



Ứng dụng công nghệ Google Earth Engine và GIS xác định biến động đường bờ biển thành phố Sầm Sơn, tỉnh Thanh Hóa

Lê Thị Giang*, Trần Quốc Vinh, Lại Thị Hồng Thắm

Học viện Nông nghiệp Việt Nam

Email tác giả liên hệ: lethigiang@vnua.edu.vn

DOI: [10.5281/zenodo.15795352](https://doi.org/10.5281/zenodo.15795352)

Tóm tắt:

Mục đích của nghiên cứu là ứng dụng công nghệ Google Earth Engine (GEE) và GIS để xác định biến động đường bờ biển từ năm 2000 đến năm 2023 trên địa bàn thành phố Sầm Sơn, tỉnh Thanh Hóa. Nghiên cứu đã sử dụng dữ liệu ảnh Landsat 5, Landsat 8 trên Google Earth Engine, đồng thời sử dụng công nghệ GIS để xác định biến động đường bờ biển. Kết quả nghiên cứu cho thấy, việc sử dụng GEE rút ngắn được thời gian xử lý cũng như tiết kiệm được bộ nhớ lưu trữ và tốc độ xử lý dữ liệu ảnh. Sự biến động đường bờ biển trên địa bàn thành phố Sầm Sơn diễn ra khác nhau ở các đoạn khác nhau dọc bờ biển. Từ năm 2000 đến 2010, diện tích xói lở đường bờ biển tăng lên đáng kể từ 288 898m² lên 384 248m² trong giai đoạn 2010-2020, sau đó giảm xuống còn 208 662m² trong giai đoạn 2020-2023. Trong khi đó, diện tích bồi tụ giảm từ 569 563m² xuống còn 361 499m² trong giai đoạn 2010-2020, sau đó lại giảm xuống còn 109 367m² trong giai đoạn 2020-2023. Kết quả nghiên cứu này giúp các nhà quản lý ra quyết định đúng đắn trong việc quản lý sử dụng đất ven biển.

Từ khóa: Biến động đường bờ biển, Google Earth Engine, GIS, Sầm Sơn

Ngày nhận bài: 25/05/2025

Ngày sửa lại: 25/06/2025

Ngày chấp nhận đăng: 27/06/2025

Ngày xuất bản: 30/06/2025

Application of Google Earth Engine and GIS technology to determine coastal changes in Sam Son city, Thanh Hoa province

Le Thi Giang*, Tran Quoc Vinh, Lai Thi Hong Tham

Vietnam National University of Agriculture

Corresponding Author Email: lethigiang@vnua.edu.vn

Abstract:

The purpose of the study is to apply Google Earth Engine (GEE) and GIS technology to determine the coastline changes from 2000 to 2023 in Sam Son city, Thanh Hoa province. The study used Landsat 5 and Landsat 8 image data on Google Earth Engine, and at the same time used GIS technology to determine the coastline changes. The research results show that using GEE shortens the processing time as well as saves storage memory and image data processing speed. Coastal changes in Sam Son city occur differently in different sections along the coast. From 2000 to 2010, the coastal erosion area increased significantly from 288,898m² to 384,248m² in the period 2010-2020, then decreased to 208,662m² in the period 2020-2023. Meanwhile, the accretion area decreased from 569,563m² to 361,499m² in the period 2010-2020, then decreased again to 109,367m² in the period 2020-2023. This research result helps managers make the right decisions in coastal land use management.

Keywords: Coastal changes, Google Earth Engine, GIS, Sam Son District

Submission received: 25/05/2025

Revised: 25/06/2025

Accepted: 27/06/2025

Published: 30/06/2025

1. Đặt vấn đề

Biến động đường bờ là diễn biến địa chất cơ bản ở vùng ven biển, trong đó bao gồm cả quá trình xâm thực và bồi tụ. Phân tích biến động đường bờ đóng một vai trò quan



trọng trong quá trình quản lý vùng ven biển do bờ biển có đặc điểm biến động theo thời gian, đồng thời chúng có mối quan hệ trực tiếp với hiện tượng xói lở và bồi tụ ở các vùng ven biển. Những năm gần đây, phần lớn các đường bờ biển trên toàn thế giới chứng kiến những hậu quả nặng nề của xói lở và hiện tượng này đang diễn ra ngày càng nghiêm trọng. Biến động đường bờ bao gồm xói lở và bồi tụ, đây là một quá trình tự nhiên, thường xuyên xảy ra không thể tránh khỏi của đới ven bờ [1]. Xói lở và bồi tụ làm thay đổi diện mạo đường bờ, diễn biến theo không gian và thời gian rất phức tạp gây ảnh hưởng đến kinh tế - xã hội như mất đất, đe dọa phá hủy công trình đê kè ven biển, đặc biệt là ảnh hưởng đến hoạt động du lịch, sản xuất ven biển. Hiện có nhiều phương pháp triết xuất nước từ hình ảnh vệ tinh quang học đã được đề xuất, chẳng hạn như phương pháp ngưỡng [2], phương pháp phân bố băng tần [3] và phương pháp chỉ số nước phổ [4]. Ảnh vệ tinh đã trở thành một nguồn dữ liệu đầu vào quan trọng trong các nghiên cứu phân tích biến đổi đường bờ bởi chúng chứa đựng một lượng lớn dữ liệu về không gian và thời gian. Tuy nhiên việc xử lý ảnh vệ tinh theo phương pháp truyền thống đòi hỏi một lượng lớn thời gian tải và không gian lưu trữ, đặc biệt với các phân tích dài hạn.. Vì vậy với nền tảng Google Earth Engine (GEE), công nghệ điện toán đám mây, xuất hiện như một công cụ hiệu quả với khả năng truy cập vào nguồn ảnh vệ tinh và xử lý trực tuyến một lượng lớn dữ liệu không gian địa lý mà không cần phải trở thành một chuyên gia công nghệ thông tin. Sử dụng công nghệ Google Earth Engine (GEE) kết hợp với hệ thống tin Địa lý (GIS) nhằm tự động hóa, phân tích nhanh chóng đảm bảo được mục tiêu đánh giá một cách hiệu quả biến động đường bờ biển.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Thu thập số liệu

Ảnh vệ tinh sử dụng trong nghiên cứu này là ảnh Landsat được thu thập bởi công cụ GEE. Trong nghiên cứu, sử dụng 4 ảnh Landsat 8-9 OLI/TIRS và Landsat 4,5 với độ



phân giải 30m đặc trưng cho các thời điểm 2000, 2010, 2020, 2023 để phân tích diễn biến đường bờ khu vực Thành phố Sầm Sơn.

2.2. Phương pháp phân tích xử lý dữ liệu

Nghiên cứu sử dụng công nghệ viễn thám và GIS trong phân tích xử lý dữ liệu để đánh giá biến động đường bờ [4-6]. Sau khi hiệu chỉnh ảnh, cắt ảnh và tổ hợp màu, Các chỉ số NDWI (Normalized Difference Water Index), MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index) [7] và AWEI (Automated Water Extraction Index) được tính toán theo công thức (1), (2), (3), đây đều là các chỉ số được sử dụng để phát hiện và theo dõi sự khác biệt nước và đất liền trong ảnh chụp từ vệ tinh.

$$NDWI = (GREEN - NIR) / (GREEN + NIR) \quad (1)$$

$$MNDWI = (G - SWIR) / (G + SWIR) \quad (2)$$

$$AWEI = 4 \times (Green - 0.25 \times NIR - 2.75 \times SWIR - 0.75 \times Blue) \quad (3)$$

Các chỉ số NDWI, MNDWI và AWEI đều được sử dụng để phân tích đường bờ dựa trên dữ liệu hình ảnh vệ tinh hoặc máy bay không người lái. Chúng đánh giá sự chênh lệch giữa mặt nước và đất, giúp phân biệt đường bờ một cách hiệu quả. NDWI và MNDWI sử dụng bước sóng xanh lá và gần hồng ngoại, trong khi AWEI tích hợp nhiều bước sóng khác nhau, cung cấp thông tin chi tiết về môi trường nước.

Sau khi hoàn thành tập dữ liệu đường bờ, việc xác định biến động đường bờ được thực hiện bằng phần mềm ArcGIS. Bản đồ biến động đường bờ cho các giai đoạn 2000 - 2010, 2010 - 2020, 2021 – 2023 và toàn thời gian 2000-2023 được xây dựng.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Phân tách đối tượng khu vực bờ biển

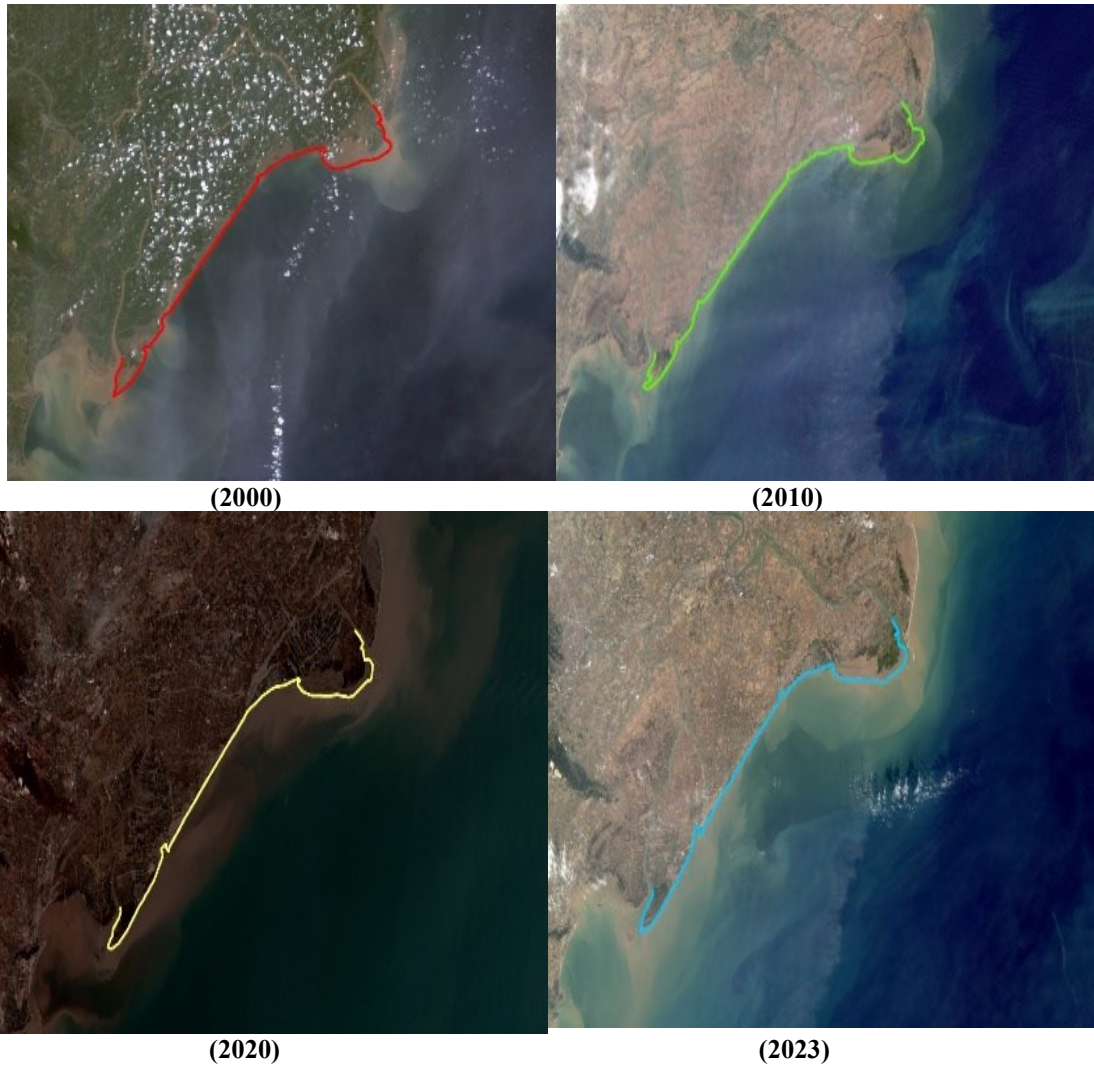


Hình 1. Hình ảnh chia khu vực nghiên cứu thành 2 đoạn

Đối với đánh giá biến động đường bờ ở Thành phố Sầm Sơn, nghiên cứu được phân chia thành các đoạn như chỉ ra trên Hình 1. Thực hiện xử lý ảnh vệ tinh Landsat thành các chỉ thị phổ. Sau đó thực hiện phân tích thảm thực vật chỉ số NDWI, xác định giá trị ngưỡng phân biệt giữa nước và đất.

Với sự hỗ trợ của nền tảng Google Earth Engine bằng cách sử dụng các mã code và theo nguyên lý sử dụng các chỉ số NDWI (Normalized Difference Water Index), MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index) và AWEI (Automated Water Extraction Index) để xử lý ảnh và kết quả các bản đồ đường bờ tại các thời điểm ảnh

2000, 2010, 2020 và 2023 được xây dựng (Hình 2). Bản đồ đường bờ được đánh giá độ chính xác bằng phương pháp tính hệ số Kappa với lần lượt cho năm 2000, 2010, 2020 và 2023 là 0,89; 0,88; 0,92, 0,92.



Hình 2. Bản đồ đường bờ tại các thời điểm 2000, 2010, 2020, 2023

3.2 Biến động đường bờ khu vực thành phố Sầm Sơn

Với sự phân tích và xử lý số liệu bản đồ bằng công cụ phân tích không gian của GIS, Bản đồ biến động đường bờ khu vực thành phố Sầm Sơn theo 3 giai đoạn 2000-2010, 2010-2020 và 2020- 2023 được xây dựng, kết quả được thể hiện dưới các Hình 3, 4, 5.



Hình 3. Bản đồ biến động đường bờ giai đoạn 2000- 2010 (2000 màu đỏ, 2010 màu xanh)



Hình 4. Bản đồ biến động đường bờ giai đoạn 2010- 2020 (2010 màu xanh, 2020 màu vàng)



Hình 5. Bản đồ biến động đường bờ giai đoạn 2020- 2023 (2020 màu vàng, 2023 màu xanh)

3.3. Diện tích xói lở và bồi tụ qua các giai đoạn

Từ bản đồ biến động đường bờ biển, với sự trợ giúp của ArcGIS, bản đồ xói lở và bồi tụ bờ biển thành phố Sầm Sơn được xây dựng cho các giai đoạn 2000-2010, 2010-2020 và 2020-2023. Trong đó những khu vực ven biển bị xói lở (thể hiện màu đỏ) và bồi tụ (thể hiện màu xanh) trên bản đồ xuất hiện ở các giai đoạn khác nhau có sự xuất hiện rải rác ở một số vị trí khác nhau (Hình 6, 7, 8).



Hình 6. Bản đồ xói lở và bồi tụ giai đoạn 2000- 2010



Hình 7. Bản đồ xói lở và bồi tụ giai đoạn 2010- 2020



Hình 8. Bản đồ xói lở và bồi tụ giai đoạn 2020- 2023

Nhìn chung quá trình xói lở diễn ra mạnh mẽ hơn do nhiều yếu tố tác động khác nhau.

Bảng 1. Diện tích xói lở và bồi tụ qua các giai đoạn

| Giai đoạn \ Hiện tượng | Xói lở | Bồi tụ |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| 2000 – 2010 | 288 898 m ² | 569 563 m ² |
| 2010 – 2020 | 384 248 m ² | 361 499 m ² |
| 2020 – 2023 | 208 662 m ² | 109 367 m ² |



Từ năm 2000 đến năm 2023, bờ biển thành phố Sầm Sơn có xu hướng “bồi mạnh hơn xói”. Diện tích bồi ra (54,44 ha) lớn hơn diện tích xói lở (28,13 ha) khoảng 1,94 lần.

Dựa vào Bảng 3.2, ta có thể thấy sự biến động của diện tích xói lở và bồi tụ đường bờ biển tại thành phố Sầm Sơn, tỉnh Thanh Hóa trong các giai đoạn khác nhau. Từ năm 2000 đến 2010, diện tích xói lở đường bờ biển tăng lên đáng kể từ 288.898m² lên 384.248m² trong giai đoạn 2010-2020, sau đó giảm xuống còn 208.662m² trong giai đoạn 2020-2023. Trong khi đó, diện tích bồi tụ giảm từ 569.563m² xuống còn 361.499m² trong giai đoạn 2010-2020, sau đó lại giảm xuống còn 109.367m² trong giai đoạn 2020-2023. Từ phân tích trên, có thể nhận thấy rằng sự biến động của diện tích xói lở và bồi tụ đường bờ biển là không ổn định và phức tạp. Có thể có nhiều yếu tố gây ra sự biến đổi này, bao gồm tác động của biến đổi khí hậu, hoạt động con người và sự thay đổi tự nhiên của môi trường.

3.4. Thảo luận

Việc ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS trong nghiên cứu biến động đường bờ biển là một phương pháp ưu việt, giúp chúng ta có thể có được những thông tin biến động đường bờ một cách nhanh chóng, tiết kiệm được nhiều công sức, thời gian và kinh phí. Việc xác định đường bờ biển bản chất là xác định phân biệt giữa đất và nước tại thời điểm chụp ảnh vì vậy để có kết quả chính xác, đầy đủ cần có dữ liệu ảnh có độ phân giải cao, trong nghiên cứu này vì sử dụng ảnh miễn phí nên ảnh chỉ có độ phân giải trung bình, nếu có điều kiện được tiếp tục nghiên cứu sẽ phải hoàn thiện hơn khi tiếp cận nguồn ảnh viễn thám độ phân giải cao như ảnh IKoNos (1m) hoặc Quickbird (0,6m). Bên cạnh đó cần có kiến thức chuyên sâu về địa lý để phân tích, khảo sát kỹ về yếu tố ảnh hưởng đến quá trình biến động như địa hình, địa chất và thủy hải văn.

Việc biến động đường bờ biển thường khác nhau tại các thời điểm khác nhau và tại các khu vực khác nhau. Trong giai đoạn 2020 - 2023, sự bồi tụ tại phường Quảng Cư, Bắc Sơn và Trường Sơn cùng với sự xói lở tại phường Trung Sơn cho thấy một hình ảnh



phức tạp hơn về sự biến động của đường bờ biển. Đây là dấu hiệu cho thấy cần phải tiếp tục theo dõi và đánh giá để đưa ra các biện pháp bảo vệ môi trường và ổn định địa hình hiệu quả. Vì vậy nếu có điều kiện về thời gian và kinh phí nên nghiên cứu cho từng đoạn bờ biển khác nhau. Trong nghiên cứu này mới chỉ phân tích biến động đường bờ theo thời điểm chứ chưa phân tích sâu về các yếu tố ảnh hưởng đến biến động đường bờ cho từng huyện ven biển trong tỉnh Thanh Hóa.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã đưa ra các kết quả về đường bờ của các năm 2000, 2010, 2020 và 2023 của khu vực bờ biển thành phố Sầm Sơn tỉnh Thanh Hóa từ dữ liệu viễn thám sử dụng nền tảng Google Earth Engine và GIS. Qua phân tích sự thay đổi đường bờ tại khu vực bờ biển thành phố Sầm Sơn tỉnh Thanh Hóa, kết quả cho thấy:

- Sự biến động đường bờ biển trên địa bàn thành phố Sầm Sơn diễn ra khác nhau ở các đoạn khác nhau dọc bờ biển, Từ năm 2000 đến 2010, diện tích xói lở đường bờ biển tăng lên đáng kể từ 288.898m² lên 384.248m² trong giai đoạn 2010-2020, sau đó giảm xuống còn 208.662m² trong giai đoạn 2020-2023. Trong khi đó, diện tích bồi tụ giảm từ 569.563m² xuống còn 361.499m² trong giai đoạn 2010-2020, sau đó lại giảm xuống còn 109.367m² trong giai đoạn 2020-2023.

- Quá trình bồi tụ chiếm ưu thế hơn trên toàn khu vực bờ biển thành phố Sầm Sơn. Diện tích bồi tụ cao hơn diện tích xói lở.

- Hiện tượng xói lở và bồi tụ xảy ra ở đây nguyên nhân là do biến đổi khí hậu, khai thác cát vùng bờ biển của thành phố Sầm Sơn.

- Việc sử dụng nền tảng Google Earth Engine trong quá trình xử lý dữ liệu đã rút ngắn được thời gian xử lý, tiết kiệm được bộ nhớ lưu trữ với công nghệ điện toán đám mây, GEE xuất hiện như một công cụ hiệu quả với khả năng truy cập vào nguồn ảnh vệ tinh và xử lý trực tuyến một lượng lớn dữ liệu không gian địa lý.



Cam kết của các tác giả

Tất cả các tác giả có tên trong bài báo cam kết sự đồng thuận và không có xung đột lợi ích trong công bố khoa học tại bài báo này.

Tài liệu tham khảo

- [1] Trần Thanh Tùng, Janvan de Graaff, 2006. “Hình thái bờ biển. Đại học thủy lợi”.
- [2] FOODY G, 2002, *Status of land cover classification accuracy assessment. Remote Sensing of Environment*, Hà Nội, 231, 80(1): 185–201
- [3] ALESHEIKH A, GHORBANALI A and NOURI A, 2007, “Coastline change detection using remote sensing”. *International Journal of Environmental Science and Technology* 4(1): 61–66
- [4] ACHARYA T, SUBEDI A and LEE D, 2018, Evaluation of water indices for surface water extraction in a Landsat 8 scene of Nepal. *Sensors* 18(8): 2580. DOI: <https://doi.org/10.3390/s18082580>
- [5] Dean, Robert G, 2002. “Coastal processes: with engineering applications”. Cambridge, UK Cambridge.
- [6] Qihao, W., 2010. “Remote Sensing and GIS Integration: Theories, Methods, and Applications”. McGraw-Hill, United States.
- [7] Xu H., 2006. “Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery”. *International Journal of Remote Sensing* 27(14): 3025–3033

Article © 2024 by Magazine of Geodesy - Cartography is licensed under CC BY 4.0

