับ บริเวณหาดนาไต้-หาดเขาปีหลาย จังหวัดพังงา,” วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ปีที่ 34, ฉบับที่ 4, หน้า 1-11, เลขที่บทความ 244-196424, ต.ค.-ธ.ค. 2567.



The Study of Coastal Morphology Change by Using Digital Surface Model from Unmanned Aerial Vehicle (UAV) in Natai - Khao Pi Lai Beach, Phang Nga Province

Siriwan Ruamkaew*, Rawee Rattanakom, Khajohnsak Kawiramool and Teerasak Ruangsuk

Environmental Geoinformatics Technology, Faculty of Technology and Environment, Prince of Songkla University, Phuket Campus, Phuket, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 08 1951 7878, E-mail: siriwan.ru@phuket.psu.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2024.07.002

Received 12 October 2022; Revised 20 December 2022; Accepted 22 December 2022; Published online: 17 July 2024

© 2024 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

This study aims to evaluate coastal morphology changes based on unmanned aerial vehicle (UAV) imagery of Natai - Khao Pi Lai beach, Phang Nga province during monsoon period (June 2021) and post-monsoon period (November 2021). Digital photogrammetry was used for georeferencing and image processing for generated Digital Surface Model (DSMs) and orthophotos. The accuracy of DSM was assessed with RTK surveying data in five cross-shore profiles. The results showed that, RMSE of elevation between the DSM and RTK data in monsoon and post-monsoon were 0.097 meter and 0.044 meter, respectively. Furthermore, the difference of the cross-shore profiles obtained from DSM and the field survey was less than 0.01 meter. The change in beach morphology revealed that during the monsoon, the beach morphology is steeply sloped along the line and there are few sand dunes while post monsoon the beach volume has increased. The results of the study demonstrate that the UAV can be used to study coastal morphology change. This provides quality information and a basis for further coastal morphology exploration.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicle, Coastal Morphology, Digital Surface Model

Please cite this article as: S. Ruamkaew, R. Rattanakom, K. Kawiramool, and T. Ruangsuk, "The study of coastal morphology change by using digital surface model from unmanned aerial vehicle (UAV) in Natai - Khao Pi Lai beach, Phang Nga province," *The Journal of KMUTNB*, vol. 34, no. 4, pp. 1-11, ID. 244-196424, Oct.-Dec. 2024 (in Thai).

1. บทนำ

ชายฝั่งทะเล (Coast) เป็นบริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นดินและทะเล มีลักษณะเป็นแถบยาวไปตามริมฝั่ง [1] เป็นพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงจากกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เช่น ลมมรสุม คลื่น กระแสน้ำ และน้ำขึ้นน้ำลง ส่งผลให้ชายฝั่งทะเลมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในรูปแบบของการสะสมตัวและการกัดเซาะของชายฝั่งทะเล [2], [3] โดยมีสาเหตุมาจากปัจจัยแวดล้อมทั้งจากกระบวนการตามธรรมชาติ เช่น ความรุนแรงของคลื่น-ลม กระแสน้ำชายฝั่ง น้ำขึ้นน้ำลง ลมมรสุม และจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การก่อสร้างท่าเทียบเรือ เขื่อนกันทรายและคลื่น รวมถึงการพัฒนาพื้นที่เพื่อเป็นสถานที่ท่องเที่ยว ชุมชน และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ [4]

การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลนับเป็นปัญหาที่สำคัญของประเทศไทยและมีแนวโน้มรุนแรงมากขึ้น เนื่องจากสภาวะโลกร้อนและการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศ และเศรษฐกิจ ทำให้เสียสมดุลทางระบบนิเวศที่เป็นรอยต่อระบบนิเวศทางบกและทางทะเล สูญเสียมูลค่าด้านการท่องเที่ยว และยังส่งผลกระทบต่อการค้าทางชีวิตของชุมชนชายฝั่ง [5] การสำรวจและติดตามการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลอย่างต่อเนื่องจึงมีความจำเป็นเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการวางแผน ป้องกัน ฝักระวัง และรักษาพื้นที่ชายฝั่งทะเล รวมทั้งการบรรเทาผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรและระบบนิเวศบริเวณชายฝั่งทะเล [6]

อากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle; UAV) หรือโดรน (Drone) เป็นอากาศยานที่ไร้คนขับหรือบังคับที่ถูควบคุมจากระยะไกล สามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์หลากหลายรูปแบบ เช่น การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ การประมาณความสูงของวัตถุ อาคาร สิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ หรือเฝ้าระวังต้นไม้ [7] และการสำรวจพื้นที่ในสถานการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งการสำรวจและติดตามทรัพยากรทางทะเล เช่น การสำรวจป่าชายเลน หญ้าทะเล และการสำรวจและติดตามสัตว์ทะเลหายาก เป็นต้น [8], [9] เนื่องจากสามารถเข้าถึงพื้นที่ได้รวดเร็ว บันทึกข้อมูลครอบคลุมพื้นที่ได้เป็น

บริเวณกว้าง ได้ข้อมูลรวดเร็ว ลดระยะเวลาในการสำรวจลดการใช้อุปกรณ์เครื่องมือ บุคลากร และค่าใช้จ่าย ช่วยในการติดตามการเปลี่ยนแปลงชายหาดได้ตลอดเวลา ส่งผลให้สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างทัน่วงที [10]

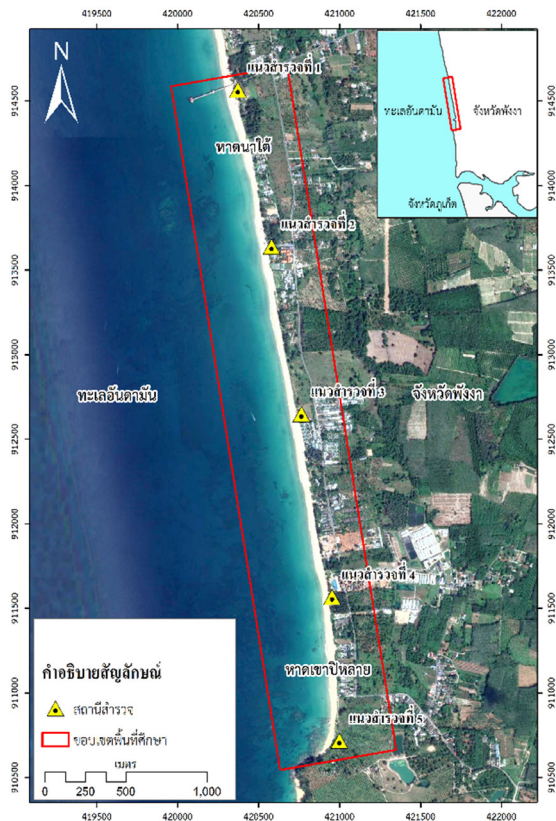
หาดนาไต้-หาดเขาพิหลาย ตั้งอยู่ในพื้นที่ตำบลโคกกลอย อำเภอตะกั่วทุ่ง จังหวัดพังงา เป็นสถานที่ท่องเที่ยวชายทะเลที่สวยงาม เป็นธรรมชาติสวยงาม [11] ในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมทะเลอันดามัน พื้นที่บริเวณชายหาดนาไต้-หาดเขาพิหลายได้รับผลกระทบจากคลื่นสูงพัดเข้าสู่ชายฝั่งอย่างต่อเนื่อง เกิดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งอย่างรุนแรง สร้างความเสียหายแก่ทรัพย์สินของประชาชนและของทางราชการบริเวณชายฝั่งเป็นอันมาก

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะสัณฐานชายหาด โดยใช้แบบจำลองความสูงพื้นผิวเชิงเลข (Digital Surface Model; DSM) จากภาพถ่ายจาก UAV เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ UAV ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของสัณฐานชายหาดและเป็นข้อมูลในการเฝ้าวางแผนการจัดการเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพชายหาดในพื้นที่หาดนาไต้-หาดเขาพิหลายต่อไป

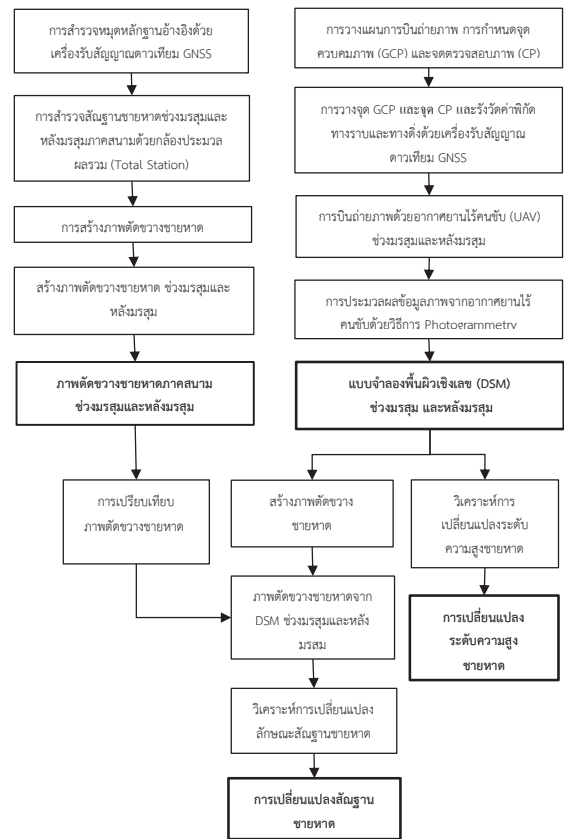
2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ในพื้นที่หาดนาไต้-หาดเขาพิหลาย จังหวัดพังงา มีระยะทางยาวประมาณ 4 กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 274,000 ตารางเมตร ลักษณะชายหาดมีขนาดค่อนข้างกว้าง มีความลาดชันของชายหาดไม่มากนัก มีลักษณะค้อย ๆ ลาดลงสู่ทะเล ในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดตำแหน่งสถานีสำรวจบริเวณสันหาด จำนวน 5 สถานี โดยระยะห่างแต่ละสถานีประมาณ 1 กิโลเมตร โดยแนวสำรวจที่ 1 อยู่บริเวณสะพานหาดนาไต้ แนวสำรวจที่ 2 อยู่บริเวณโรงแรม Villa The Natai A Phuket แนวสำรวจที่ 3 อยู่บริเวณโรงแรม Aleenta แนวสำรวจที่ 4 อยู่บริเวณโรงแรม Santhiya Phuket Natai Resort และแนวสำรวจที่ 5 อยู่บริเวณปลายสุดของหาดเขาพิหลาย (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาหาดนาได้-หาดเขาปีหลาย



รูปที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

2.2 ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) ข้อมูลทุติยภูมิ เพื่อวางแผนการสำรวจภาคสนาม ได้แก่ ภาพถ่ายดาวเทียม Google Earth ตารางน้ำขึ้นน้ำลง เกาะตะเกาน้อย (ภูเก็ต) พ.ศ. 2564 จากกรมอุตุนิยมวิทยา กองทัพเรือ ข้อมูลหมุดหลักฐาน (RTSD GNSS CORS) พ.ศ. 2562 จากเว็บไซต์ GNSS Portal กรมแผนที่ทหาร และข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พ.ศ. 2549 เช่น ขอบเขตการปกครอง จากกรมแผนที่ทหาร และ 2) ข้อมูลปฐมภูมิ เป็นการเก็บข้อมูลโดยการสำรวจภาคสนาม ประกอบด้วยข้อมูลค่าพิกัดทางราบ (X, Y) และค่าระดับความสูง (Z) และภาพถ่ายจาก UAV โดยทำการสำรวจในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564 (ช่วงมรสุม) และในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 (ช่วงหลังมรสุม)

2.3 เครื่องมือ และโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัย

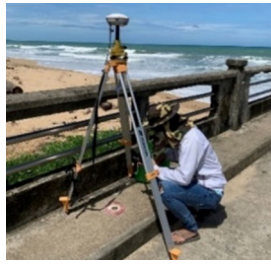
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ UAV ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom 4 Pro เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS รุ่น Sino GNSS กล้องประมวลผลรวม (Total Station) รุ่น Topcon GTS-252 และเป้าควบคุมภาคพื้นดิน โปรแกรมที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และ โปรแกรม Pix4DMapper

2.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 1) การสำรวจลักษณะสันฐานชายหาดภาคสนาม 2) การสร้างแบบจำลองความสูงพื้นผิวเชิงเลขด้วยภาพถ่ายจาก UAV และ 3) การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงลักษณะสันฐานชายหาดและระดับความสูงชายหาด (รูปที่ 2)



(ก)



(ข)

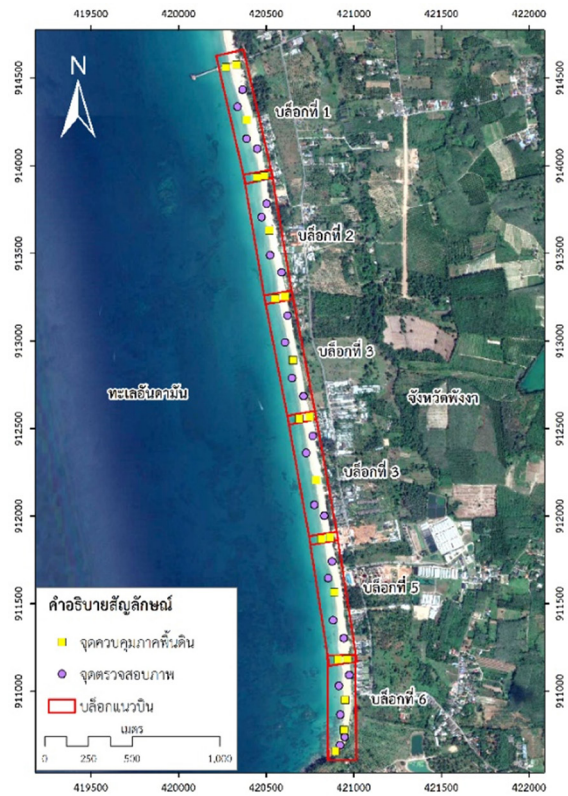
รูปที่ 3 การกำหนดหมุดอ้างอิง (ก) หมุดหลักฐานอ้างอิงของกรมแผนที่ทหาร (ข) สถานีฐาน (Base Station)

2.4.1 การสำรวจลักษณะพื้นฐานชายหาดภาคสนาม

1) การกำหนดหมุดอ้างอิง (Reference Point) เพื่อใช้เป็นสถานีฐาน (Base Station) สำหรับพื้นที่ศึกษา โดยทำการรังวัดค่าพิกัดทางราบ จากหมุดหลักฐานของกรมแผนที่ทหารหมายเลข 3746 (รูปที่ 3 (ข)) ตั้งอยู่ที่โรงเรียนบ้านบางพลี โดยมีค่าพิกัดลองจิจูด $98^{\circ}17'32.90882''$ E ละติจูด $8^{\circ}18'47.2062''$ N และความสูงเหนือทรีรี -14.520 เมตร บนพื้นหลักฐาน WGS1984 และหมุดหลักฐานอ้างอิงทางตั้งใช้หมุดระดับชั้นที่ 1 ของกรมแผนที่ทหารหมายเลข PBM.2022R ค่าระดับสูง 11.32026 เมตร เหนือระดับทะเลปานกลาง ด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS ด้วยวิธีการรังวัดแบบสถิตย์ (Static Survey) โดยจะใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมไปตั้งไว้ ณ ตำแหน่งหมุดอ้างอิง (รูปที่ 3) โดยใช้เวลาในการวัดหาตำแหน่งประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นทำการประมวลข้อมูลดาวเทียมด้วยโปรแกรม Compass Solution ข้อมูลที่ได้จากการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS และการทำระดับทำให้ได้ค่าพิกัดและค่าระดับของหมุดอ้างอิง

2) การสำรวจลักษณะพื้นฐานชายหาด

ทำการกำหนดตำแหน่งสถานีสำรวจบริเวณสันหาดจำนวน 5 สถานี โดยกำหนดระยะห่างแต่ละสถานีประมาณ 1 กิโลเมตร ทำการรังวัดค่าพิกัดทางราบและค่าระดับความสูงของสถานีสำรวจโดยอ้างอิงจากสถานีฐาน ด้วยวิธีการรังวัดแบบจลน์ในทันที (Real-Time Kinematics; RTK) ทำการสำรวจลักษณะพื้นฐานชายหาดในแนวตั้งฉากกับ



รูปที่ 4 บล็อกการบินภาพถ่ายจาก UAV และตำแหน่งจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) และจุดตรวจสอบ (CP)

แนวชายฝั่งทะเลเพื่อหาภาพตัดขวางชายหาด ด้วยกล้อง Total Station ทำการรังวัดค่าพิกัดในแนวราบและค่าระดับความสูง (X, Y และ Z) โดยทำการสำรวจในช่วงที่น้ำทะเลลงต่ำสุด เพื่อให้เห็นพื้นที่ชายหาดได้มากที่สุด กำหนดจุดสำรวจทุกระยะ 10 เมตร หรือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะธรณีสัณฐานอย่างชัดเจน ทำการสำรวจไปจนถึงแนวน้ำลงต่ำสุดตามความกว้างของชายหาด นำข้อมูลค่าพิกัดและค่าระดับความสูงแต่ละจุดตามแนวสำรวจมาจัดทำภาพตัดขวางชายหาด

2.4.2 การสร้างแบบจำลองความสูงพื้นผิวเชิงเลขด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ

1) การวางแผนการบินถ่ายภาพ ทำการกำหนดขอบเขตพื้นที่สำรวจและวางแผนการบินโดยใช้แอปพลิเคชัน Drone Deploy โดยแบ่งพื้นที่สำรวจออกเป็น 6 บล็อก (รูปที่ 4)

กำหนดความสูงในการบิน 80 เมตร กำหนดส่วนซ้อน (Overlap) ระหว่างภาพ ร้อยละ 80 ส่วนเกย (Side Lap) ระหว่างแนวนบิน ร้อยละ 70 และกำหนดขนาดของจุดภาพ (GSD) ประมาณ 2 เซนติเมตร

2) กำหนดจุดควบคุมภาพถ่ายภาคพื้นดิน (Ground Control Point; GCPs) และจุดตรวจสอบ (Check Point; CPs) เพื่อใช้ในการปรับแก้ข้อมูลกลุ่มของจุดพิกัดสามมิติ และตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองความสูงพื้นผิวเชิงเลข (DSM) โดยกำหนดจุด GCP บล็อกละ 5 จุด กระจายครอบคลุมทั้งพื้นที่ ซึ่งจุด GCP แต่ละบล็อกต้องเชื่อมโยงกัน (รูปที่ 4) ก่อนทำการบินถ่ายภาพ ทำการติดตั้งเป้าลวงหน้าความกว้าง 60 × 60 เซนติเมตร ที่จุดควบคุมภาคพื้นดิน ทำการรังวัดค่าพิกัดทางราบและค่าระดับความสูงของจุด GCP และ CP โดยการรังวัดด้วยดาวเทียม GNSS ด้วยวิธี RTK

3) การบินถ่ายภาพด้วย UAV รุ่น DJI Phantom 4 Pro กำหนดโหมดการบิน P (Positioning Mode) ควบคุมการบินด้วยแอปพลิเคชัน Drone Deploy ทำการบินตามขอบเขตพื้นที่สำรวจที่กำหนดไว้ โดยเลือกบินในช่วงเวลาที่ระดับน้ำทะเลลดต่ำสุด

4) การประมวลผลภาพถ่ายจาก UAV ด้วยโปรแกรม Pix4D Mapper โดยมีข้อมูลภาพทั้งหมด 750 ภาพ การประมวลผลภาพถ่ายจาก UAV มีขั้นตอนดังนี้ 1) การจับคู่ภาพและสร้างจุดโยงยึด (Tie Point) 2) การโยงยึดค่าพิกัดตำแหน่งด้วยจุดควบคุมภาพถ่าย 3) การสร้างข้อมูลพอยท์คลาวด์ 4) การสร้างโมเดลสามมิติ (Mesh Model) และ 5) การสร้างแบบจำลองความสูงพื้นผิวเชิงเลข (DSM) [12]

5) การประเมินความถูกต้องของ DSM โดยการหาค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root Mean Square Error; *RMSE*) หากค่า *RMSE* มีค่าน้อยแสดงว่าค่าความสูงที่ได้จาก UAV มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริง ค่า *RMSE* สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (1)

$$RMSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_{i(DSM)} - X_{i(CP)})^2 \quad (1)$$

เมื่อ $X_{i(DSM)}$ คือ ความสูงที่ได้จาก DSM

$X_{i(Survey)}$ คือ ความสูงจากจุดตรวจสอบภาพ

n คือ จำนวนจุดตรวจสอบ

i คือ ตัวเลขระหว่าง 1 ถึง n

2.4.3 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงลักษณะสัญญาณ

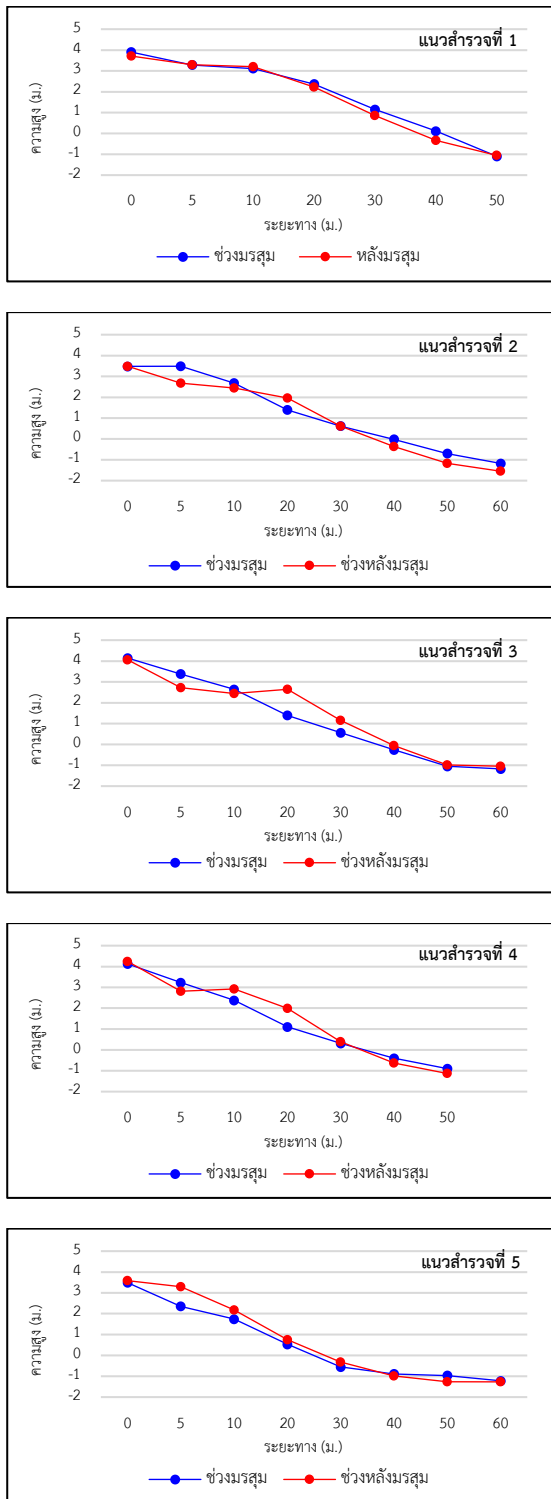
ชายหาดและระดับความสูงชายหาด

นำข้อมูล DSM ที่ได้จากการประมวลผลภาพถ่ายจาก UAV ช่วงมรสุมและหลังมรสุมมาสร้างภาพตัดขวางชายหาด ศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะสัญญาณชายหาด และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระดับความสูงชายหาด

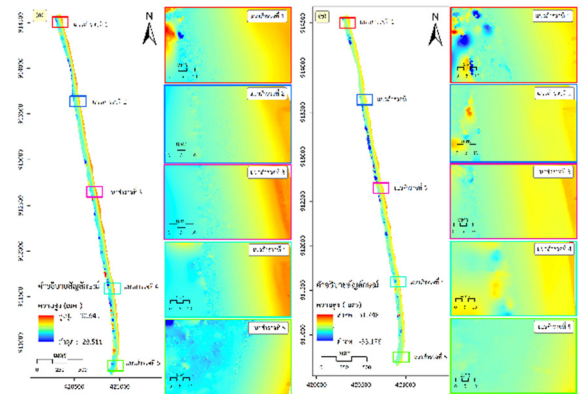
3. ผลการทดลอง

3.1 ลักษณะสัญญาณชายหาดช่วงมรสุมและหลังมรสุม

ลักษณะสัญญาณชายหาดช่วงมรสุม จากการสร้างภาพตัดขวางชายหาดด้วยวิธีการสำรวจภาคสนาม (รูปที่ 5) พบว่า แนวสำรวจที่ 1 เป็นหาดทราย ความกว้างของชายหาด 50 เมตร ในช่วงมรสุมมีลักษณะเป็นเนินทรายค่อนข้างราบเรียบมีความลาดชันน้อย ช่วงหลังมรสุม ระยะ 5–20 เมตร มีความลาดชันน้อย ในขณะที่ระยะ 20–50 เมตร ชายหาดมีความลาดชันมากขึ้น แนวสำรวจที่ 2 เป็นหาดทราย ความกว้างของชายหาด 60 เมตร ช่วงมรสุม ระยะ 0–5 เมตร มีลักษณะเป็นเนินทราย ระยะ 5–60 เมตร ความลาดชันค่อนข้างสูง ช่วงหลังมรสุม ระยะ 5–10 เมตร ชายหาดมีความลาดชันน้อย ระยะ 10–20 เมตร มีลักษณะเป็นเนินทราย และในระยะ 20–50 เมตร ชายหาดความลาดชันมาก แนวสำรวจที่ 3 เป็นหาดทราย ความกว้างของชายหาด 60 เมตร ช่วงมรสุม ระยะ 5–50 เมตร มีความลาดชันมาก ในระยะ 50–60 เมตรความลาดชันลดลง ช่วงหลังมรสุม ระยะ 5–10 เมตร มีความลาดชันมาก ระยะ 10–20 เมตร มีลักษณะเป็นเนินทราย ในขณะที่ระยะ 20–55 เมตร ชายหาดมีความลาดชันมาก ระยะ 50–60 เมตร ความลาดชันลดลง แนวสำรวจที่ 4 เป็นหาดทราย ความกว้างของชายหาด 60 เมตร ช่วงมรสุม มีความลาดชันมากตลอดแนวสำรวจ และช่วงหลังมรสุม ระยะ 0–5 เมตร มีความลาดชันมาก ระยะ 5–30 เมตร มีลักษณะเป็นเนินทราย และในระยะ 30–50 เมตร ชายหาดมีความลาดชันมาก และแนวสำรวจที่ 5 เป็น



รูปที่ 5 ลักษณะสัณฐานชายหาดช่วงมรสุมและช่วงหลังมรสุม



(ก) ช่วงมรสุม

(ข) ช่วงหลังมรสุม

รูปที่ 6 แบบจำลองความสูงพื้นผิวเชิงเลขจาก UAV (ก) ช่วงมรสุม และ (ข) ช่วงหลังมรสุม

หาดหิน ความกว้างของชายหาด 60 เมตร ช่วงมรสุม มีความลาดชันมากในระยะ 0-30 เมตร และระยะ 30-60 เมตร ความลาดชันลดลง ลักษณะชายหาดค่อนข้างราบเรียบ ในขณะที่ช่วงหลังมรสุมระยะ 0-5 เมตร มีลักษณะเป็นเนินทราย ระยะ 40-50 เมตร ชายหาดมีความลาดชันมาก ในขณะที่ระยะ 50-60 เมตร ความลาดชันของชายหาดลดลง

3.2 การสร้างแบบจำลองพื้นผิวเชิงเลขจากอากาศยานไร้คนขับ

3.2.1 การสร้างแบบจำลองความสูงพื้นผิวเชิงเลขจากภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ

DSM ที่ได้จาก UAV มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 0.04 เมตร ช่วงมรสุมมีค่าระดับความสูงอยู่ระหว่าง -28.51 ถึง 30.64 เมตร และช่วงหลังมรสุมมีค่าระดับความสูงอยู่ระหว่าง -53.17 ถึง 31.74 เมตร ตามลำดับ โดยสีแดงแสดงถึงพื้นที่ที่มีความสูงมาก และสีน้ำเงินแสดงถึงพื้นที่ที่มีความสูงต่ำ (รูปที่ 6)

3.2.2 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองความสูงพื้นผิวเชิงเลข

การตรวจสอบความถูกต้องของค่าระดับความสูงที่ได้จาก DSM จากภาพถ่ายจาก UAV โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (RMSE) เป็นการเปรียบเทียบค่าระดับ

ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางจาก DSM และจุด CP จำนวน 25 จุด (ตารางที่ 1) พบว่า ค่า *RMSE* ในช่วงมรสุมและหลังมรสุมมีค่าเท่ากับ 0.09 เมตร และ 0.04 เมตร ตามลำดับ

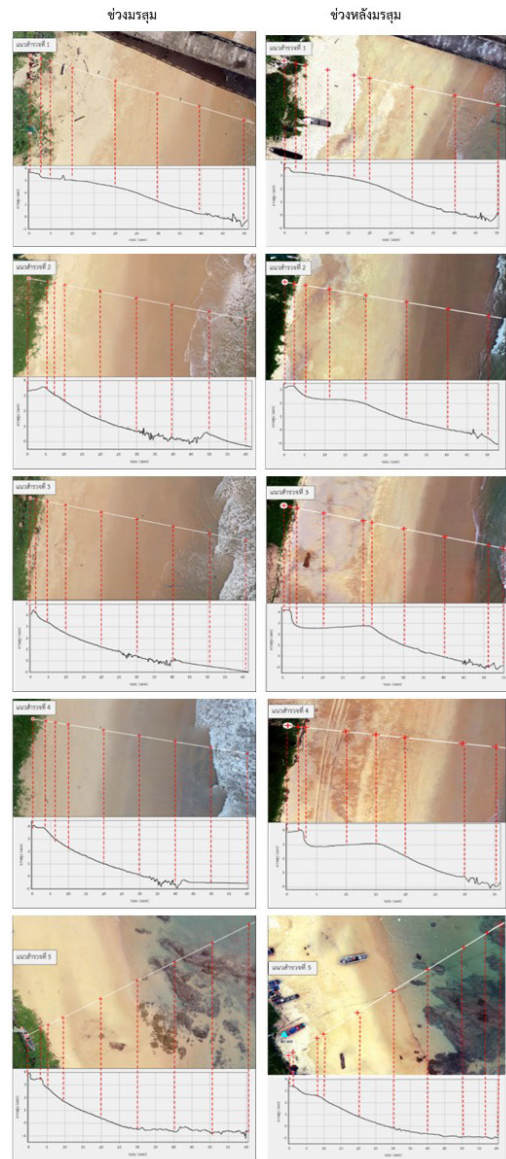
ตารางที่ 1 ตารางความสูงจากแบบจำลองพื้นผิวเชิงเลขและจุดตรวจสอบภาพ

ลำดับ	ความสูง (เมตร)			
	ช่วงมรสุม		ช่วงหลังมรสุม	
	DSM	CP	DSM	CP
CP 1	3.021	3.007	2.476	2.476
CP 2	0.716	0.680	-0.018	-0.010
CP 3	0.194	0.107	0.241	0.244
CP 4	2.860	2.898	2.389	2.393
CP 5	2.653	2.728	2.120	2.120
CP 6	3.786	3.802	-0.084	-0.085
CP 7	0.787	0.810	0.303	0.303
CP 8	0.228	0.158	3.047	3.040
CP 9	2.314	2.384	2.675	2.674
CP 10	2.447	2.578	0.147	0.147
CP 11	0.280	0.221	0.152	0.151
CP 12	0.139	0.084	2.601	2.601
CP 13	3.108	3.207	2.623	2.626
CP 14	2.915	2.934	-0.040	-0.045
CP 15	-0.017	-0.041	0.149	0.144
CP 16	0.356	0.345	2.948	2.948
CP 17	3.392	3.434	2.691	2.691
CP 18	2.846	2.922	2.799	3.020
CP 19	-0.272	-0.310	0.694	0.695
CP 20	0.778	0.715	0.456	0.457
CP 21	3.658	3.419	2.679	2.679
CP 22	3.260	3.159	2.735	2.734
CP 23	0.438	0.203	0.191	0.196
CP 24	-0.145	-0.034	0.543	0.542
CP 25	2.245	2.090	1.822	1.821

3.3 การเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นฐานชายหาดและระดับความสูงชายหาด

3.3.1 การเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นฐานชายหาด

ลักษณะลักษณะพื้นฐานชายหาดที่ได้จาก DSM



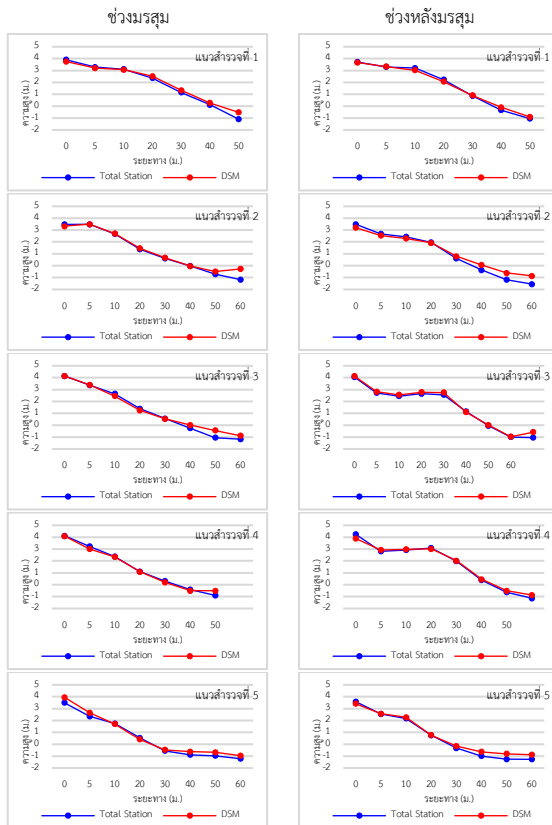
(ก) ช่วงมรสุม

(ข) ช่วงหลังมรสุม

รูปที่ 7 แบบจำลองความสูงพื้นผิวเชิงเลขจาก UAV (ก) ช่วงมรสุม และ (ข) ช่วงหลังมรสุม

ช่วงมรสุมและหลังมรสุม (รูปที่ 7) พบว่า บริเวณส่วนปลายของแนวสำรวจจะมีลักษณะเป็นเส้นหยักถี่ ๆ ซึ่งอาจเกิดจากผลกระทบของคลื่นในขณะที่ UAV บันทึกภาพ

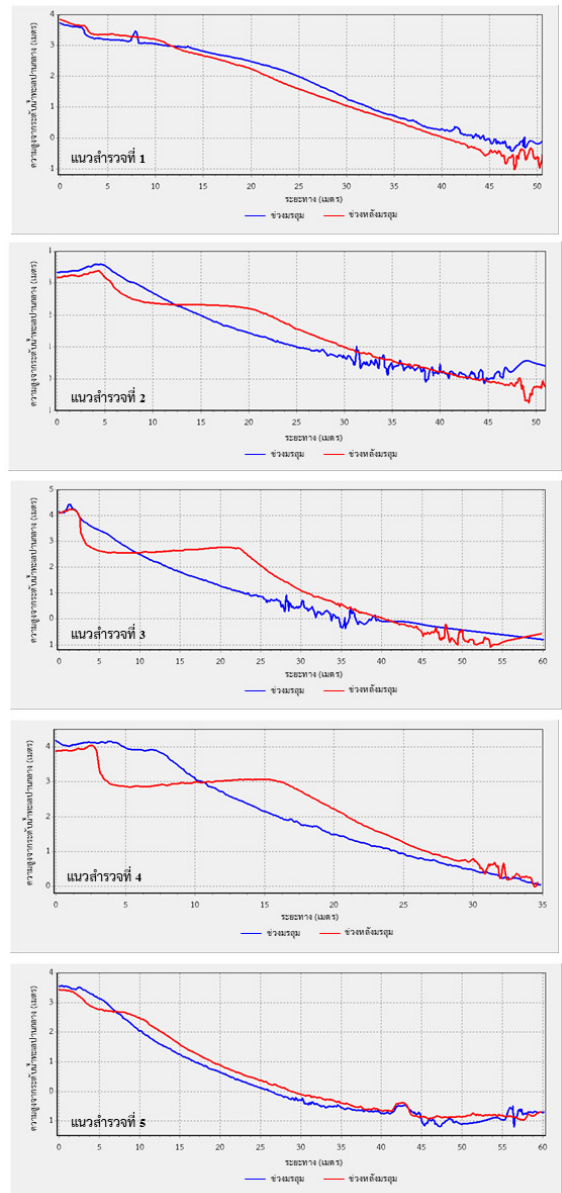
ผลการเปรียบเทียบลักษณะพื้นฐานชายหาดที่ได้จาก DSM และการสำรวจภาพสแนมด้วยกล้อง Total Station



รูปที่ 8 การเปรียบเทียบลักษณะสัณฐานขยหาดจากการสำรวจภาคสนามและแบบจำลองความสูงพื้นผิวภูมิประเทศ

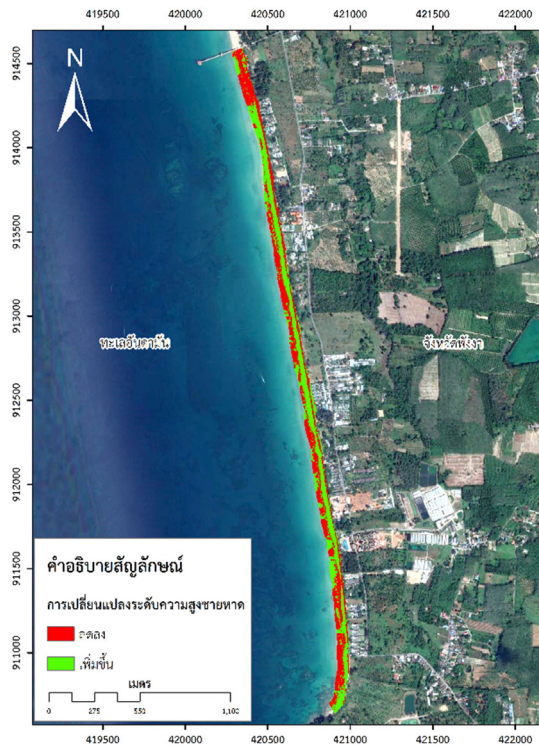
พบว่า มีลักษณะความลาดชันในแต่ละแนวสำรวจมีความสอดคล้องกัน ยกเว้นบริเวณช่วงตอนล่างของขยหาดที่เป็นรอยต่อระหว่างขยหาดและทะเลที่มีความแตกต่างกันเล็กน้อย (รูปที่ 8)

การเปลี่ยนแปลงลักษณะสัณฐานขยหาดพื้นที่หาดนาได้-หาดเขาภิหลาย (รูปที่ 9) พบว่า แนวสำรวจที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะสัณฐานขยหาดเล็กน้อย โดยระยะ 0-10 เมตร มีการเพิ่มขึ้นของมวลทรายเล็กน้อย ในขณะที่ระยะ 10-50 เมตร เกิดการกัดเซาะขยหาดเล็กน้อย แนวสำรวจที่ 2 พบว่า ระยะ 0-10 เมตร มีการกัดเซาะขยหาด และในระยะ 10-40 เมตร เกิดการทับถมของมวลทรายทำให้มีลักษณะเนินทราย ระยะ 40-45 เมตร มีการเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 9 การเปลี่ยนแปลงลักษณะสัณฐานขยหาดช่วงมรสุมและหลังมรสุม

เล็กน้อย และในระยะ 45-50 เมตร มีการกัดเซาะขยหาด แนวสำรวจที่ 3 พบว่า ระยะ 0-10 เมตร มีการกัดเซาะขยหาด ในขณะที่ระยะ 10-40 เมตร เกิดการทับถมของมวลทรายจนเกิดเป็นเนินทราย และระยะ 40-60 เมตร มีการกัดเซาะเล็กน้อย แนวสำรวจที่ 4 มีการเปลี่ยนแปลงของ



รูปที่ 10 การเปลี่ยนแปลงระดับความสูงชายหาด

ลักษณะฐานชายหาดมากที่สุด โดยในระยะ 0-10 เมตร มีการกัดเซาะชายหาด ในขณะที่ระยะ 10-35 เมตร เกิดการทับถมของมวลทราย และแนวสำรวจที่ 5 มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณทรายเล็กน้อยโดยมีการกัดเซาะและทับถมของมวลทรายเล็กน้อย

3.3.2 การเปลี่ยนแปลงระดับความสูงของชายหาด

การเปลี่ยนแปลงระดับความสูงชายหาด โดยการเปรียบเทียบ DSM ช่วงมรสุมและหลังมรสุม เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของความสูงของชายหาด โดยสีเขียวแสดงถึงระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น สีแดงแสดงถึงความสูงที่ลดลง ผลการศึกษาพบว่า หาดนาใต้-หาดเขาพิหลายมีพื้นที่ที่มีความสูงลดลง 136,227 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 49.80 ของพื้นที่ทั้งหมด และพื้นที่ที่มีความสูงเพิ่มขึ้น 137,336 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 50.20 ของพื้นที่ทั้งหมด (รูปที่ 10) แสดงถึงการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาตรทรายมีสัดส่วนใกล้เคียงกัน

4. อภิปรายผลและสรุป

การศึกษาลักษณะและการเปลี่ยนแปลงฐานชายหาดโดยใช้ DSM จากภาพถ่ายจาก UAV พื้นที่หาดนาใต้-หาดเขาพิหลาย พบว่า ลักษณะฐานชายหาดซึ่งโดยทั่วไปมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลของคลื่น ในช่วงมรสุม (เดือนมิถุนายน) หาดนาใต้-หาดเขาพิหลายได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้โดยตรง มีคลื่นลมแรงทำให้ปริมาณทรายถูกพัดพาลงสู่ทะเล ส่งผลให้เกิดการกัดเซาะชายฝั่งตามฤดูกาล ลักษณะฐานชายหาดจึงมีความลาดชันสูงตลอดแนวสำรวจ (รูปที่ 8) ในขณะที่ช่วงหลังมรสุม (เดือนพฤศจิกายน) มวลทรายนอกชายฝั่งจะถูกพัดพาเข้าสู่ชายฝั่ง ทำให้เกิดการทับถมของตะกอนทรายชายฝั่ง ส่งผลให้มวลทรายมีปริมาณเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูหลังมรสุม โดยมวลทรายจะทับถมมากบริเวณช่วงกลางของชายหาดทำให้เกิดเป็นเนินทรายขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับรูปที่ 9 ซึ่งพบการเพิ่มขึ้นของระดับความสูง (สีเขียว) ในขณะที่ตอนบริเวณสะพานหาดนาใต้และบริเวณปลายสุดของหาดเขาพิหลาย จะพบการลดลงของปริมาตรทรายมากที่สุด การเปลี่ยนแปลงฐานชายหาดบริเวณหาดนาใต้-หาดเขาพิหลายมีลักษณะเช่นเดียวกับหาดประพาส จังหวัดระนอง ที่ทรายบริเวณตอนกลางหาดเคลื่อนที่ไปตามลักษณะพื้นที่และเวลา โดยเฉพาะในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้หาดทรายบางส่วนจะถูกกัดเซาะลงสู่ทะเลและบางส่วนถูกน้ำพัดพาไปกองในบริเวณใกล้เคียงเกิดการเคลื่อนย้ายกองทรายไปมา [13] และยังพบพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะบริเวณแนวสันหาด และมีแนวโน้มจะมีการกัดเซาะมากขึ้น จึงควรมีการเฝ้าระวังและเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงแนวชายหาดอย่างต่อเนื่อง เพื่อหาแนวทางป้องกันและแก้ไขต่อไปในอนาคต จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า UAV สามารถนำมาใช้ในการสำรวจและติดตามการเปลี่ยนแปลงลักษณะฐานชายหาดได้เป็นอย่างดีเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม เพื่อเป็นข้อมูลในการเฝ้าระวัง ติดตามการเปลี่ยนแปลงลักษณะฐานชายหาดซึ่งเพื่อวางแผนและมาตรการการรองรับการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- [1] S. Suvaluck, *Coastal Management: Integration to Sustainability*. Nakhon Pathom: Mahidol University Press, 2018 (in Thai).
- [2] K. Nawarat, "Coastal Erosion: Problems and Management," *Journal of Soil and Water Conservation*, vol. 17, no. 1, pp. 23–55, 2001 (in Thai).
- [3] S. Sin, T. Suwat, C. Niran, and A. Banjerd, *Coastal Changes in The Gulf of Thailand*. Bangkok: Department of Mineral Resources, 2002 (in Thai).
- [4] Coastal Area Management Division, *Knowledge Guide "Coastal Erosion"*. Bangkok: Department of Marine and Coastal Resources, 2018 (in Thai).
- [5] W. Supawan and S. Soravis, "The Effect of Coastal Change by Storm Surge in Sub-Cell E5-RYG" in *The 25th Convention on Civil Engineering*, Chonburi, Thailand. 2020, pp. 2009–2018
- [6] Coastal Area Management Division, *Criteria accompanying the guidelines for the preparation of plans/ Coastal Erosion Prevention and Solution Project*. Bangkok: Department of Marine and Coastal Resources, 2020 (in Thai).
- [7] B. Tarawut, "Applying drone for generated building information modeling (BIM) for urban architecture, the case study of Phra Phra That Phanom district, Nakhon Phanom Province," *Journal of The Faculty of Architecture King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang*, vol. 26, no. 1, pp. 137–148, 2018 (in Thai).
- [8] E. Casella, A. Rovere, A. Pedroncini, P. Stark, M. Casella, Ferrari, and M. Firpo, "Drones as tools for monitoring beach topography changes in The Ligurian Sea (NW Mediterranean)," *Geo-Marine Letters*, vol. 36, pp. 151–163, 2016.
- [9] K. Torlap, S. Pisit, and J. Rawat, "Digital Surface Model From UAV Imagery Application For Coastal Topography Changes Situation at Cape Son-on Songkhla Province" in *The 24th Convention on Civil Engineering.*, Udonthani, Thailand, July 2019, pp. 2550–2558.
- [10] W. Monkol, "Survey of the preparation of orthophoto photos using small unmanned aircraft and open source software open drone map," M.S. thesis, Engineering Infrastructure Engineering and Management, Department of Civil Engineering, Kasetsart University. 2018 (in Thai).
- [11] B. Saranya. (2021). Khao Pilai Beach. [Online] Available http://www.me-fi.com/tourismdb/Seniortourists-ust/data_detail.php?cateLv=3&cateID=44&subid=526&datalD=7648
- [12] The Engineering Institute of Thailand under H.M. The King's Patronage, *UAV Surveying Standard for Engineering Project*. Bangkok: EIT Thailand Engineering Standard, 2022 (in Thai).
- [13] K. Ratchaderm, P. Puttirungroj, and M. Anongponyoskun, "Coastal change at Praphat Beach, Ranong Province During 1994–2013" in *The 55th Kasetsart University Annual Conference*, Bangkok, Thailand, January–February 2017. pp. 845–852.