

Đánh giá biến động địa hình Suối Tiên, Phan Thiết bằng phương pháp lập bản đồ 3D địa hình

Chung Minh Quân*, Trần Anh Tú, Phùng Ngọc Anh, Lê Thanh Phong, Võ Trần Thế Vĩ, Nguyễn Thế Được



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

TÓM TẮT

Hiện nay, Suối Tiên là địa điểm du lịch rất thu hút khách tham quan trong và ngoài nước nhờ vào vẻ đẹp tự nhiên, vẻ hoang sơ của khu vực. Tuy nhiên, cảnh quan này rất dễ bị hủy hoại do các tác động của con người như xả rác, khắc chữ lên tường cát, leo trèo lên các bức tường cát gây trượt, đổ. Cho nên, yêu cầu về quản lý và giám sát biến động địa hình là vô cùng cần thiết để gìn giữ vẻ đẹp nơi đây. Công nghệ thiết bị bay không người lái (UAV) đang được ứng dụng phổ biến trên thế giới với nhiều nghiên cứu về các ứng dụng trong lĩnh vực nông nghiệp, mỏ, xây dựng, v.v. Nhờ sự phát triển của phương pháp "Structure from Motion" (SfM) để từ ảnh UAV tạo ra mô hình số bề mặt (Digital surface model – DSM) và ảnh trực giao đã giúp đánh giá chính xác sự thay đổi địa hình của khu vực. Tác giả sử dụng UAV vào công tác đánh giá cảnh quan, tiến hành nghiên cứu sự thay đổi địa hình ở khu du lịch Suối Tiên, Bình Thuận và mô hình 3D ở ba thời điểm khác nhau với chu kỳ 4 tháng/lần. Đồng thời, áp dụng phương pháp DEM of Difference (DoD) để phân tích sự thay đổi theo độ cao của khu vực và phương pháp Digital Shoreline Analysis System (DSAS) để tính toán khoảng bồi tụ và xói lở theo thời gian. Phân tích vận tốc dòng chảy và thành phần vật liệu chứng minh rằng tốc độ dòng hiện tại vượt quá vận tốc kháng xói lở cực đại của vật liệu cát hạt mịn và trung. Kết quả tính toán bằng DSAS cho thấy tốc độ xói lở là 1,95m/8 tháng và bồi tụ là 1,33m/8 tháng. Sau khi đánh giá, tác giả kết luận cơ chế biến động của Suối Tiên chịu ảnh hưởng của gió mùa Đông Bắc và Tây Nam, kết hợp với yếu tố khách du lịch. Nghiên cứu đã thể hiện tiềm năng ứng dụng UAV vào đánh giá biến động địa hình hỗ trợ cho việc ra quyết định dễ dàng hơn, đề xuất các biện pháp cho cơ quan thẩm quyền quản lý tốt hơn như khoanh vùng nhạy cảm, đặt các biển báo, hạn chế du khách, v.v.

Từ khoá: Máy bay không người lái, DSM, DoD, DSAS, biến động địa hình, bồi tụ, xói lở, Địa Du lịch

Khoa Kỹ thuật và Địa chất Dầu khí,
Trường Đại học Bách Khoa,
ĐHQG-HCM, Việt Nam

Liên hệ

Chung Minh Quân, Khoa Kỹ thuật và Địa chất Dầu khí, Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM, Việt Nam

Email: chungminhquan.ideas97@gmail.com

Lịch sử

- Ngày nhận: 15-6-2021
- Ngày chấp nhận: 8-11-2021
- Ngày đăng: 14-12-2021

DOI: 10.32508/stdjsec.v5i2.562



Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



GIỚI THIỆU

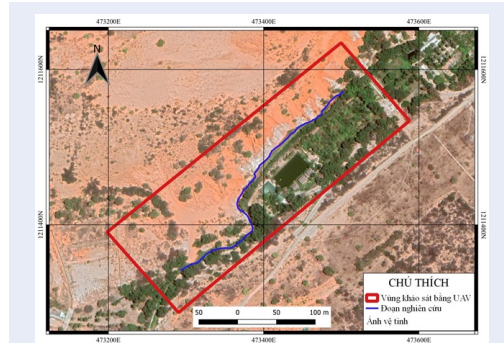
Việt Nam là quốc gia phát triển mạnh mẽ về các địa danh du lịch nhờ những lợi thế về tự nhiên. Điển hình, với đường bờ biển dài 3.260 km đã giúp Việt Nam phát triển các khu du lịch ven biển từ Bắc xuống Nam Đặc biệt, tỉnh Bình Thuận nổi tiếng với những địa điểm du lịch như là bãi biển Mũi Né, Suối Hồng (Suối Tiên), Tháp Chàm Poshanur, Làng chài, Đồi cát, v.v. không chỉ có ý nghĩa về mặt du lịch mà còn có ý nghĩa về mặt Địa chất. Suối Tiên là một khe nước nhỏ nằm cạnh Hòn Rơm, thuộc phường Mũi Né, thành phố Phan Thiết. Suối Tiên chảy theo ranh giới giữa dải đồi phía đông cấu tạo bởi cát màu trắng xám và dải đồi phía tây là cát đỏ phủ lên cát trắng xám và được đánh giá là một geosite có giá trị cao về mặt khoa học địa chất, địa mạo và giá trị thẩm mỹ¹. Sự phát triển của du lịch ở Suối Tiên mang lại lợi ích kinh tế cho địa phương, đồng thời lan tỏa những nét đẹp riêng biệt ở đây ra mọi nơi. Bên cạnh đó, sự phát triển du lịch tăng lưu lượng khách tham quan nhưng lại thiếu sự quản lý chặt chẽ của chính quyền địa phương đã tác động

đến môi trường như tình trạng ô nhiễm do xả rác bừa bãi, khắc chữ, vẽ hình lên những tường cát, v.v.

Việc nghiên cứu địa hình thông qua phương pháp lập bản đồ nhằm giúp cơ quan quản lý dễ dàng theo dõi và đề ra các giải pháp kịp thời cho các khu vực bị hủy hoại và đang xảy ra tình trạng sạt lở. Bên cạnh các ứng dụng giám sát sự thay đổi địa hình bằng công nghệ Viễn Thám, các quốc gia trên thế giới đang ứng dụng Máy bay không người lái (UAV) để giám sát linh hoạt, chi tiết hơn. Từ đó xác định các vùng nhạy cảm ở khu vực để có các biện pháp quản lý hiệu quả hơn. Trong nước, nghiên cứu của các tác giả Đào Đình Châm cùng cộng sự² đã ứng dụng ảnh vệ tinh để đánh giá diễn biến đường bờ bãi bồi ven biển Cửa Đáy (1966-2011), tác giả Phan Minh Thụ cùng cộng sự³ đã đánh giá được hiện trạng sử dụng đất và nước tại Hòn Ông, Vịnh Vân Phong bằng ảnh máy bay. Ngoài nước, các nghiên cứu của tác giả như Benqing Chen cùng cộng sự⁴, Apostolos Papakonstantinou cùng cộng sự⁵ đã dùng UAV để đánh giá biến động bờ biển, tác giả Frederico M. Scarelli cùng cộng sự⁶ sử dụng UAV vào đánh giá xói lở do bão theo mùa tại bờ biển và tác động

Trích dẫn bài báo này: Quân C M, Tú T A, Anh P N, Phong L T, Vĩ V T T, Được N T. **Đánh giá biến động địa hình Suối Tiên, Phan Thiết bằng phương pháp lập bản đồ 3D địa hình.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 5(2):443-454.

từ các công trình ven biển. Tác giả Clapuyt Fracois cùng cộng sự⁷ đã đánh giá khả năng lập bản đồ địa hình của UAV bằng phương pháp SfM chứng minh UAV có thể sử dụng để giám sát thay đổi địa hình đa thời gian ở bờ biển.



Hình 1: Ảnh vệ tinh khu vực Suối Tiên, Phan Thiết

Phương pháp DSAS được áp dụng rộng rãi để phân tích sự thay đổi đường bờ. DSAS được phát triển từ những năm 1990 bởi Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ, nằm trong dự án Các dự án nguy cơ thay đổi ven biển (Coastal Change Hazards)⁸. Phần mềm được phát triển đến nay gồm 5 phiên bản chính và được tích hợp vào phần mềm ArcGIS. DSAS hỗ trợ quá trình tính toán thay đổi đường bờ và cung cấp thông tin về tốc độ thay đổi và dữ liệu thống kê cần thiết để thiết lập độ tin cậy của các kết quả tính toán. Tác giả Bachtiar Wahyu Mutaqin⁹ ứng dụng DSAS vào phân tích biến đổi đường bờ ở Kuwaru, thành phố Yogyakarta, Malaysia cho thấy đường bờ thay đổi mạnh mẽ kể từ năm 1995 với sự dịch chuyển hơn 50m của đường bờ. Tác giả Mirza Razi Imam Baig cùng cộng sự¹⁰ ứng dụng DSAS vào phân tích sự thay đổi đường bờ ở vùng ven biển Vishakhapatnam của Andhra Pradesh, Ấn Độ cho thấy được các khu vực đang được bồi tụ mạnh và tác động của yếu tố con người và tự nhiên đến khu vực.

Máy bay không người lái (UAV) là loại máy bay không có phi công, được điều khiển từ xa. UAV gồm 2 loại là cánh cố định và cánh là các rotor. UAV được ứng dụng chính ở 5 ngành: Xây dựng, Mỏ, Nông nghiệp, Khảo sát, Bất động sản. Trong đó có ngành Xây dựng đang chiếm tốc độ tăng trưởng nhanh nhất khoảng 239% so với năm 2017¹¹. Đặc biệt trên bề mặt sườn dốc, cồn cát, các nghiên cứu đã chỉ ra rằng UAV rất thích hợp cho việc khảo sát địa hình có độ phân giải cao và phát hiện thay đổi địa mạo bằng cách xây dựng dữ liệu mô hình bề mặt số và kỹ thuật số (DSM).

Nghiên cứu này nhằm đánh giá khả năng ứng dụng của UAV ở độ cao thấp cho việc khảo sát địa hình có

độ phân giải cao và phát hiện thay đổi địa mạo ở dạng địa hình phức tạp. Tác giả tiến hành thu thập dữ liệu từ tháng 06 năm 2018 đến tháng 02 năm 2019 với chu kỳ 4 tháng/lần. Quy trình thực hiện của phương pháp quang trắc UAV dựa trên phương pháp Structure from Motion (SfM) để tạo ra ảnh trực giao có độ phân giải cao và trích xuất dữ liệu DSM có độ chính xác cao trong ba giai đoạn. Những dữ liệu này sau đó được sử dụng để phân tích các thay đổi địa mạo trong khoảng thời gian trên bằng phương pháp DoD và DSAS.

KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Khu vực nghiên cứu là một đoạn 400m ở điểm du lịch Suối Tiên (Hình 1), thuộc phường Hàm Tiến, thành phố Phan Thiết, tỉnh Bình Thuận. Toàn bộ sườn dốc phía Tây (Hình 1, bên trái đoạn nghiên cứu) của dòng suối được chọn để đánh giá sự thay đổi địa mạo nơi đây bằng UAV. Khu vực này có địa hình tự nhiên với các khe rãnh xâm thực, hàm ếch, v.v. do dòng chảy xuất lộ. Trong những năm qua, hoạt động du lịch ngày càng gia tăng dẫn đến ảnh hưởng đến hình thái địa mạo tự nhiên, đồng thời gây nguy hiểm do sạt lở sườn dốc.

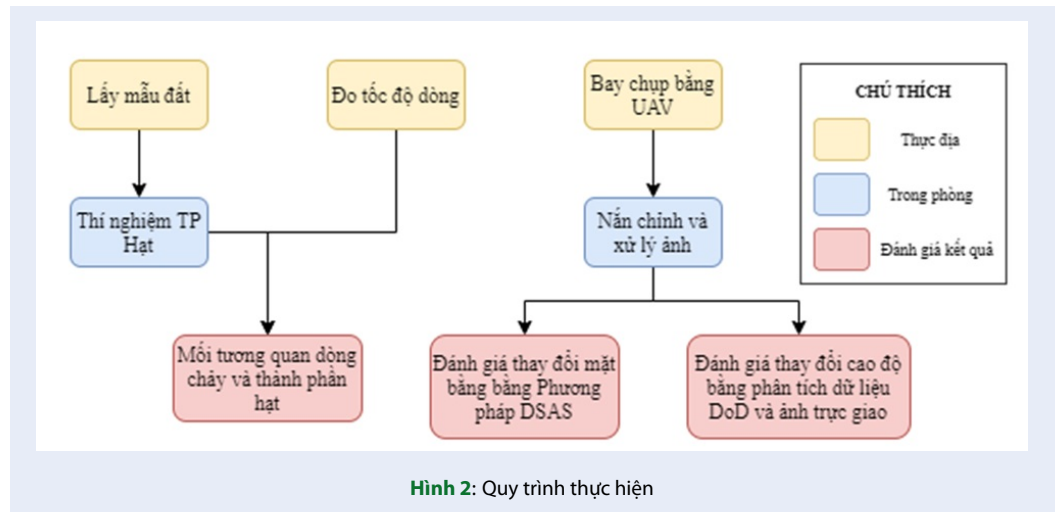
Theo tài liệu về khí tượng thủy văn trạm Phan Thiết thì khí hậu ở đây chịu ảnh hưởng của khí hậu nhiệt đới ven biển với hai mùa rõ rệt. Mùa mưa xuất hiện từ tháng 5 đến tháng 10, mùa khô xuất hiện từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau. Gió hướng Đông Bắc kéo dài từ tháng 10 đến tháng 4 năm sau. Gió Tây Nam xuất hiện từ tháng 5 đến tháng 9. Tốc độ gió trung bình lớn nhất trong năm là 16m/s¹².

Suối Tiên nằm trong khu vực có cao độ tương đối thay đổi nhiều với 2 tầng rõ rệt: tầng thứ nhất là khu đô thị ven biển với cao độ khoảng 10m đến 15m và tầng thứ hai là dọc theo dòng suối lên thượng nguồn dao động từ 20 đến 25m (trích xuất từ dữ liệu cao độ từ Google Earth).

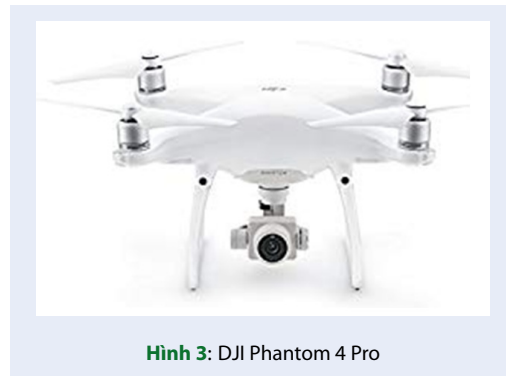
Về địa mạo, Suối Tiên có bề mặt địa hình bằng phẳng hoặc rất thoải, với độ nghiêng bề mặt khoảng 1-2°, ít khi đến 10° và có xu hướng nghiêng ra biển. Độ cao tuyệt đối của bề mặt thềm cát đỏ từ 10 đến hơn 100 m. Do tác động xâm thực của nước vào mùa mưa, đã hình thành các mương xói, rãnh xói, đặc biệt là các vách sạt lở dốc 50-70°, hoặc dựng đứng¹³. Suối Tiên được đánh giá là geosite có giá trị cao về mặt địa chất, địa mạo. Ở sườn phía Tây suối, có các dạng địa hình phản ánh đặc điểm thạch học của hai hệ tầng. Hệ tầng Phan Thiết cát đỏ xuất hiện các khe rãnh xâm thực, vết trượt, cát trôi. Hệ tầng Mũi Né cát trắng xám có các “tháp cát, nấm cát” giả karst, hàm ếch xâm thực, v.v.¹

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Quy trình thực hiện chung của phương pháp thể hiện qua hình 2, trình bày cụ thể ở những phần sau.



Hệ thống máy bay không người lái



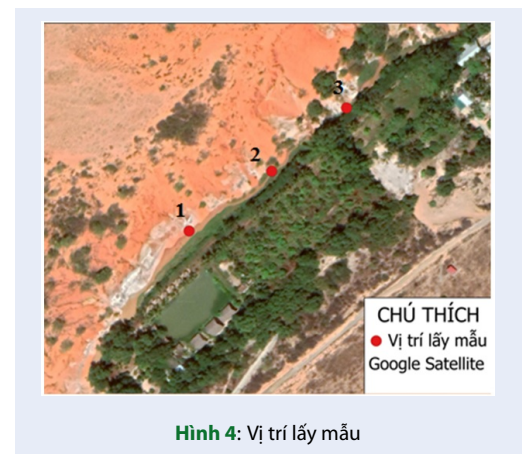
Máy bay DJI Phantom 4 Pro của công ty DJI được sử dụng để thu thập hình ảnh UAV của khu vực nghiên cứu. Phantom 4 Pro (Hình 3) có những ưu điểm không đòi hỏi đường băng khi cất cánh và hạ cánh. Với hệ thống gồm: thiết bị bay tích hợp nhiều cảm biến tiên tiến (10 cảm biến vật thể theo 5 hướng, cảm biến máy ảnh 1”CMOS), thiết bị điều khiển từ xa. UAV có thể thực hiện các chức năng bay chụp thủ công và bay chụp tự động theo kế hoạch đã được thiết kế nhờ vào hệ thống định vị GPS. Tốc độ cho phép tối đa là 20m/s, thời lượng bay chụp tối đa là 20 phút.

Phương pháp thực địa

Thực địa bao gồm ba công tác chính lấy mẫu đất, đo lưu tốc dòng chảy và bay chụp ảnh tại khu vực. Tác giả tiến hành lấy mẫu đất để thực hiện thí nghiệm thành phần hạt nhằm phân tích mối tương quan giữa tốc độ dòng và thành phần đất để đánh giá khả năng xói lở đất. Để phù hợp với khả năng, tác giả giả định tốc độ dòng là không đổi, chọn lấy mẫu không nguyên

trạng bằng xẻng chuyên dụng tại 3 khu vực có dòng chảy ổn định thể hiện trên hình 4. Mỗi vị trí tiến hành lấy 3 mẫu khác nhau (hình 5). Tiến hành lấy mẫu bằng xẻng tại vách sườn dốc, mỗi vị trí lấy 3 mẫu dọc theo điểm đo tại đầu, giữa, cuối (cách nhau 1m) của đoạn lấy mẫu. Mỗi mẫu lấy khoảng 1kg.

Đo tốc độ dòng chảy tại 3 vị trí lấy mẫu, tiến hành đo 3 lần tại 1 điểm và lấy giá trị vận tốc trung bình. Đo với khoảng cách ngắn để giả định tốc độ dòng là không đổi. Theo quy trình, tác giả xác định khoảng cách cần đo với điều kiện là dòng xói lở vào bờ tường cát, ở đây tác giả chọn khoảng đo là 2m. Tiếp theo, tác giả sử dụng đồ vật nổi trên mặt nước (xem như là tốc độ dòng nước), thả trôi từ điểm đầu đến điểm cuối và đo thời gian. Tác giả đo lặp lại 3 lần tại 1 điểm và lấy giá trị trung bình.



Để nghiên cứu biến động của địa mạo khu vực, tác giả tiến hành bay chụp theo chu kỳ 4 tháng/ lần, từ tháng 06/ 2018 đến tháng 02/ 2019. Phương pháp bay chụp



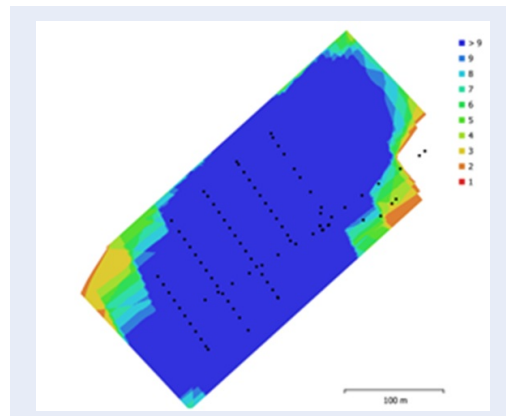
Hình 5: Lấy mẫu tại địa điểm nghiên cứu

gồm 2 công tác là thiết kế tuyến bay và bay chụp thu thập dữ liệu theo lộ trình thiết kế. Thông số bay chụp thể hiện ở Bảng 1.

Hình 6 thể hiện sự chồng lớp các bức ảnh ở thời điểm tháng 06 năm 2018, các điểm màu đen là vị trí của máy ảnh. Hầu hết khu vực được chụp 9 ảnh trở lên.

Phương pháp trong phòng

Xử lý ảnh bằng SfM



Hình 6: Độ chồng phủ ảnh trong khu vực dữ liệu tháng 06 năm 2018

SfM là thuật toán giúp tái tạo hình học cảnh quang 3D bằng cách giải thông số hình học của cảnh quang, vị trí camera và hướng bằng cách sử dụng quy trình Iterative Bundle adjustment, dựa trên cơ sở dữ liệu các thuộc tính được trích xuất tự động từ tập hợp nhiều hình ảnh chồng lớp^{14,15}.

Và sử dụng phần mềm Agisoft Photoscan để thực hiện phương pháp này (quy trình xử lý ở hình 7).

Ngoài ra, do đối tượng tập trung là địa hình nên cần thực hiện thêm bước phân lớp, chỉ giữ lại các điểm mặt đất trong phần mềm Agisoft Photoscan. Kết quả cuối cùng tạo được mô hình số địa hình (Digital terrain model – DTM).

Phương pháp thí nghiệm thành phần hạt

Thí nghiệm thành phần hạt theo TCVN 4198:2014 đất xây dựng – phương pháp phân tích thành phần hạt trong phòng thí nghiệm.

Tiến hành thí nghiệm theo phương thức sàng ướt, phân mẫu theo phương pháp chia tư đến khi đạt khối lượng phù hợp. Phương pháp áp dụng cho đất có tính dính (đất có chứa đáng kể các hạt bụi và sét). Tổng quát của phương pháp là nghiền mẫu đất qua sàng 10mm, sau đó phần đất lọt qua cho vào khay có nước sạch để ngập mẫu, khuấy đều rồi ngâm mẫu trong 1 giờ. Tiếp theo, mẫu đất sau khi ngâm được sàng qua sàng 2mm và sàng qua sàng 0,1mm. Phần dung dịch lọc qua các loại sàng được để lắng lại, bỏ nước và sấy khô các hạt trên sàng 10mm, 2mm, 0,1mm. Cuối cùng, phần đất trên sàng 2mm đem rây qua sàng 5mm, phần đất trên sàng 0,1mm đem rây qua sàng 1mm, 0,5mm và 0,25mm, phần trên sàng 10mm tùy thuộc vào kích thước hạt cụ thể của từng mẫu đất mà sàng qua các sàng có kích thước lỗ từ 20 mm, 40 mm, v.v. Cân khối lượng các nhóm hạt lại là hoàn tất.

Phương pháp đánh giá sự thay đổi

Đánh giá thay đổi cao độ thông qua phương pháp DoD và chồng lớp bản đồ

Về cơ bản, sự thay đổi chiều cao được phân tích đơn giản dựa trên phép trừ dữ liệu địa hình đa thời gian được gọi là DEM of Difference¹⁶. Đầu tiên là xây dựng DTM ở thời điểm ban đầu của giai đoạn đang xét. Sau đó tiếp tục xây dựng DTM ở thời điểm cuối của giai đoạn đang xét. Sau đó tiến hành chồng lớp dữ liệu và trừ 2 raster tại 2 thời điểm với nhau. Kết quả là mô hình thay đổi DTM.

Đánh giá thay đổi mặt bằng thông qua phương pháp xác định tốc độ xâm thực

Tốc độ xâm thực dòng được tính toán dựa trên phần mềm Digital Shoreline Analysis System (DSAS)¹⁷. Về nguyên lý, DSAS tạo ra các đường cắt được đặt vuông góc với đường cơ sở tham chiếu để cắt các đường bờ tạo ra các khoảng chia bằng nhau với một khoảng cách đo người dùng chỉ định dọc bờ. Vị trí của đường cơ sở là tự do, có thể được đặt theo quy ước hoặc ngay vị trí đường bờ đầu tiên được chọn làm mốc tham chiếu (hình 8).

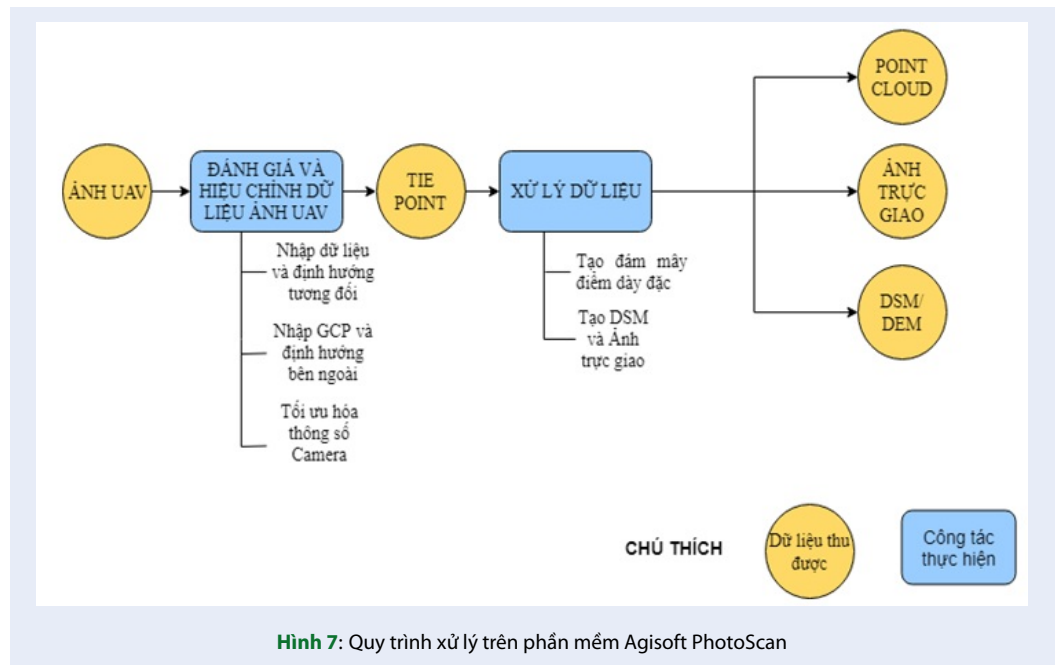
KẾT QUẢ

Trích xuất dữ liệu DTM và ảnh trực giao

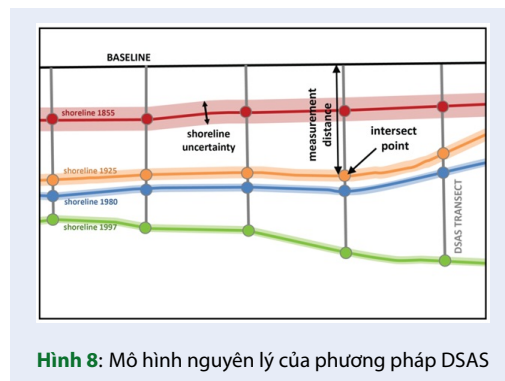
Dữ liệu DTM rất quan trọng đối với việc phân tích sự thay đổi và đánh giá địa hình (trắc diện, thể tích, v.v.). Đồng thời, ảnh trực giao giúp giải thích bổ sung nội

Bảng 1: Kế hoạch bay chụp

STT	Thông số	Tháng 06/2018	Tháng 10/2018	Tháng 02/2019
1	Diện tích bao phủ	6,5 (ha)	11,6 (ha)	8,72 (ha)
2	Thời gian chụp	10 phút	15 phút	12 phút
3	Độ phủ dọc (độ phủ theo đường bay)	90%	90%	90%
4	Độ ngửa ngang	70%	70%	70%
5	Số ảnh dự tính	93 (tấm)	137 (tấm)	113(tấm)
6	Độ cao bay	100 m	150 m	100 m
7	Độ phân giải	2,72 cm/pix	3,2 cm/pix	2,67 cm/pix



Hình 7: Quy trình xử lý trên phần mềm Agisoft PhotoScan



Hình 8: Mô hình nguyên lý của phương pháp DSAS

dung hình ảnh như mô tả một số đối tượng thể hiện sự di chuyển như đường bờ biển và đường thâm thực

vật.

Dữ liệu DTM được trích xuất với kích thước lưới là 5,5 cm × 5,5 cm ở cả 3 thời điểm. Hình 9 cho thấy dữ liệu DTM và đường đồng mức ở khu vực Suối Tiên, Bình Thuận vào tháng 6 năm 2018. Hầu hết các đặc điểm địa hình của Suối Tiên như độ dốc sườn, khe rãnh xâm thực, v.v. được thể hiện rõ và chính xác qua các giai đoạn.

Hình 10 là ảnh trực giao của khu vực có độ phân giải là 2,7 cm/pixel ở thời điểm tháng 06 năm 2018. Dựa trên ảnh, các đặc điểm của địa hình được phân biệt rõ ràng với nhau. Điển hình, phía Đông suối là các hàng quán của người dân nơi đây dựng lên, nhà hàng, hồ nước và vườn cây trồng. Phía Tây là dải sườn cát với chi tiết cao khi phóng to, giúp quan sát rõ ràng hiện trạng cảnh quan tại nơi đây.

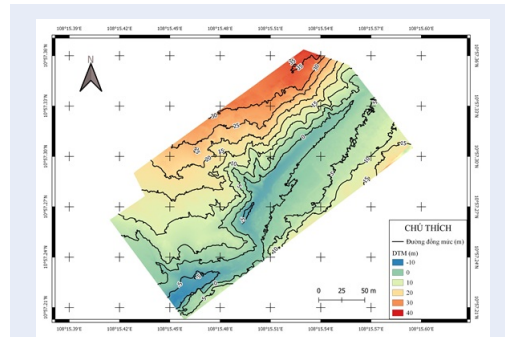
Kết quả phân tích thành phần hạt và tốc độ dòng chảy

Mẫu đất sau khi thí nghiệm được xác định gồm thành phần chính là cát hạt trung và hạt mịn (kết quả thể hiện ở phụ lục 1 Bảng 2).

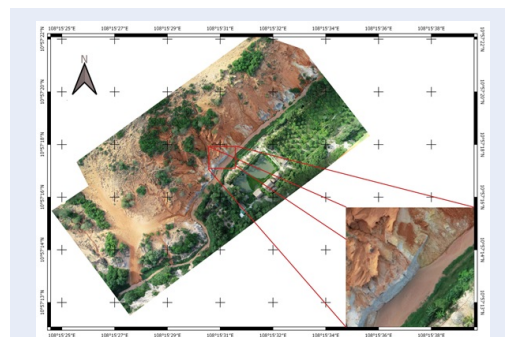
Tốc độ dòng trung bình được tính toán ở phụ lục 2 Bảng 3, kết quả tại khu vực ST1 là 0,44 m/s, khu vực ST2 là 0,72 m/s, khu vực ST3 là 0,50 m/s để đánh giá khả năng gây xói lở do dòng chảy.

Thay đổi địa hình khu vực

Những thay đổi địa hình của khu vực Suối Tiên được theo dõi dựa trên ba giai đoạn của dữ liệu DTM và ảnh trực giao tương ứng. Để đánh giá sự thay đổi đường chân sườn, tác giả tiến hành xây dựng và phân tích đường chân sườn ở các giai đoạn. Hình 11 thể hiện hình thái đường chân sườn màu tím (tháng 06 năm 2018), màu đen (tháng 10 năm 2018), màu xanh lá (tháng 02 năm 2019) trên nền ảnh trực giao vào tháng 06 năm 2018. Sự dịch chuyển đường chân sườn được tính toán theo công cụ DSAS trong ArcGIS thể hiện theo từng giai đoạn.



Hình 9: Dữ liệu DTM tháng 06/2018



Hình 10: Ảnh trực giao tháng 06/2018

Tác giả áp dụng phương pháp DoD trong phần mềm QGIS để tạo thành các mô hình DoD cho khu vực

Suối Tiên. Kết quả ở Hình 15, 16 và 17 là giá trị dương của sơ đồ cho thấy sự nâng lên của khu vực, trong khi giá trị âm tương ứng với sự hạ thấp địa hình. Kết quả phân tích từ tháng 06 năm 2018 đến tháng 02 năm 2019 (Hình 12) cho thấy sự dịch chuyển vào trong ở đoạn màu xanh trên hình, đồ thị phân bố phân phối chuẩn cho thấy có sự nâng cao trung bình vào khoảng 0.5m đến 1m, nổi bật ở phía đông sườn dốc. Riêng khu vực phía hạ thấp ở vòng tròn số 2 trong Hình 12, tác giả cho rằng nguyên nhân là do do tác động bởi khách du lịch khi tham quan khu vực này. Bên cạnh đó, khi tác giả tiến hành phân tích kĩ hơn theo từng thời điểm đã nhận thấy sự ảnh hưởng rõ rệt của khí hậu đến khu vực.



Hình 11: Sơ đồ đường chân dốc 3 thời điểm

THẢO LUẬN

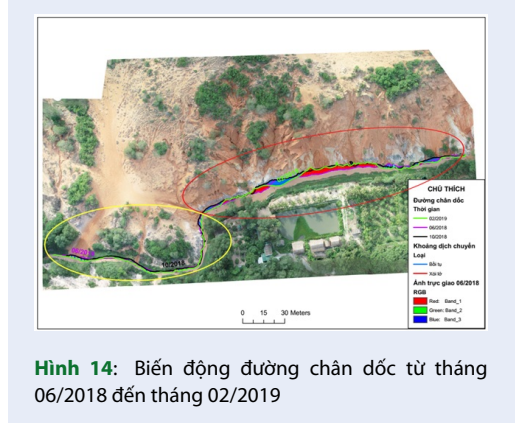
Giai đoạn tháng 06 đến tháng 10 năm 2018 (Hình 12), đường chân sườn bị xói lở mạnh chủ yếu từ sau đoạn uốn khúc trở đi (vòng tròn màu đỏ) và có khoảng xói lở trung bình xấp xỉ 2m. Hiện tượng bồi tụ không xảy ra mạnh trong khu vực này, xấp xỉ 0,6m. Ở đoạn uốn khúc (vòng tròn màu vàng), sự thay đổi ở giữa 2 thời điểm không đáng kể (khoảng trung bình xói lở là 0,8m và bồi tụ là 0,5m). Khúc uốn này không chịu ảnh hưởng từ dòng chảy vì chủ yếu dòng chảy ảnh hưởng về phía bên bờ đối diện.

Giai đoạn tháng 10 năm 2018 đến tháng 02 năm 2019 (Hình 13), xu hướng biến động ngược lại hoàn toàn, bồi tụ là chính và đặc biệt xuất hiện vào những vị trí không bị ảnh hưởng ở giai đoạn đầu tiên. Khoảng trung bình bồi tụ và xói lở tại vùng này lần lượt là 1,5m và 0,6m. Ở vùng uốn khúc (vòng tròn màu vàng) kết quả thu được phần lớn là bồi tụ. Tuy nhiên, tác giả đánh giá trên ảnh trực giao đã nhận thấy nguyên do bồi trượt lở ở trên sườn dốc dẫn đến đường chân dốc bị dịch chuyển ra.

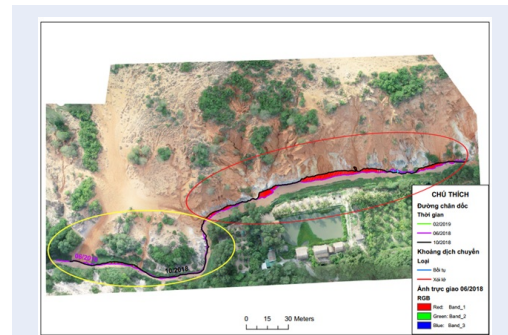
Tóm lại, giai đoạn từ tháng 06 năm 2018 đến tháng 02 năm 2019 (Hình 14), khu vực vừa có sự dịch chuyển

xói lở, bồi tụ tại những vị trí xen kẽ nhau (tại khu vực vòng tròn màu đỏ) và bồi tụ mạnh ở đoạn uốn khúc (vòng tròn màu vàng). Tác giả giải thích cho hiện tượng này là do năng lượng của dòng chảy khi qua các đoạn xói lở bị giảm mạnh, cần cân bằng lại nên đến các đoạn tiếp theo xảy ra hiện tượng bồi tụ. Kết quả tính toán tốc độ xói lở của khu vực là 1,95m/8 tháng và bồi tụ là 1,33m/8 tháng.

Kết quả phân tích sự thay đổi cao độ từ tháng 06 năm 2018 đến tháng 02 năm 2019 (Hình 15) thể hiện sự sụt giảm cao độ rõ ràng ở đoạn màu xanh trên hình. Đồ thị phân phối chuẩn cho thấy sự nâng cao trung bình vào khoảng 0,5m đến 1m, đặc biệt ở phía đông sườn dốc. Riêng khu vực hạ thấp tại vòng tròn số 2, giả thuyết do tác động bởi khách du lịch lên khu vực này. Khi tiến hành phân tích kĩ hơn theo từng thời điểm thì sự ảnh hưởng của khí hậu đến khu vực được thể hiện rõ rệt.



Hình 14: Biến động đường chân dốc từ tháng 06/2018 đến tháng 02/2019



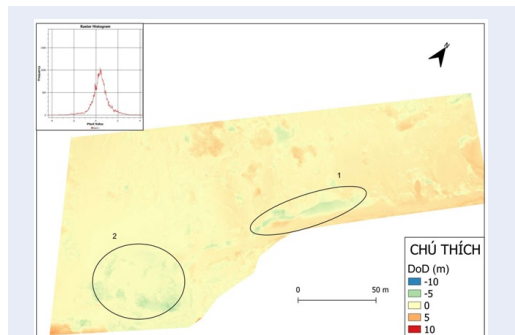
Hình 12: Biến động đường chân dốc từ tháng 06 đến tháng 10/2018



Hình 13: Biến động đường chân dốc từ tháng 10/2018 đến tháng 02/2019

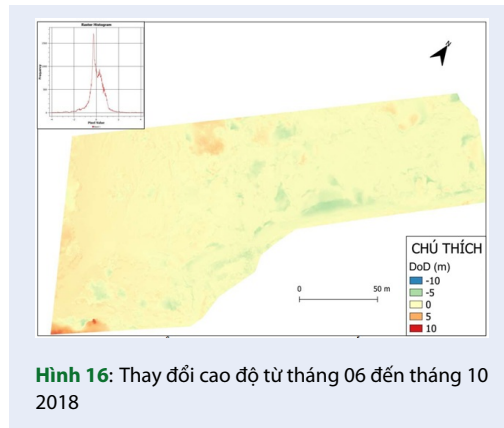
Giai đoạn từ tháng 10 năm 2018 đến tháng 02 năm 2019 (Hình 17), sự biến đổi rõ rệt theo chiều hướng nâng lên của khu vực dựa trên đồ thị phân phối tần suất. Từ đồ thị phân được 3 nhóm chính tương ứng

với 3 đỉnh. Nhóm 1 đại diện cho sự nâng cao địa hình với khoảng tập trung nhiều nhất là từ 0,5m đến gần 2m. Khu vực nâng lên phía Đông Bắc sườn chịu ảnh hưởng của gió Đông Bắc là chính, ít chịu ảnh hưởng từ hoạt động rửa trôi do đang trong mùa khô, lượng mưa thấp. Kết hợp với trượt lở từ đỉnh sườn nên khu vực có xu hướng tích tụ vật liệu và nâng cao lên. Nhóm 2 đại diện cho sự hạ thấp khu vực có giá trị âm từ khoảng -0,8m đến -0,5m thể hiện phía Tây Nam sườn. Nguyên nhân do vị trí này nằm theo con đường tham quan của du khách khiến cho địa hình bị hạ thấp và trượt lở. Nhóm 3 là khoảng không thay đổi từ -0,5m đến 0,5m là những khu vực ít bị tác động, nằm sâu bên trong đồi cát, ít bị ảnh hưởng của khách du lịch và dòng chảy.

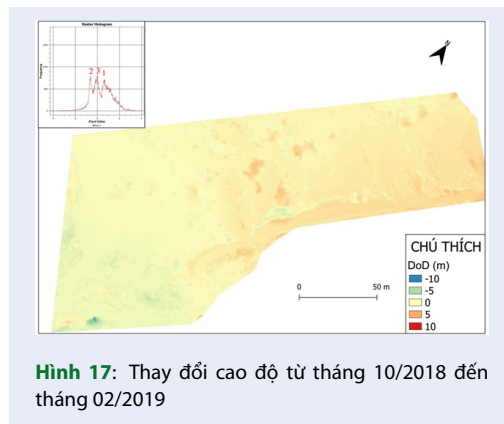


Hình 15: Thay đổi cao độ từ tháng 06/2018 đến tháng 02/2019: đoạn dịch chuyển vào trong (vòng tròn số 1), khu vực hạ thấp (vòng tròn số 2)

Để đánh giá về nguyên nhân gây ra trượt lở, tác giả xem xét tốc độ dòng chảy đối với điều kiện địa chất khu vực. Tốc độ dòng trung bình được tính toán ở phụ lục 2 Bảng 4 tại khu vực ST1 là $0,44 \pm 0,06\text{m/s}$, khu vực ST2 là $0,72 \pm 0,04\text{ m/s}$, khu vực ST3 là $0,50 \pm 0,03\text{ m/s}$ kết hợp với kết quả phân tích thành phần



hạt thể hiện ở Bảng 3 phụ lục 2, cho thấy vận tốc dòng tại cả 3 khu vực đều vượt quá vận tốc tối đa cho phép (0,2 – 0,35m/s) Bảng 4 phụ lục 3).



Từ các kết quả thu được, tác giả đưa ra một số kiến nghị như cần xây dựng các biển báo nguy hiểm cho du khách tham quan, thường xuyên khảo sát các đường chân sườn có sự dịch chuyển mạnh mẽ, đặc biệt là tại những điểm có sự xói lở mạnh (Hình 18). Đồng thời, các nhà quản lý cần hạn chế tác động của con người dọc khu vực này để không tăng nhanh tốc độ xói lở.



KẾT LUẬN

Kết quả thu thập và xử lý dữ liệu ảnh UAV ở các thời điểm giúp cung cấp các đặc điểm về địa hình và dòng chảy khu vực. Thông qua đó, cơ quan quản lý của khu sẽ đưa ra những quyết định tốt hơn cho công tác bảo tồn. Ảnh trực giao giúp quan sát chi tiết cảnh vật ở địa hình, xây dựng đường chân sườn dọc theo dòng suối và mô hình DTM giúp tính toán sự chênh lệch cao độ các thời điểm nhằm xác định những biến động của địa hình đang xảy ra trong khoảng thời gian đó. Kết quả tính toán tốc độ biến động là khá cao với tốc độ xói lở là 1,95m/8 tháng và bồi tụ là 1,33m/8 tháng (tính cả vật liệu bị trượt lở tích tụ lại). Đánh giá mối tương quan của tốc độ dòng chảy và vật liệu tại khu vực cho thấy vận tốc dòng chảy vượt vận tốc cực đại không gây rửa trôi đối với cát hạt mịn và trung. Cơ chế biến động của Suối Tiên chủ yếu là do yếu tố tự nhiên với ảnh hưởng trực tiếp của gió mùa Đông Bắc đến tốc độ và hướng dòng chảy khiến cho suối có xu hướng xâm thực theo hướng Tây và Tây Bắc vào đôi cát. Ngoài ra, yếu tố khách du lịch gia tăng cũng tác động một phần đến sự hạ thấp và xói lở của Suối Tiên. Cụ thể, du khách di chuyển bên trên tầng cát tại vị trí uốn khúc ở hạ nguồn và di chuyển bên trong lòng suối khiến cho lòng suối càng ngày càng bị khoét sâu làm thay đổi trạng thái cân bằng tại lòng suối góp phần gây xói lở đường bờ. Về các kiến nghị bảo tồn, các nhà quản lý cần có những biện pháp phù hợp như khoanh vùng sạt lở, đặt biển báo cấm, hạn chế khách du lịch số lượng lớn, v.v. giúp bảo tồn geosite đầy ý nghĩa này. Hạn chế của bài báo là sử dụng các điểm không thay đổi để nắn chỉnh mô hình và không xây dựng các điểm kiểm tra, cho nên tác giả chưa đánh giá sai số cụ thể của các điểm kiểm tra. Tác giả kiến nghị áp dụng phương pháp UAV để theo dõi định kỳ theo quý hoặc theo năm để đánh giá và dự đoán sự thay đổi địa hình trong tương lai, đồng thời sử dụng các các điểm kiểm tra để đánh giá sai số kết quả bằng sai số trung phương.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được hỗ trợ bởi khoa Khoa Kỹ thuật Địa chất & Dầu khí – Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG TPHCM

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

UAV: Thiết bị bay không người lái – Unmanned Aircraft Vehicles

SfM: Cấu trúc từ Chuyển động – Structure from Motion

DSM: Mô hình số bề mặt – Digital Surface Model

DoD: Mô hình thay đổi DEM – DEM of Difference

DEM: Mô hình số Độ cao – Digital Elevation Model
GPS: Hệ thống định vị toàn cầu – Global Positioning System
DTM: Mô hình số địa hình – Digital Terrain Model
TCVN: Tiêu chuẩn Việt Nam
DSAS: Hệ thống phân tích số hóa đường bờ – Digital Shoreline Analysis System

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả xin cam đoan rằng không có bất kỳ xung đột lợi ích nào trong công bố bài báo.

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Chung Minh Quân tham gia vào việc đưa ý tưởng thực hiện, đi lấy mẫu đất và bay UAV, xử lý dữ liệu ảnh và viết bản thảo.

Phùng Ngọc Anh tham gia vào việc đi thu thập dữ liệu, xử lý kết quả phân tích mẫu và đo đạc tốc độ dòng, và kiểm tra lại bài viết.

Trần Anh Tú tham gia vào việc đưa ý tưởng viết bài, tư vấn về biến động cảnh quan.

Lê Thanh Phong hướng dẫn đánh giá xói lở và hỗ trợ thiết bị.

Võ Trần Thế Vĩ hỗ trợ hướng dẫn thiết kế và bay UAV. Nguyễn Thế Được hỗ trợ hướng dẫn xử lý dữ liệu 3D.

PHỤ LỤC

Phụ lục 1 – Kết quả thí nghiệm thành phần hạt của mẫu đất Suối Tiên (Bảng 2)

Phụ lục 2 – Kết quả đo tốc độ dòng tại 3 vị trí (Bảng 3).

Phụ lục 3 – Mối tương quan vận tốc dòng với thành phần đất đá (Bảng 4).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Hải HQ, et al. CÁC GEOSITE VEN BIỂN TỈNH BÌNH THUẬN. 2016. [Online]. [Accessed 25 June 2019]; Available from: <https://diamoitruong.com/2016/02/02/cac-geosite-ven-bien-tinh-binh-thuan/>.
- Đình Châm D, et al. Ứng dụng công nghệ viễn thám và hệ thống thông tin địa lý trong đánh giá diễn biến bãi bồi ven biển cửa đáy qua các thời kỳ (1966 - 2011). Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất. 2013;4(35):349–356.
- Thụ PM, et al. Ứng dụng không ảnh máy bay đánh giá hiện trạng sử dụng tài nguyên ở Hòn Ông, Vịnh Vân Phong. VIETNAM JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY. 2013;51.
- Chen B, et al. High-resolution monitoring of - Beach topography and its change using unmanned aerial vehicle imagery. Ocean & Coastal Management. 2018;160:103–116. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.04.007>.
- Papakonstantinou A, et al. Coastline Zones Identification and 3D Coastal Mapping Using UAV Spatial Data. International Journal of Geo-Information. 2016;75. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijgi5060075>.
- Scarelli FM, et al. Seasonal dune and beach monitoring using photogrammetry from UAV surveys to apply in the ICZM on the Ravenna coast (Emilia-Romagna, Italy),” Remote Sensing Applications: Society and Environment. 2017;7(4):27–39. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2017.06.003>.
- Clapuyt F, et al. Reproducibility of UAV-based earth topography reconstructions based on Structure-from-Motion algorithms. Geomorphology. 2016;260(2):4–15. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.05.011>.
- U.S. Geological Survey. U.S. Geological Survey, [Online]. [Accessed 19 August 2021]; Available from: https://www.usgs.gov/centers/whcms/science/digital-shoreline-analysis-system-dsas?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects.
- Mutaqin BW. Shoreline changes analysis in Kuwaru coastal area, Yogyakarta, Indonesia: an application of the Digital Shoreline Analysis System (DSAS). International Journal of Sustainable Development and Planning. 2017;12(7):1203–1214. Available from: <https://doi.org/10.2495/SDP-V12-N7-1203-1214>.
- Baig MRI, et al. Analysis of shoreline changes in Vishakhapatnam coastal tract of Andhra Pradesh, India: an application of digital shoreline analysis system (DSAS). Annals of GIS. 2020;26(4):361–376. Available from: <https://doi.org/10.1080/19475683.2020.1815839>.
- Drone Deploy. Comercial Drone Industry Trend 2018. Drone Deploy. 2017;.
- UBND Thành phố Phan Thiết, [Online]; Available from: <https://phanthiet.binhthuan.gov.vn/>.
- Thuần NV, Thảo TV. TIỀM NĂNG SA KHOÁNG TITAN-ZIRCON CÔNG NGHIỆP TRONG TẢNG CÁT ĐỎ THUỘC HỆ TẢNG PHAN THIẾT Ở DẢI VEN BIỂN NAM TRUNG BỘ. [Online]; Available from: http://www.idm.gov.vn/nguon_luc/Xuat_ban/2008/A308/a18.htm.
- Snaveley N. Scene Reconstruction and Visualization from Internet Photo Collections. University of Washington Seattle, WA, USA ©2009. 2008;.
- Squarizoni C, et al. Differential single-frequency GPS monitoring of the La Valette landslide (French Alps). Engineering Geology. 2005;79(3-4):215–229. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2005.01.015>.
- Allan JL, et al. Geomorphic change detection using historic maps and DEM differencing: The temporal dimension of geospatial analysis. Geomorphology. 2012;137(1):181–198. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.10.039>.
- Woods Hole Coastal and Marine Science Center, [Online]; Available from: https://www.usgs.gov/centers/whcms/science/digital-shoreline-analysis-system-dsas?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects.
- Lômtdadze VD. Địa chất công trình. Địa chất động lực công trình, Hà Nội: Đại học và Trung học chuyên nghiệp Hà Nội. 1982;.

Bảng 2: Kết quả thí nghiệm thành phần hạt

STT	Số hiệu mẫu	THÀNH PHẦN HẠT, %					MÔ TẢ
		Cát 2,0 – 1,0	1,0 – 0,5	0,50 – 0,25	0,25 – 0,10	0,10 – 0,05	
1	ST 1-1	0,1	29,5	50,0	14,9	5,5	Cát hạt trung, xám
2	ST 1-2	0,1	28,9	50,1	15,6	5,3	Cát hạt trung, xám
3	ST 1-3	0,1	33,8	48,3	13,0	5,0	Cát hạt trung, xám
4	ST 2-1	0,1	14,1	57,5	25,0	3,4	Cát hạt trung, nâu đỏ
5	ST 2-2	0,1	14,9	56,4	25,5	3,2	Cát hạt trung, nâu đỏ
6	ST 2-3	0,1	18,2	55,8	23,1	2,8	Cát hạt trung, nâu đỏ
7	ST 3-1	0,1	3,0	16,9	74,0	6,0	Cát hạt mịn, vàng nâu
8	ST 3-2	0,1	2,7	52,6	42,5	2,2	Cát hạt trung, vàng nâu
9	ST 3-3	0,1	3,3	2,9	61,9	12,8	Cát hạt mịn, vàng nâu

Bảng 3: Kết quả đo tốc độ dòng chảy

Vị trí	Lần đo	Thời gian đo (s)	Thời gian đo Trung bình (s)	Khoảng cách (m)	Vận tốc TB (m/s)
ST1	1	6,88	6,14	2,68	0,44
	2	6,55			
	3	5			
ST2	1	4	3,74	2,68	0,72
	2	3,73			
	3	3,5			
ST3	1	5	5,40	2,68	0,50
	2	5,57			
	3	5,63			

Bảng 4: Vận tốc dòng nước cực đại cho phép không rửa trôi đối với các loại đất đá khác nhau¹⁸

Đất đá	Vận tốc (m/s)
Đá cứng	
Granit, diabaz, bazan, sienit, diorit, quaczit, gnai,... và các đá ít nứt nẻ	15
Cát kết gắn kết tốt, đá vôi, dolomit	4-5
Đá nửa cứng	
Đá vôi lỗ rỗng, dolomit, cát kết phân lớp	3-4
Đá kết vôi và cát sét kết, macno, phiến sét	2-3
Đất bờ rời không gắn kết	
Cuội sỏi, tầng lớn	4-5
Cuội sỏi, tầng nhỏ	3-4
Sỏi cuội thô	2-3
Sỏi cuội nhỏ	1-1.25
Sỏi	0.6-1
Cát thô	0.25-0.8
Cát trung - mịn	0.25-0.35
Cát thật mịn	0.2
Đất mềm dính	
Sét, á sét chặt	1.2
Sét, á sét kém chặt	0.5
Á cát chặt	0.6-0.8
Á cát kém chặt	0.25-0.35
Đất los	0.2-0.3

Assessing of topographic changes in the Fairy Stream, Phan Thiet by 3D topographic mapping method

Chung Minh Quan*, Tran Anh Tu, Phung Ngọc Anh, Le Thanh Phong, Vo Tran The Vi, Nguyen The Duoc



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

Currently, the Fairy Stream is a breathtaking tourist destination for domestic and foreign tourists due to the natural unspoiled beauty of the area. However, this landscape is vulnerable to human impacts such as littering, carving words on sand walls, climbing on sand walls causing slips and falls. Therefore, the requirements for management and monitoring of topographic changes are essential to preserving the beauty of this place. Unmanned aerial vehicle (UAV) technology is being widely applied in the world with much researches on applications in the fields of agriculture, mining, construction, etc. Thanks to the development of the "Structure from Motion" (SfM) method to generate a digital surface model (DSM) from UAV images and orthomosaic, which helps to accurately and quickly assess the topographic changes of the area. The author uses UAVs in landscape assessment, researches topographic changes in the Fairy Stream, Binh Thuan tourist, and 3D models at three different times about every 4 months. DEM of Difference (DoD) method is applied to analyze the change in elevation of the area and the Digital Shoreline Analysis System (DSAS) method to calculate the accretion and erosion interval over time. Flow velocity and material composition analysis demonstrate that the flow velocity exceeds the maximum erosion resistance velocities of fine and medium grain materials. Calculation by DSAS shows that erosion rate is 1.95m/8 months and accretion rate is 1.33m/8 months. After assessing, the author concludes that the fluctuation mechanism of the Fairy Stream is affected by the Northeast and Southwest monsoons, combined with the tourist factor. The study has demonstrated the potential of using UAVs in terrain change assessment to support authorities in decision-making, provide better management measures such as zoning sensitive areas, placing signs, restricting visitors, etc.

Key words: Unmanned aircraft vehicles, DSM, DoD, DSAS, terrain change, accretion, erosion, Geotourism

Faculty of Geology and Petroleum Engineering, University of Technology, VNU-HCM

Correspondence

Chung Minh Quan, Faculty of Geology and Petroleum Engineering, University of Technology, VNU-HCM

Email: chungminhquan.ideas97@gmail.com

History

- Received: 15-6-2021
- Accepted: 8-11-2021
- Published: 14-12-2021

DOI : 10.32508/stdjsee.v5i2.562



Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Cite this article : Quan C M, Tu T A, Anh P N, Phong L T, Vi V T T, Duoc N T. **Assessing of topographic changes in the Fairy Stream, Phan Thiet by 3D topographic mapping method.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 5(2):443-454.