

Ứng dụng viễn thám và GIS trong đánh giá biến động đường bờ tại thành phố Rạch Giá, giai đoạn 2000 - 2020

Lê Chí Lâm¹, Phạm Trần Minh Quân¹, Võ Thị Kim Anh¹, Trần Thị Huyền^{1*}

¹Địa chỉ: Trường Đại học Khoa học Xã hội và Nhân văn, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Email tác giả liên hệ: huyentran@hcmussh.edu.vn

<https://doi.org/10.5281/zenodo.21072275>

Tóm tắt:

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu và nước biển dâng toàn cầu, vùng ven biển Việt Nam đang đối mặt với nhiều thách thức về xói lở và bồi tụ bờ biển. Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá sự biến động đường bờ tại bờ biển thành phố Rạch Giá (tỉnh An Giang) thông qua công nghệ viễn thám bằng nền tảng Google Earth Engine, kết hợp với công nghệ GIS (công cụ DSAS). Trong nghiên cứu, phương pháp ảnh tỷ số MNDWI kết hợp kỹ thuật ngưỡng hóa OTSU được sử dụng cho trích xuất đường bờ dựa trên ảnh vệ tinh Landsat 5 và Landsat 8 đã thời gian trong giai đoạn 2000 – 2020 và sử dụng công cụ DSAS để tính toán, phân tích biến động của đường bờ thông qua các chỉ số SCE, NSM, EPR và LRR trong giai đoạn này. Kết quả nghiên cứu cho thấy đường bờ Rạch Giá có sự biến động mạnh theo hướng bồi tụ, phần lớn tương ứng với các khu vực đô thị lấn biển (chiếm khoảng 88,09% trên tổng chiều dài đường bờ bồi tụ). Cụ thể, tốc độ thay đổi đường bờ trung bình theo EPR của đường bờ Rạch Giá lên đến 6 – 10 m/năm, tốc độ LRR cũng đạt tối đa 11,94 m/năm, cho thấy sự bồi tụ mạnh ở khu vực đường bờ này. Nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học cho công tác quản lý tổng hợp vùng bờ và quy hoạch phát triển đô thị ven biển bền vững.

Từ khóa: Biến động đường bờ, Rạch Giá, MNDWI, OTSU, DSAS, Google Earth Engine.

Ngày nhận bài: 27/05/2026 Ngày sửa lại: 05/06/2026 Ngày chấp nhận đăng: 06/06/2026 Ngày xuất bản: 30/06/2026

Application of remote sensing and GIS in assessing coastline changes in Rach Gia city, 2000–2020

Le Chi Lam¹, Pham Tran Minh Quan¹, Vo Thi Kim Anh¹, Tran Thi Huyen^{1*}

¹University of Social Sciences and Humanities, Vietnam National University Ho Chi Minh City, Ho Chi Minh City, Viet Nam

Corresponding Author Email: huyentran@hcmussh.edu.vn

Abstract:

In the context of global climate change and sea level rise, Vietnam's coastal zones face numerous challenges from shoreline erosion and accretion. This study aims to evaluate coastline changes in the coastal area of Rach Gia City (An Giang Province) using remote sensing technology based on the Google Earth Engine (GEE) platform, combined with Geographic Information System (GIS) tools, specifically the Digital Shoreline Analysis System (DSAS). The results indicate that the coastline of Rach Gia has undergone significant accretion, predominantly in areas of coastal land reclamation, accounting for approximately 88.09% of the total length of accreted shoreline. The average shoreline change rate (EPR) reaches 6–10 m/year, and the Linear Regression Rate (LRR) reaches up to 11.94 m/year. The study provides scientific basis for integrated coastal zone management and sustainable coastal urban development planning.

Keywords: Coastline change, Rach Gia, MNDWI, OTSU, DSAS, Google Earth Engine..

Submission received: 27/05/2026

Revised: 05/06/2026

Accepted: 06/06/2026

Published: 30/06/2026

1. Giới thiệu

Vùng ven biển là một trong những khu vực đông dân cư và có tầm quan trọng kinh tế-xã hội cao trên thế giới. Tuy nhiên, biến đổi khí hậu và nước biển dâng đang đặt ra nhiều thách thức nghiêm trọng cho các vùng bờ biển toàn cầu. Dựa trên phân tích ảnh vệ tinh từ năm 1984–2016, khoảng 24% bãi biển cát trên thế giới đang bị xói lở với tốc độ vượt quá 0,5 m/năm, trong khi 28% bồi tụ và 48% ổn định [1]. Tại khu vực Đồng bằng sông Cửu Long, một trong những đồng bằng lớn nhất thế giới, tình trạng xói lở bờ biển đã trở nên nghiêm trọng trong những thập kỷ gần đây, với hơn 50% chiều dài đường bờ (trên 600 km) đang trong tình trạng xói lở [2–4].

Thành phố Rạch Giá là khu vực ven biển giáp vịnh Thái Lan, có đặc điểm địa hình bờ thấp do hình thành từ quá trình bồi tụ trầm tích. Nhằm mở rộng không gian phát triển đô thị, địa phương đã triển khai các dự án lấn biển quy mô lớn từ năm 1999 và tiếp tục kéo dài đến nay. Đây là một trong những địa phương có hoạt động lấn biển quy mô lớn nhất Việt Nam [5–6]. Quá trình mở rộng đất liền ra biển đã làm biến đổi đáng kể hình thái đường bờ, trong đó hoạt động lấn biển là yếu tố chính dẫn đến sự thay đổi vị trí đường bờ tại khu vực này, bên cạnh các tác động từ yếu tố tự nhiên như thủy triều, sóng và dòng chảy ven bờ.

Trong bối cảnh đó, nghiên cứu nhằm đánh giá sự thay đổi không gian – thời gian của đường bờ khu vực thành phố Rạch Giá trong giai đoạn 2000–2020, từ đó xác định mức độ ảnh hưởng của hoạt động lấn biển cũng như các yếu tố tự nhiên đến hiện trạng và xu hướng dịch chuyển đường bờ. Trên thế giới và tại Việt Nam, nhiều nghiên cứu đã ứng dụng công nghệ viễn thám kết hợp hệ thống thông tin địa lý (GIS) trong phân tích biến động đường bờ biển, sử dụng các kỹ thuật xử lý ảnh phổ biến như ảnh tỷ số, phân ngưỡng hoặc phân loại đối tượng trên ảnh vệ tinh quang học. Đặc biệt, sự phát triển của nền tảng điện toán đám mây Google Earth Engine (GEE) đã mở ra khả năng xử lý khối lượng lớn dữ liệu ảnh vệ tinh một cách hiệu quả [7]. Trong đó, chỉ số MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index) được sử dụng rộng rãi để tăng cường khả năng phân biệt bề mặt nước, đặc biệt trên các ảnh vệ tinh Landsat [8–11]. Các công cụ như CoastSat cũng đã được phát triển cho phép trích xuất đường bờ tự động với độ chính xác khoảng 10 m [12]. Ngoài ra, thuật toán ngưỡng hóa OTSU giúp tự động xác định ngưỡng phân tách tối ưu giữa vùng nước và đất, từ đó cải thiện độ chính xác trong việc trích xuất đường bờ [13–14].

Sau khi xác định được đường bờ, quá trình phân tích biến động được thực hiện bằng công cụ DSAS (Digital Shoreline Analysis System), một phần mở rộng của phần mềm ArcGIS, cho phép tính toán các chỉ số biến động quan trọng như SCE (khoảng cách dịch chuyển cực đại), NSM (khoảng cách dịch chuyển thuận), EPR (tốc độ thay đổi trung bình hàng năm) và LRR (tốc độ thay đổi theo tuyến tính dài hạn) [10–11, 13–14].

Tại tỉnh Kiên Giang cũ (nay là tỉnh An Giang), đã có nghiên cứu về hiện tượng xói lở và bồi tụ của bờ biển khu vực, song đây là kết quả đã được nghiên cứu từ năm 2018, đồng thời phân tích đường bờ trên phạm vi cả tỉnh [15]. Ngoài ra,

nghiên cứu [16] năm 2017 về tác động của hoạt động nhân sinh đến xói lở bờ biển Kiên Giang, [17] năm 2015 về các yếu tố ảnh hưởng đến biến động đường bờ tại Hòn Đất, cũng như đánh giá video đường bờ trong nghiên cứu [18] năm 2015 đã cung cấp những hiểu biết quan trọng về động lực học đường bờ trong khu vực. Vì vậy, nghiên cứu này hướng đến việc cập nhật tình hình biến động đường bờ đến năm 2020, tập trung vào địa bàn thành phố Rạch Giá – khu vực có hoạt động đô thị hóa và lấn biển mạnh mẽ nhất tỉnh.

Phương pháp nghiên cứu bao gồm việc trích xuất đường bờ từ ảnh vệ tinh Landsat 5 (giai đoạn 2000–2010) và Landsat 8 (giai đoạn 2011–2020) thông qua chỉ số MNDWI kết hợp với thuật toán OTSU. Toàn bộ quá trình xử lý được thực hiện trên nền tảng GEE nhằm đảm bảo khả năng xử lý nhanh và ổn định chuỗi ảnh thời gian dài. Sau đó, công cụ DSAS được áp dụng để tính toán các chỉ số NSM, SCE, EPR và LRR phục vụ cho phân tích mức độ biến động của đường bờ trong không gian và thời gian.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Dữ liệu sử dụng

- *Dữ liệu ảnh vệ tinh*: Trong nghiên cứu, ảnh vệ tinh được thu thập từ nền tảng GEE thông qua các thuật toán lọc ảnh, lọc mây và được cắt theo khu vực nghiên cứu theo các tiêu chí:

+ Ảnh đã được chuyển đổi giá trị cấp độ xám (DN – Digital Number) về giá trị bức xạ phổ (TOA Radiance) theo ID ảnh trong Bảng 1.

Bảng 3. Thông tin ID ảnh vệ tinh Landsat sử dụng trên nền tảng GEE.

Ảnh vệ tinh	ID ảnh
Landsat 5	LANDSAT/LT05/C02/T1_TOA
Landsat 8	LANDSAT/LC08/C02/T1_TOA

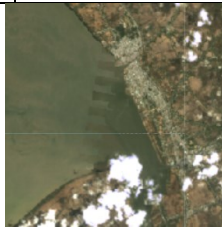
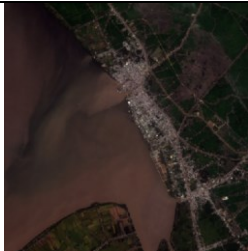
+ Ảnh được lọc trong thời gian từ tháng 1 – 4 và từ tháng 10 – 12 nhằm tránh thời điểm mùa mưa tại khu vực nghiên cứu. Đảm bảo ít mây trên ảnh vệ tinh quang học Landsat 5 và Landsat 8.

+ Lọc ảnh theo độ mây dưới 20% trên toàn cảnh ảnh bằng câu lệnh lọc được thiết lập sẵn “*filter(ee.Filter.lt('CLOUD_COVER',20))*” trong GEE.

Theo các tiêu chí trên, nhóm nghiên cứu thu thập được 5 ảnh Landsat 5 và 6 ảnh Landsat 8 thể hiện qua Bảng 2.

- *Dữ liệu về các khu đô thị lấn biển*: Nghiên cứu thu thập những thông tin liên quan đến các dự án đô thị lấn biển tại thành phố Rạch Giá trong giai đoạn từ năm 2000–2020 nhằm kiểm chứng thực tế, lý giải kết quả biến động được tính toán trong bài.

Bảng 4. Các ảnh vệ tinh Landsat 5 và Landsat 8 được thu thập

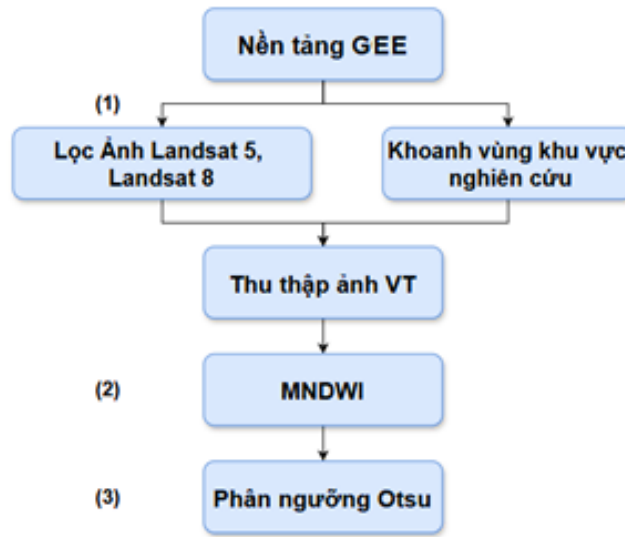
Ảnh Landsat 5		
(Tổ hợp màu Tự nhiên: Red – Green - Blue)		
		
Năm 2000	Năm 2003	Năm 2005
		
Năm 2009	Năm 2010	
Ảnh Landsat 8		
(Tổ hợp màu Tự nhiên: Red – Green - Blue)		
		
Năm 2013	Năm 2015	Năm 2016
		
Năm 2018	Năm 2019	Năm 2020

2.2. Phương pháp ứng dụng nền tảng GEE

Tác giả sử dụng nền tảng GEE phục vụ cho các bước thu thập và xử lý ảnh vệ tinh, cụ thể:

(1) *Thu thập và tiền xử lý ảnh vệ tinh*: Các ảnh vệ tinh Landsat trong giai đoạn 2000–2020 được thu thập thông qua quá trình lọc ảnh bao gồm chọn ảnh đã được

hiệu chỉnh bức xạ, có độ mây thấp và được cắt theo khu vực nghiên cứu để đảm bảo độ chính xác cho các bước phân tích tiếp theo.



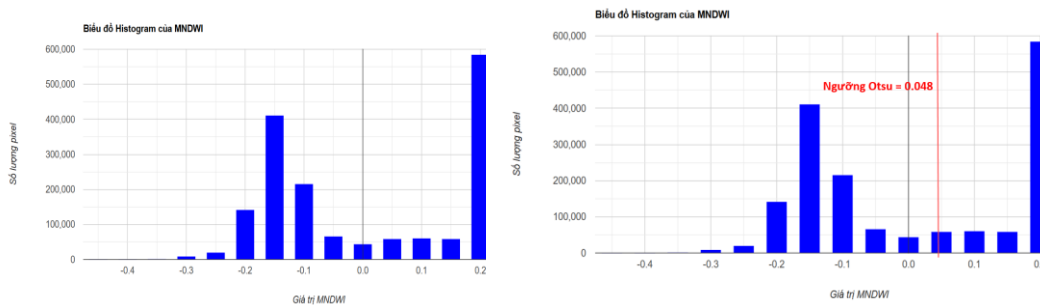
Hình 4. Quy trình thu thập và xử lý ảnh vệ tinh trên nền tảng GEE.

(2) *Tính chỉ số MNDWI*: Chỉ số MNDWI được tính toán nhằm phân biệt khu vực có mặt nước với đất liền một cách rõ ràng. Được áp dụng cho từng ảnh vệ tinh nhằm phân tách mặt nước với khu vực đất liền theo công thức [19]:

$$MNDWI = \frac{GREEN - MIR}{GREEN + MIR} \quad (1)$$

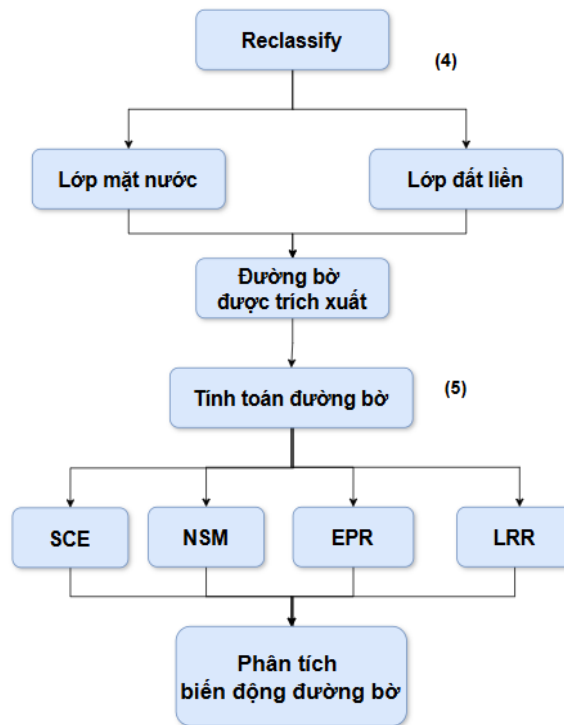
Trong đó GREEN là kênh phổ xanh lục (bước sóng khoảng 0.52 - 0.60 μm); MIR là băng tần hồng ngoại sóng trung bình, thường kênh phổ SWIR-1 (bước sóng khoảng 1.5 – 1.7 μm).

(3) *Phân ngưỡng Otsu*: Trong nghiên cứu, phương pháp phân ngưỡng Otsu giúp phân chia nước và mặt đất thành 2 vùng rõ ràng thông qua phân tích dải giá trị Histogram của chỉ số MNDWI, từ đó xác định giá trị ngưỡng tối ưu nhằm tách mặt nước và đối tượng khác trên ảnh vệ tinh [20].



Hình 5. Minh họa phân tích dải giá trị Histogram của chỉ số MNDWI năm 2018 trong phân ngưỡng OTSU.

2.3. Phương pháp ứng dụng phần mềm ArcGIS và công cụ DSAS



Hình 6. Quy trình trích xuất và tính toán đường bờ bằng phần mềm ArcGIS và công cụ DSAS.

Sau khi tính toán ảnh tỷ số và phân ngưỡng, tác giả sử dụng phần mềm ArcGIS cho trích xuất đường bờ. Từ kết quả đường bờ ấy, sử dụng công cụ DSAS cho tính toán sự thay đổi đường bờ. Cụ thể:

(4) *Trích xuất đường bờ*: Từ kết quả phân ngưỡng, các đường bờ được trích xuất tương ứng với từng thời điểm ảnh. Quá trình này được thực hiện thông qua công cụ Reclassify trong phần mềm ArcGIS.

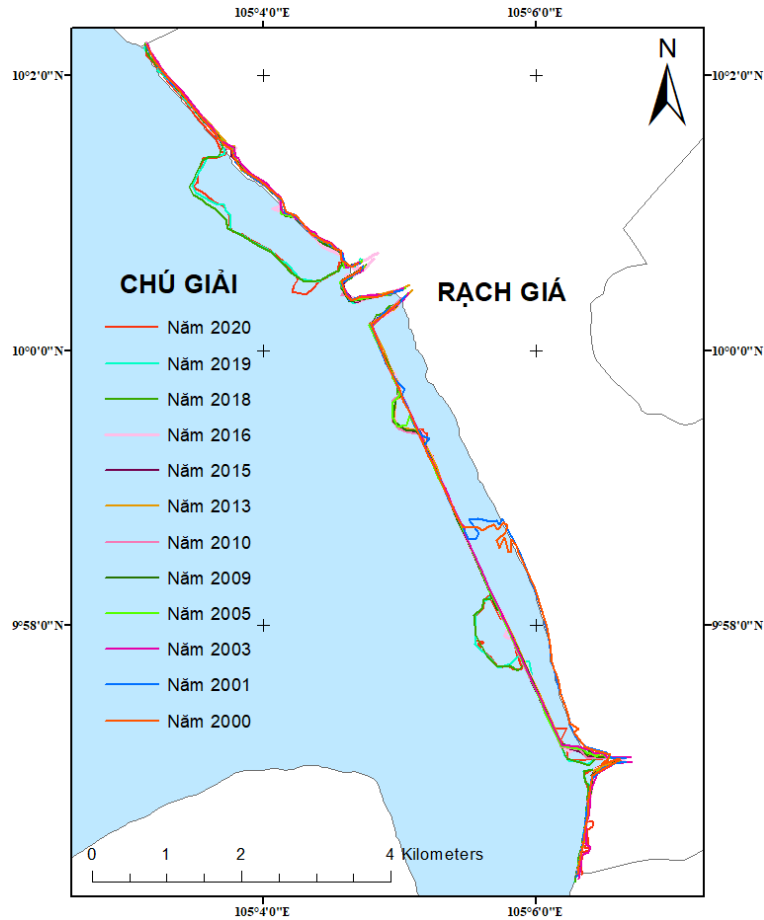
(5) *Sử dụng công cụ DSAS*: Sau khi trích xuất các đường bờ theo từng thời điểm, công cụ DSAS để phân tích định lượng sự thay đổi đường bờ trong giai đoạn 2000–2020 theo 4 chỉ số SCE, NSM, EPR và LRR.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Kết quả đường bờ trích xuất

3.1.1. Kết quả biến động sử dụng đất

Từ các bước trong phương pháp nghiên cứu, đường bờ biển các năm tại thành phố Rạch Giá được trích xuất và thể hiện trong Hình 4. Dưới góc nhìn trực quan, có thể thấy xu hướng bồi tụ rõ rệt của đường bờ trong giai đoạn 2000–2020.



Hình 7. Đường bờ các năm được trích xuất.

3.2. Kết quả tính toán biến động bằng DSAS

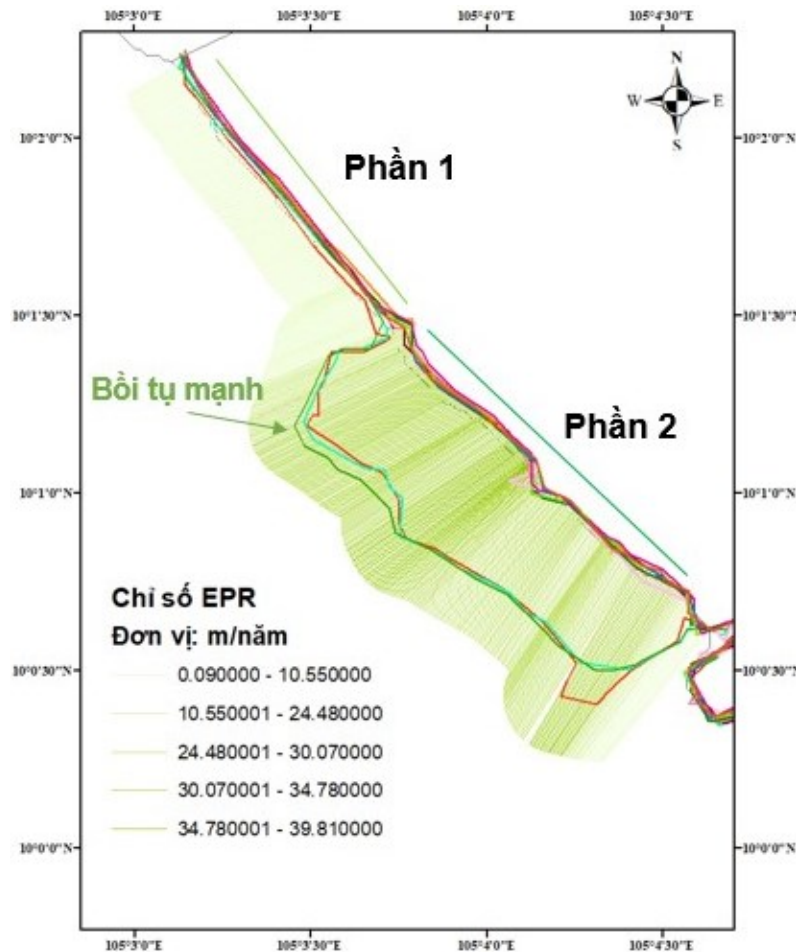
Từ kết quả phân tích các chỉ số biến động đường bờ gồm Shoreline Change Envelope (SCE), Net Shoreline Movement (NSM), End Point Rate (EPR) và Linear Regression Rate (LRR) cho thấy rằng, trong giai đoạn từ năm 2000 đến 2020, xu hướng biến động chủ đạo của đường bờ thành phố Rạch Giá là bồi tụ. Cụ thể, biến động theo từng đoạn bờ được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 5. Kết quả tính toán đường bờ Rạch Giá bằng công cụ DSAS.

ID giao cắt	Đoạn đường bờ	Trung bình chỉ số			
		SCE (m)	NSM (m)	EPR (m/năm)	LRR (m/năm)
1 – 169	Ranh giới phía bắc Thành phố Rạch Giá – Kênh Thoại Hà.	71,67	42,93	2,15	0,92
170 - 485		622,07	564,31	28,31	25,64
500 – 589	Cù lao trên kênh Thoại Hà.	56,62	-3,08	-0,15	0,22
592 – 657	Kênh Thoại Hà – Kênh Cái Sắn	40,04	-0,84	-0,04	-0,54
658 - 723		179,98	124,62	6,25	6,85
724 - 897		35,99	-22,40	-1,12	-0,43
898 - 1298		556,44	523,10	26,24	20,21

1308 – 1440	Kênh Cái Sắn – Ranh giới phía nam Thành phố Rạch Giá	79,41	-1,20	-0,06	1,30
-------------	--	-------	-------	-------	------

3.2.1. Đoạn 1: Ranh giới phía bắc Thành phố Rạch Giá – Kênh Thoại Hà (ID 1–485)



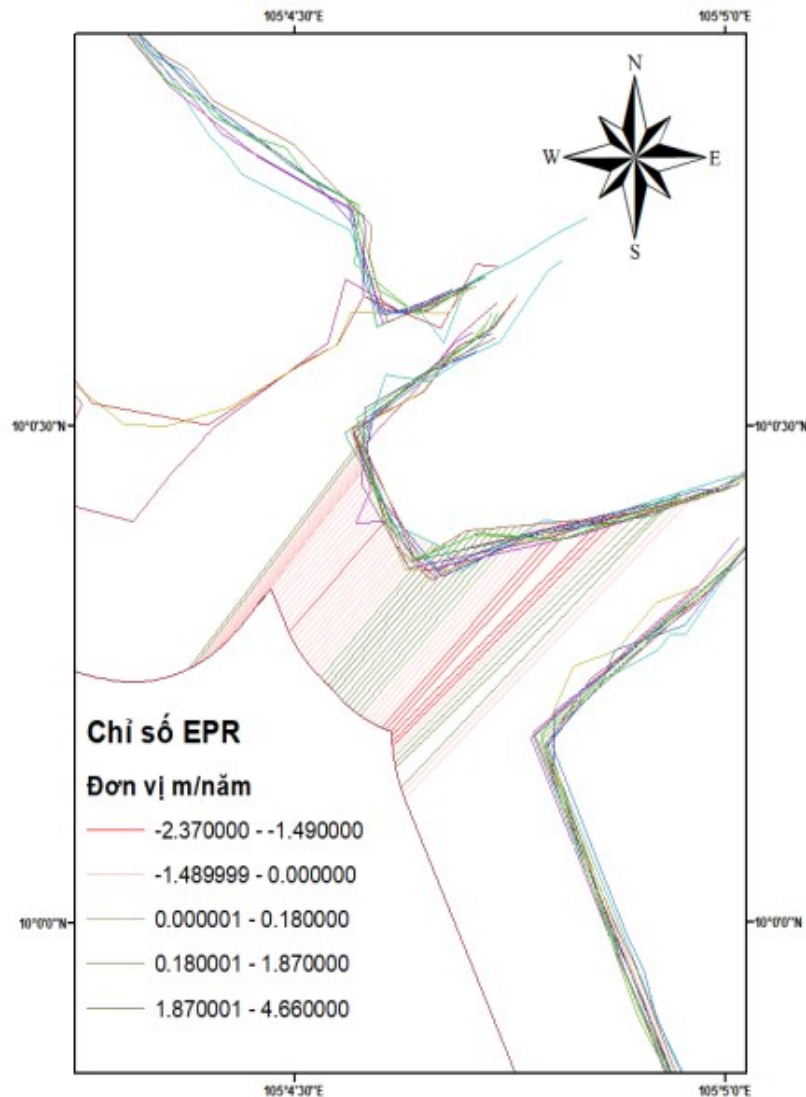
Hình 8. Mức độ bồi tụ - xói lở tại đoạn đường bờ số 1.

Toàn bộ khu vực từ ranh giới phía bắc Thành phố Rạch Giá đến trước cù lao trên kênh Thoại Hà thể hiện xu hướng bồi tụ rõ rệt, với mức độ khác nhau giữa các đoạn. Đoạn đầu (ID 1–169) ghi nhận bồi tụ nhẹ, thể hiện qua NSM trung bình 42,93 m và EPR đạt 2,15 m/năm, trong khi mức biến động không gian ở mức thấp (SCE = 71,67 m) và LRR đạt 0,92 m/năm. Trong khi đó, đoạn sau (ID 170–485) là khu vực bồi tụ mạnh nhất toàn tuyến, với NSM rất cao (564,31 m), EPR lên tới 28,31 m/năm và LRR đạt 25,64 m/năm. Những chỉ số này cho thấy quá trình bồi tụ nhanh, mạnh và liên tục, có thể liên quan đến hoạt động lấn biển quy mô lớn hoặc cải tạo đất ven bờ ở đoạn sau.

3.2.2. Đoạn 2: Cù lao trên kênh Thoại Hà (ID 500–589)

Khu vực cù lao thể hiện xu hướng xói lở nhẹ, thể hiện qua chỉ số NSM âm (-3,08 m) và EPR âm (-0,15 m/năm). Tuy nhiên, LRR lại có giá trị dương (0,22

m/năm), cho thấy sự dao động phức tạp theo thời gian, với khả năng có sự luân phiên giữa xói lở và bồi tụ cục bộ.



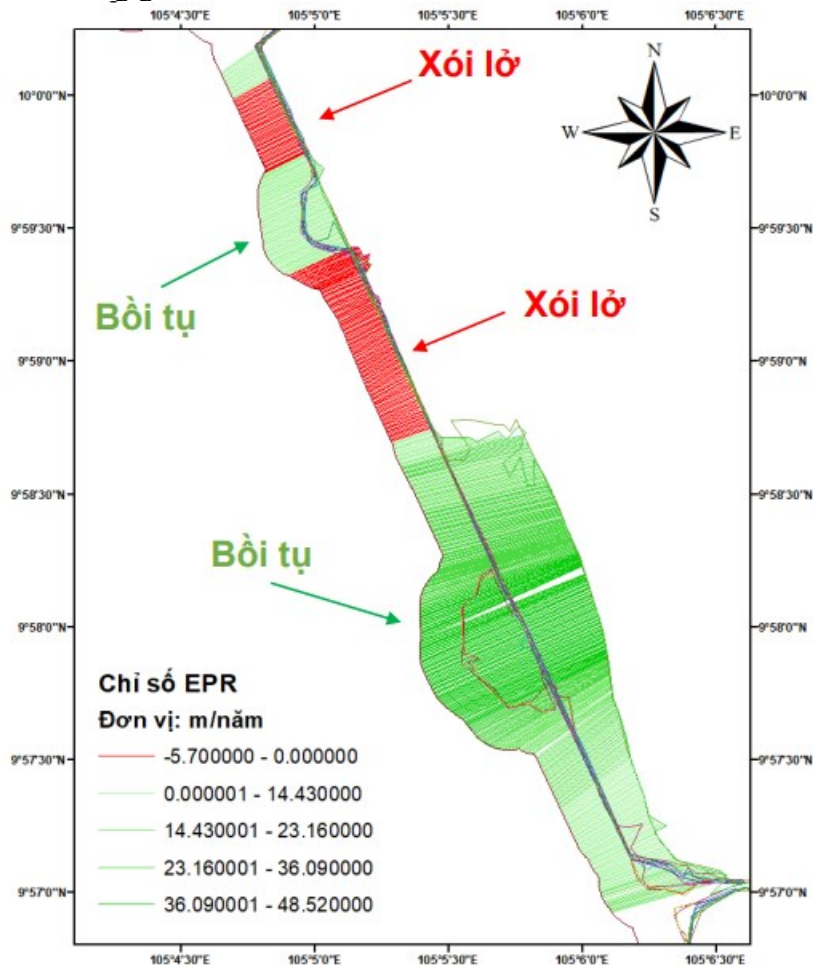
Hình 9. Mức độ bồi tụ - xói lở tại đoạn đường bờ số 2.

3.2.3. Đoạn 3: Kênh Thoại Hà – Kênh Cái Sắn (ID 592–1298)

Đoạn đầu (ID 592–657) tương đối ổn định nhưng có dấu hiệu xói lở nhẹ, thể hiện qua NSM âm (-0,84 m), EPR gần bằng 0 (-0,04 m/năm) và LRR âm (-0,54 m/năm), phản ánh quá trình xói lở đang diễn ra chậm nhưng kéo dài.

Tiếp theo, đoạn giữa (ID 658–723) ghi nhận bồi tụ mạnh, với NSM đạt 124,62 m, EPR đạt 6,25 m/năm và LRR cao (6,85 m/năm), cho thấy sự bồi tụ ổn định trên phạm vi khá rộng. Tuy nhiên, xu hướng này bị gián đoạn tại đoạn cuối (ID 724–897), nơi ghi nhận xói lở rõ rệt, với NSM âm lớn (-22,40 m), EPR âm (-1,12 m/năm), SCE thấp (35,99 m) và LRR âm (-0,43 m/năm), phản ánh sự suy giảm bờ biển kéo dài theo thời gian.

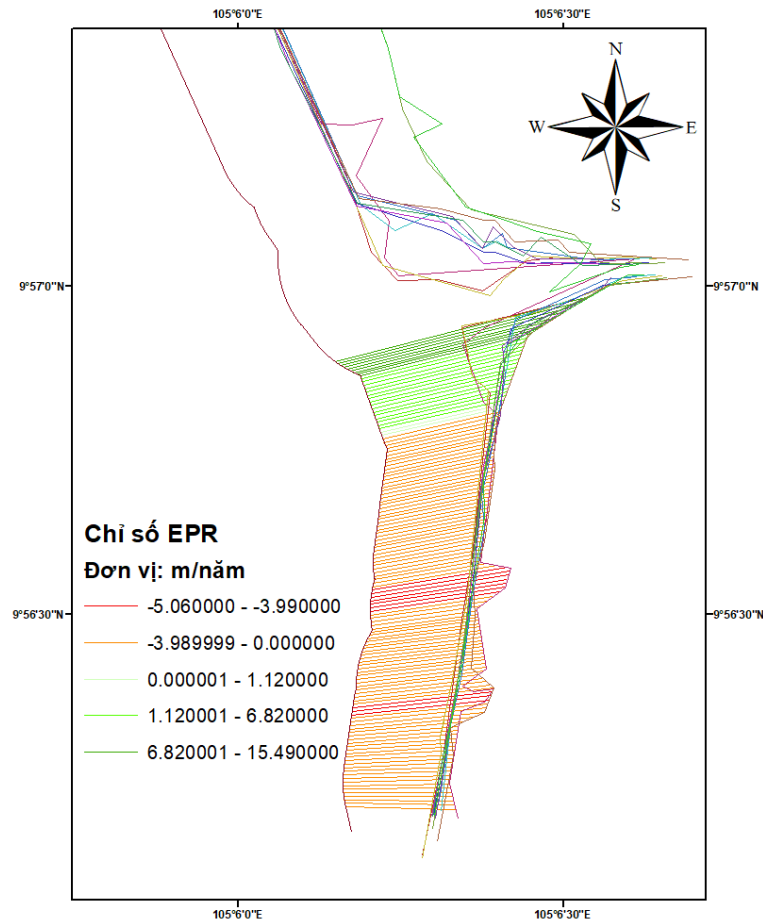
Ngược lại, đoạn cuối cùng trong tuyến (ID 898–1298) thể hiện quá trình bồi tụ mạnh và liên tục, với NSM trung bình cao (523,10 m), EPR (26,24 m/năm) và LRR (20,21 m/năm) đều ở mức rất lớn. SCE đạt 556,44 m cho thấy biến động không gian đáng kể, nhiều khả năng liên quan đến các hoạt động cải tạo đất và lấn biển quy mô lớn. Tổng thể, khu vực từ Kênh Thoại Hà đến Kênh Cái Sắn là một đoạn bờ có đặc tính biến động phức tạp, với sự kế tiếp giữa các pha bồi tụ – xói lở – bồi tụ rõ rệt theo không gian.



Hình 10. Mức độ bồi tụ - xói lở tại đoạn đường bờ số 3.

3.2.4. Đoạn 4: Kênh Cái Sắn – Ranh giới phía nam Thành phố Rạch Giá (ID 1308–1440)

Khu vực này thể hiện xu hướng gần như ổn định, tuy có dấu hiệu xói lở nhẹ, với NSM trung bình âm (-1,20 m) và EPR gần bằng 0 (-0,06 m/năm). LRR lại ở mức dương (1,30 m/năm), cho thấy có sự luân phiên động thái bờ, có khả năng ổn định hoặc chuyển dần sang bồi tụ trong tương lai gần.

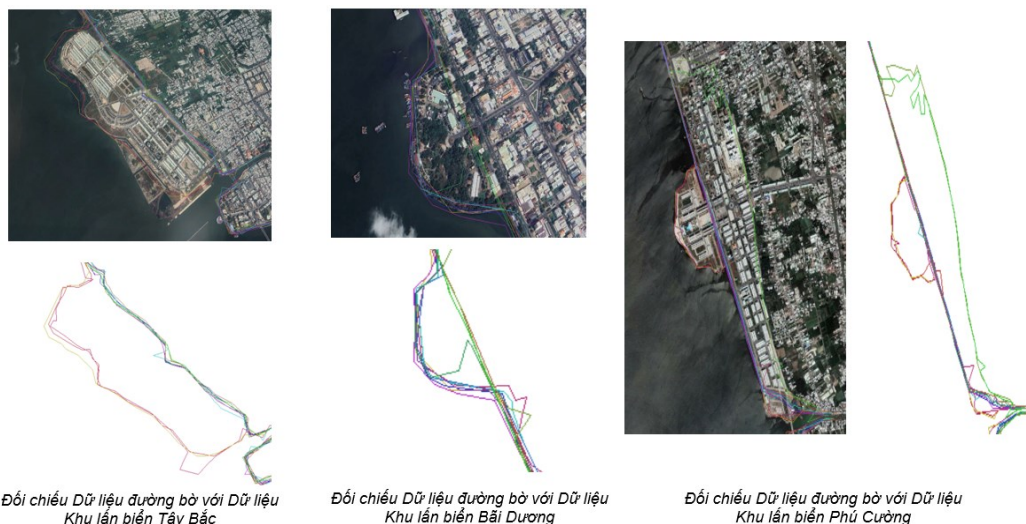


Hình 11. Mức độ bồi tụ - xói lở tại đoạn đường bờ số 4.

3.3. Nguyên nhân bồi tụ mạnh tại Rạch Giá

Từ quá trình phân tích kết quả biến động và tính toán độ dài đường bờ xảy ra hiện tượng bồi tụ cho thấy hoạt động xây dựng các khu đô thị lấn biển là nguyên nhân chủ yếu dẫn đến hiện tượng bồi tụ tại khu vực bờ biển thành phố Rạch Giá. Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước đây về tác động của hoạt động nhân sinh đến biến động đường bờ tại Kiên Giang [16–18]. Cụ thể, tổng chiều dài đường bờ có xu hướng bồi tụ trong toàn khu vực nghiên cứu là 11,25 km. Trong đó, phần lớn (lên đến gần 10 km), tương đương khoảng 88,09% nằm trong phạm vi của ba khu đô thị lấn biển chính gồm: Khu đô thị lấn biển mới Tây Bắc Rạch Giá (4,083 km), Khu đô thị Công viên Bãi Dương (0,92 km) và Khu đô thị Phú Cường (4,988 km). Các kết quả phân tích tuyến đường bờ tại khu vực này cũng cho thấy tốc độ bồi tụ tại những vị trí liên quan đến đô thị lấn biển thường cao hơn đáng kể so với các khu vực khác, đi kèm với giá trị dương lớn của các chỉ số như NSM, EPR và LRR.

Điều đáng chú ý là, trong khi phần lớn bờ biển Đồng bằng sông Cửu Long đang trong tình trạng xói lở do suy giảm nguồn cung cấp trầm tích từ thượng nguồn và khai thác cát [2–4], khu vực Rạch Giá lại cho thấy xu hướng bồi tụ mạnh. Điều này khẳng định rằng hoạt động lấn biển của con người là yếu tố chủ đạo quyết định xu hướng biến động đường bờ tại đây, vượt trội so với các quá trình tự nhiên.



Hình 12. Đối chiếu khu vực đường bờ bồi tụ với các khu đô thị lấn biển.

4. Kết luận

Nghiên cứu này đã minh chứng tính hiệu quả và linh hoạt của việc ứng dụng nền tảng GEE trong thu thập và xử lý tự động chuỗi ảnh vệ tinh đa thời gian (Landsat 5 và Landsat 8, tính toán chỉ số MNDWI và ngưỡng phân loại bằng phương pháp Otsu. Đồng thời, kết hợp với áp dụng công cụ DSAS cho phép tính toán các chỉ số biến động đường bờ một cách hệ thống, cung cấp các kết quả định lượng về tốc độ và xu hướng bồi tụ/xói lở.

Kết quả từ quá trình trích xuất và tính toán đường bờ cho thấy, mặc dù có một số đoạn bờ chịu xói lở nhưng chỉ ở mức khá thấp (không đáng kể), xu hướng chung của đường bờ thành phố Rạch Giá trong hai thập kỷ qua là bồi tụ. Những khu vực bồi tụ mạnh tập trung chủ yếu ở các khu vực phân bố của khu đô thị lấn biển, với tốc độ EPR trung bình từ 6–10 m/năm và LRR tối đa đạt 25,64 m/năm xác nhận xu hướng bồi tụ của đường bờ. Kết quả này tương đồng với các nghiên cứu [16] và [17] về vai trò của hoạt động nhân sinh. Trong khi SCE và NSM minh chứng biên độ và dịch chuyển rỗng dương đáng kể.

Đồng thời, nghiên cứu cũng chỉ ra nguyên nhân chính của hiện tượng bồi tụ tại bờ biển Rạch Giá là do hoạt động phát triển các khu đô thị lấn biển là nhân tố quyết định hình thành xu thế bồi tụ tại bờ biển Rạch Giá, trong khi các nguyên nhân tự nhiên chỉ đóng vai trò bổ trợ và xảy ra ở quy mô hạn chế. Nhận định này có ý nghĩa quan trọng trong việc đánh giá tác động nhân sinh đến diễn biến hình thái đường bờ và định hướng quy hoạch phát triển bền vững vùng ven biển trong tương lai.

Song song với kết quả đạt được, nghiên cứu vẫn còn tồn tại nhiều hạn chế bởi nghiên cứu chỉ đơn thuần ứng dụng công nghệ GIS và Viễn thám phục vụ cho trích xuất, tính toán và phân tích biến động đường bờ (giới hạn trong lĩnh vực GIS – Viễn Thám). Do đó, nhóm nghiên cứu đề xuất các hướng nghiên cứu sâu hơn như: (1) tích hợp dữ liệu ảnh radar (Sentinel-1) để giảm thiểu ảnh hưởng của mây che phủ; (2) áp dụng các thuật toán học máy để phân loại đường bờ tự động; (3) tích hợp dữ liệu thủy triều để hiệu chỉnh vị trí đường bờ; (4) đánh giá tác động tích lũy của hoạt

động lấn biển đến hệ sinh thái ven bờ.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn Trường Đại học Khoa học Xã hội và Nhân văn, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh đã hỗ trợ kinh phí và tạo điều kiện thực hiện đề tài Nghiên cứu khoa học sinh viên này.

Cam kết của các tác giả

Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

- [1] Arjen Luijendijk, Gerben Hagenaars, Roshanka Ranasinghe, Fedor Baart, Gennadii Donchyts, and Stefan Aarninkhof, “The State of the World's Beaches”, *Scientific Reports*, vol. 8, p. 6641, 2018. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24630-6>
- [2] Edward J. Anthony, Guillaume Brunier, Manon Besset, Marc Goichot, Philippe Dussouillez, and Van Lap Nguyen, “Linking rapid erosion of the Mekong River delta to human activities”, *Scientific Reports*, vol. 5, p. 14745, 2015. doi: 10.1038/srep14745
- [3] Toru Tamura *et al.*, “Long-term sediment decline causes ongoing shrinkage of the Mekong megadelta, Vietnam”, *Scientific Reports*, vol. 10, p. 8085, 2020. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-64630-z>
- [4] Patrick Marchesiello *et al.*, “Erosion of the coastal Mekong delta: Assessing natural against man induced processes”, *Continental Shelf Research*, vol. 181, pp. 72–89, 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.csr.2019.05.004>
- [5] VnExpress, “Vietnam needs urgent guidelines for land reclamation from the sea”, VnExpress International, 2024. Accessed: Apr. 2, 2026. Available: <https://e.vnexpress.net/news/perspectives/land-reclamation-needs-centralized-plan-4700993.html>
- [6] Thanh Phong Nguyen, Thanh Toan Luom, and Kevin E. Parnell, “Mangrove allocation for coastal protection and livelihood improvement in Kien Giang province, Vietnam: Constraints and recommendations”, *Land Use Policy*, vol. 63, pp. 401–410, 2017. doi: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.01.048>
- [7] Noel Gorelick, Matt Hancher, Mike Dixon, Simon Ilyushchenko, David Thau, and Rebecca Moore, “Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone”, *Remote Sensing of Environment*, vol. 202, pp. 18–27, 2017. doi: 10.1016/j.rse.2017.06.031
- [8] Karim Nassar, Wael E. Mahmod, Hussein Fath, Ahmed Masria, Kazuo Nadaoka, and Abdelazim Negm, “Shoreline change detection using DSAS technique: Case of North Sinai coast, Egypt”, *Marine Georesources & Geotechnology*, vol. 37, no. 1, pp. 81–95, 2018.
- [9] Widyatmanti Arief and Wahyu Pramaditya, “Geometric Accuracy Assessment for Shoreline Derived from NDWI, MNDWI, and AWEI Transformation on Various Coastal Physical Typology in Jepara Regency using Landsat 8 OLI Imagery in 2018”, *Geoplanning: Journal of Geomatics and Planning*, vol. 6, no. 1, pp. 55–72, 2022.
- [10] Pham Thi Huong, Nguyen Chi Kim, and Do Viet Uu, “Investigation of Shoreline Changes in the Coast of Haiphong Province from 1987 to 2018”, *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*, vol. 37, no. 4, pp. 33–42, 2021.
- [11] Mạc Quốc Khoát, Mạc Văn Công, and Phạm Ngọc Quy, “Phân tích biến động của đường bờ đảo Phú Quý sử dụng ảnh viễn thám trên nền Google Earth Engine và phần mềm DSAS”, *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, số 73, trang 92–99, 2021.
- [12] Kilian Vos, Kristen D. Splinter, Mitchell D. Harley, Joshua A. Simmons, and Ian L. Turner, “CoastSat: A Google Earth Engine-enabled Python toolkit to extract shorelines from publicly available satellite imagery”, *Environmental Modelling & Software*, vol. 122, p. 104528, 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.104528>
- [13] Wahyu Rahma Astuti and Erycson Nathanael Arrofiqoh, “Mapping Shoreline Changes Using Digital Shoreline Analysis System in Coastal Areas of Bantul and Kulon Progo

- Regencies”, *Journal of Geospatial Science and Technology*, vol. 2, no. 2, pp. 35–44, 2024.
- [14] Wenjing Tang *et al.*, “Improved Spectral Water Index Combined with Otsu Algorithm to Extract Muddy Coastline Data”, *Water*, vol. 14, no. 6, pp. 855–870, 2022.
- [15] Thanh Liem Nguyen, Nguyen Thi Huong Diep, and Nguyen Thi Can, “Monitoring Erosion and Accretion Situation in the Coastal Zone at Kien Giang Province”, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. XLII-3/W4, pp. 197–201, 2018.
- [16] Nguyen Thanh Phong, Kevin E. Parnell, and Andrew Cottrell, “Human activities and coastal erosion on the Kien Giang coast, Vietnam”, *Journal of Coastal Conservation*, vol. 21, pp. 967–979, 2017. doi: <https://doi.org/10.1007/s11852-017-0566-9>
- [17] Nguyen Huu Hoa, Clive McAlpine, David Pullar, Stephen J. Leisz, and Grigoriy Gramotnev, “Drivers of coastal shoreline change: case study of the Hon Dat coast, Kien Giang, Vietnam”, *Environmental Management*, vol. 55, pp. 1093–1108, 2015. doi: <https://doi.org/10.1007/s00267-015-0455-7>
- [18] Cao Van Cuong, Stuart Brown, Ho Huu To, and Marc Hockings, “Using Shoreline Video Assessment for coastal planning and restoration in the context of climate change in Kien Giang, Vietnam”, *Ocean Science Journal*, vol. 50, pp. 413–426, 2015. doi: <https://doi.org/10.1007/s12601-015-0038-9>
- [19] Hanqiu Xu, “Modification of Normalised Difference Water Index (NDWI) to Enhance Open Water Features in Remotely Sensed Imagery”, *International Journal of Remote Sensing*, vol. 27, pp. 3025–3033, 2006. doi: <https://doi.org/10.1080/01431160600589179>
- [20] Nobuyuki Otsu, “A threshold selection method from gray-level histograms”, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, vol. 9, pp. 62–66, 1979. doi: <https://doi.org/10.1109/tsmc.1979.4310076>

Article © 2026 by Magazine of Geodesy - Cartography is licensed under CC BY 4.0

