

Thành lập bản đồ dự báo tổn thương bờ biển Bình Thuận

• Lê Thị Thu Hiền

• Hà Quang Hải

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 20 tháng 03 năm 2013, nhận đăng ngày 20 tháng 1 năm 2014)

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm đánh giá nguy cơ tổn thương khu vực đới bờ Bình Thuận do mực nước biển dâng trong tương lai. Bản đồ nguy cơ tổn thương khu vực được thành lập trên cơ sở tính toán chỉ số PVI (chỉ số tổn thương khu vực). Chỉ số PVI là tổng của chỉ số CVI (chỉ số tổn thương đường bờ) và CSoVI (chỉ số tổn thương xã hội). CVI được tính toán dựa trên 9 yếu tố: Đặc điểm thạch học; Hình thái bờ, địa mạo; Độ dốc bờ biển; Xu hướng thay đổi bờ biển (xói/bồi); Độ cao địa hình; Hướng bờ; Mực triều trung bình; Chiều cao sóng trung bình; Tốc độ thay đổi

Từ khóa: Tổn thương đới bờ, nước biển dâng, CVI, CSoVI, PVI, đới bờ Bình Thuận.

mực nước biển trung bình. CSoVI được tính toán từ 2 yếu tố: Các đối tượng xã hội và khoảng cách của các đối tượng tới bờ biển. Kết quả nghiên cứu cho thấy có 120,73 km² có nguy cơ tổn thương rất cao; 84,96 km² có nguy cơ tổn thương cao; 109,23 km² có nguy cơ tổn thương trung bình, 113,99 km² có nguy cơ tổn thương thấp và vùng có nguy cơ tổn thương rất thấp rộng 232,20 km². Việc tính toán đồng thời các chỉ số CVI, CSoVI, PVI mở ra hướng nghiên cứu mới để đánh giá tổn thương đới bờ do nước biển dâng cho toàn bộ đới bờ tại Việt Nam.

MỞ ĐẦU

Hai nguyên nhân chính làm tăng mực nước biển là sự tan băng và giãn nở nhiệt của đại dương. Số liệu quan trắc thời kỳ 1961- 2003 cho thấy mực nước biển trung bình toàn cầu tăng khoảng $1,8 \pm 0,5$ mm/năm, trong đó đóng góp do giãn nở nhiệt khoảng $0,42 \pm 0,12$ mm/năm và tan băng khoảng $0,70 \pm 0,50$ mm/năm [6].

Số liệu quan trắc trong 50 năm qua ở các trạm Cửa Ông và Hòn Dấu cho thấy mực biển trung bình đã tăng lên khoảng 20 cm với tốc độ khoảng 3mm/năm, phù hợp với xu thế chung của toàn cầu [5]. Kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam được tính toán theo kịch bản phát thải thấp nhất (B1), kịch bản phát thải trung bình (B2) và kịch bản phát thải cao nhất (A1FI). Kết quả tính toán theo các kịch bản phát thải thấp, trung bình

và cao cho thấy vào giữa thế kỷ 21 mực nước biển có thể dâng thêm 28 đến 33cm và đến cuối thế kỷ 21 mực nước biển dâng thêm từ 65 đến 100 cm so với thời kỳ 1980 - 1999.

Mực nước biển dâng sẽ gây ra hàng loạt các tai biến bờ biển như ngập lụt thường xuyên kết hợp với nước dâng trong bão, xói lở bờ biển, nhiễm mặn đất đai và nguồn nước mặt, nước ngầm [11].

Mục tiêu của nghiên cứu này là thành lập bản đồ dự báo tổn thương bờ biển do mực nước biển dâng với kịch bản 75cm vào năm 2100. Bản đồ được thành lập bằng việc sử dụng kỹ thuật GIS và viễn thám dựa trên cơ sở cho điểm các yếu tố về địa chất, địa mạo và hải văn. Điểm tổng hợp các yếu tố này sẽ là cơ sở cho việc đánh giá nguy

cơ tồn thương dải ven biển. Bản đồ tồn thương sẽ là công cụ hữu ích phục vụ cho công tác quản lý tổng hợp đới bờ.

KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Khu vực nghiên cứu nằm trong khung tọa độ 10°33'42" – 11°33'18" vĩ độ Bắc và 107° 23'41" – 108°52'42" kinh độ Đông. Đường bờ biển kéo dài theo hướng chung là Đông Bắc - Tây Nam với tổng chiều dài là 192,9 km. Vùng nghiên cứu luôn khô hạn, nóng nắng, ít mưa. Khí hậu khắc nghiệt là điều kiện tạo nên các hoang mạc ven biển Bình Thuận. Chế độ thủy triều khá phức tạp, thuộc kiểu chuyên tiếp giữa chế độ nhật triều không đều ở phía Bắc và bán nhật triều không đều ở phía Nam. Địa hình chủ yếu là đồng bằng ven biển có độ cao dao động từ 1 đến 2 m, là nơi có nhiều khu dân cư tập trung và nhiều hoạt động dân sinh gắn liền với biển.

Dải ven biển tỉnh Bình Thuận có nguồn tài nguyên phong phú: khoáng sản, rừng, biển, và nhất là tài nguyên du lịch. Nơi đây phát triển kinh tế biển, kinh tế du lịch, dầu khí đóng góp tỉ lệ lớn cho nền kinh tế của tỉnh. Tuy nhiên, trong những năm gần đây xói lở bờ biển xảy ra nhiều nơi, làm mất nhiều diện tích đất, phá hủy nhà dân và công trình công cộng, ảnh hưởng đến các khu du lịch tại Mũi Né, La Gi, Tuy Phong... Hiện tại nhiều đoạn bờ chưa có đê, kè bảo vệ, đây sẽ là thách thức lớn trong điều kiện mực nước biển dâng cao và sự gia tăng của bão lớn.

DỮ LIỆU

Các dữ liệu về vùng nghiên cứu được thu thập và phân tích ở hai dạng chính:

1) Dữ liệu thuộc tính: Bao gồm các báo cáo về đặc điểm tự nhiên (địa chất, địa mạo, khí tượng, hải - thủy văn...), kinh tế - xã hội, các nghiên cứu liên quan tới đới bờ Bình Thuận.

2) Dữ liệu không gian: Dữ liệu bản đồ gồm: Các bản đồ địa hình tỉ lệ 1:50.000 do Bộ tài nguyên và Môi trường phát hành (mảnh Láng Găng, Lagi, Phan Thiết, Mũi Né, Hồng Lâm,

Phan Rí Cửa, Thuận Nam, Ma Lâm, Cà Vương, Lạc Nghiệp). Bản đồ địa chất tỉnh Bình Thuận tỉ lệ 1:50.000 do Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Nam thành lập, Bản đồ quy hoạch sử dụng đất đến năm 2020 tỉ lệ 1:50.000 của tỉnh Bình Thuận. Bản đồ địa hình đáy biển từ Vịnh Phan Rí đến mũi Kỳ Vân, tỉ lệ 1:100.000 của Cục Bản đồ quốc gia, 1979.

Dữ liệu ảnh Viễn thám gồm các ảnh được chụp từ vệ tinh Landsat 4 và Landsat 7 với bộ cảm TM và ETM⁺ thu vào các năm 1989, 2003, 2006 và 2011.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Xây dựng các chỉ số

Sử dụng chỉ số (CVI, CSoVI, PVI) để đánh giá tồn thương vùng ven biển do mực nước biển dâng là một trong những phương pháp được sử dụng đơn giản và phổ biến nhất [17].

Chỉ số CVI (chỉ số tồn thương đường bờ): chỉ số này cung cấp cơ sở đánh giá tiềm năng tồn thương bờ biển do mực nước biển dâng cao. Kết quả CVI được hiển thị trên bản đồ để làm nổi bật các khu vực, nơi mà các yếu tố bờ biển có tiềm năng tồn thương lớn [11]. Từ kết quả khảo sát thực địa, nghiên cứu đặc điểm vùng nghiên cứu, tác giả sử dụng công thức CVI tương tự của Theler và Hammar-Klose (2000) với 9 yếu tố để tính toán tồn thương cho bờ biển Bình Thuận:

$$CVI = \frac{2x_1 + 3x_2 + 4(x_3 + x_4) + 3x_5 + 2(x_6 + x_7 + x_8 + x_9)}{9} \quad (1)$$

Trong đó: x_1 : Đặc điểm thạch học; x_2 : Hình thái bờ; x_3 : Độ dốc bờ biển; x_4 : Xu hướng thay đổi bờ biển (xói/bồi); x_5 : Độ cao địa hình; x_6 : Hướng bờ; x_7 : Mực triều trung bình; x_8 : Chiều cao sóng trung bình; x_9 : Tốc độ thay đổi mực nước biển TB

Mỗi yếu tố trong công thức tính chỉ số CVI được xem như biến số, được đánh giá và cho điểm theo 5 cấp tồn thương từ 1 đến 5 [11,17].

x_1 - Đặc điểm thạch học: Sự khác biệt về đặc điểm thạch học có ảnh hưởng rất lớn đến sự

bền vững của bờ, hình thái đường bờ. Những nơi đá có tuổi địa chất trẻ, vật liệu bờ rời dễ bị ảnh hưởng bởi các điều kiện như sóng, gió sẽ là nơi có nguy cơ tổn thương cao. Đặc điểm thạch học vùng nghiên cứu được phân thành 3 nhóm từ nguy cơ tổn thương rất cao tới nguy cơ tổn thương rất thấp (Bảng 1).

x₂ - Hình thái bờ: Đặc điểm hình thái bờ được chia làm 5 mức với thang điểm từ 1 đến 5 tùy theo mức độ gia tăng sự tổn thương đường bờ do nước biển dâng. Những đoạn bờ là vách đá granit, rhyolit cao ít bị ảnh hưởng bởi sóng; mức độ tổn thương sẽ tăng dần đối với các vách bờ thấp hơn, và tổn thương cao nhất là những bờ biển kiểu bãi biển cát thường xuyên chịu ảnh hưởng bởi thủy triều và sóng (Bảng 1).

x₃ - Độ dốc bờ biển: Mức độ tổn thương đường bờ cũng chịu sự chi phối rõ nét bởi độ dốc bờ biển. Ở những khu vực địa hình thoải – độ dốc nhỏ có mức độ tổn thương lớn, những khu vực có độ dốc lớn thì mức độ tổn thương đường bờ sẽ thấp hơn. Độ dốc được tính trong phạm vi 12,5 km (từ bờ biển vào đất liền 5 km, từ bờ biển ra ngoài khơi 7,5km) và được chia thành 5 mức tổn thương (Bảng 1).

x₄ - Xu hướng biến đổi bờ biển (xói/bồi): Phân tích ảnh vệ tinh qua các năm 1989, 2006 và 2011 để xác định sự biến động bờ biển theo thời gian. Sau đó, tác giả sử dụng phần mềm DSAS để tính toán xu hướng bồi xói bờ biển trong tương lai. Theo đó, xói lở mạnh nhất là - 11,33m/năm (thị xã LaGi) và bồi nhiều nhất là +5,85m/năm (xã Tân Hải). Từ kết quả này, xu hướng biến đổi bờ được phân thành 5 mức tổn thương (Bảng 1).

x₅ - Độ cao địa hình: Nhân tố độ cao địa hình được đánh giá là rất quan trọng trong trường hợp mực nước biển dâng. Những khu vực có độ cao địa hình thấp, đường bờ luôn nằm trong tầm tổn thương cao, ngược lại những vùng địa hình cao sẽ ít bị ảnh hưởng khi mực nước biển dâng.

Nghiên cứu này lựa chọn kịch bản mực nước biển dâng 0,75m [2], do vậy những vùng thấp hơn 0,75m sẽ tổn thương rất cao. Kết hợp với độ dâng cao của triều (1,8m cho toàn bộ khu vực nghiên cứu [3]), những vùng nằm trong vùng triều dâng (0,75m +1,8 m) sẽ có nguy cơ tổn thương cao hơn.

x₆ - Hướng bờ: Hướng sóng và hướng bờ cũng có vai trò quan trọng trong tác động đến xói bồi bờ biển. Khi hướng sóng vuông góc với hướng bờ, bờ sẽ nhận năng lượng sóng lớn nhất, và do đó khả năng tổn thương là cao nhất. Sóng trong vùng nghiên cứu ảnh hưởng bởi hướng gió mùa đông và mùa hè. Trong đó sóng hướng Đông – Bắc mùa đông mạnh hơn, tần suất cao hơn sóng hướng Tây – Tây Nam trong mùa hè. Như vậy hướng bờ Tây Bắc – Đông Nam (TB-ĐN) chịu tác động trực tiếp hướng sóng Đông Bắc bị tổn thương cao nhất – kết quả này đã được kiểm chứng qua tài liệu khảo sát thực địa. Điểm số cho hướng bờ được trình bày trong (Bảng 1).

x₇ - Mực triều trung bình: Thang điểm cho yếu tố mực thủy triều được phân làm 2 cấp dựa trên đặc điểm thủy triều trong khu vực: Từ Cà Ná đến mũi Kê Gà có chế độ nhật triều không đều, độ cao triều cường đạt 1,20 – 2,0 m, từ mũi Kê Gà tới cửa sông Đu Đủ mang tính chất bán nhật triều không đều với độ cao triều cường đạt là 2,0 – 3,5m. Điểm tương ứng cho 2 mức này là 3 và 4 điểm (Bảng 1).

x₈ - Chiều cao sóng trung bình: Sóng biển bị ảnh hưởng rõ rệt theo mùa, chiều cao sóng cực đại trung bình trong năm là 3,5 m [7]. Do không có số liệu đo chi tiết nên đặc điểm sóng được xem là đồng nhất cho toàn bộ khu vực, và đều lấy giá trị là điểm 5.

x₉ - Tốc độ thay đổi mực nước biển trung bình: Tốc độ tăng mực nước biển lấy giá trị là 3 mm/năm [6] theo giá trị tăng trung bình của Việt Nam, điểm tương ứng là 4 và đồng nhất cho cả khu vực.

Bảng 1. Thang điểm và mức độ tổn thương của các yếu tố tính CVI

Ký hiệu	Diễn giải	Thang điểm – Mức tổn thương				
		1 Rất thấp	2 Thấp	3 Trung bình	4 Cao	5 Rất cao
x ₁	Đặc điểm thạch học	Đá Granit, Ryolit,			Cát sạn chứa vụn mollsca, san hô, cát pha sét lẫn sạn, sỏi.	Cát thạch anh hạt vừa đến nhỏ, cát pha bột, sét.
x ₂	Hình thái bờ - địa mạo	Vách đá góc, rất cao > 6 m	Vách đá trung bình, Kè bảo vệ 4 – 6 m	Bờ có kè bảo vệ, đá xây dựng 1 – 4 m	Bờ cát, bờ sỏi, cuội có vách thấp < 1 m	Bờ biển thoải, bãi biển cát, sỏi, cuội
x ₃	Độ dốc bờ biển (%)	> 1,14	0,87 – 1,14	0,49 – 0,87	0,26 – 0,49	< 0,26
x ₄	Xu hướng xói/bồi (m/năm)	> 0	(-1,0) – 0	(-1,5) – (-1,0)	(-2,5) – (-1,5)	< (-2,5)
x ₅	Độ cao địa hình (m)	> 2,55			0,75 – 2,55	< 0,75
x ₆	Hướng bờ		ĐB – TN	Bắc – Nam	Tây – Đông	TB – ĐN
x ₇	Mực triều TB (m)			2,0 – 3,5	1,2 – 2,0	
x ₈	Chiều cao sóng (m)					3,5
x ₉	Tốc độ nước biên dâng (mm/năm)				3	

Sau khi 9 yếu tố được cho điểm từ thang 1 đến 5 trong tất cả 859 pixel đường bờ như Bảng 1 sẽ được thế vào công thức (1) để tính chỉ số CVI.

Kết quả tính chỉ số CVI từ 9 yếu tố được trình bày tóm lược trong Bảng 2.

Bảng 2. Tóm lược kết quả tính điểm các biến và chỉ số CVI

STT Đoạn Bờ	Chiều dài bờ (m)	Đặc điểm thạch học	Hình thái bờ	Độ dốc	Xu hướng bồi/xói	Độ cao địa hình	Hướng bờ	Mực triều	Chiều cao sóng	Mực biển dâng TB	CVI
1	1803,9	5	3	5	5	5	2	3	5	4	11,33
2	403,2	5	5	4	3	5	2	3	5	4	10,67
3	1627,8	5	5	4	5	5	2	3	5	4	11,56
4	198,6	5	5	4	4	5	2	3	5	4	11,11

5	962,5	5	5	4	3	5	2	3	5	4	10,67
6	1818,3	5	5	4	5	5	2	3	5	4	11,56
7	1679,7	5	5	4	2	5	2	3	5	4	10,22
8	856,8	5	4	4	3	5	2	3	5	4	10,33
9	1337,2	5	4	4	2	4	2	3	5	4	9,56
10	1026,6	5	5	5	2	4	2	3	5	4	10,33
.....
852	536,8	5	2	1	3	1	5	4	5	4	7,89
853	1811,4	5	2	1	3	1	2	4	5	4	7,22
854	489,1	5	2	1	4	1	2	4	5	4	7,67
855	869,5	5	2	1	2	1	2	4	5	4	6,78
856	936,0	5	2	1	3	1	5	4	5	4	7,89
857	565,4	1	1	1	3	1	5	4	5	4	6,67
858	470,4	4	1	1	2	1	2	4	5	4	6,22
859	274,8	1	1	1	3	1	2	4	5	4	6,00

Chỉ số CSoVI (chỉ số tổn thương xã hội): Chỉ số này được xây dựng dựa vào yếu tố đối tượng xã hội và khoảng cách của nó tới bờ biển. Chỉ số tổn thương xã hội ven biển được xác định bằng công thức:

$$CSoVI = (a + 2b)/2 \quad (2)$$

Trong đó: a - đối tượng xã hội, b - khoảng cách từ đối tượng tới bờ biển - được xem như biến số, được cho điểm theo 5 cấp tổn thương từ 1 đến 5 [11, 17].

a - Đối tượng xã hội: Dựa vào tiêu chí do Cutter (2000) và NOAA đề xuất (1999) [31] cùng với kết quả khảo sát các yếu tố xã hội trong khu vực nghiên cứu, tác giả đã xác định được các đối tượng dễ bị tổn thương khi nước biển dâng gồm: khu dân cư, khu du lịch, bến thuyền, bến cảng,

ruộng muối, đầm nuôi trồng thủy hải sản, đất trồng lúa - hoa màu - cây công nghiệp, đất trồng rừng phòng hộ, rừng ngập mặn, rừng chuyên dụng. Các đối tượng xã hội và khoảng cách tới bờ biển được chia thành 5 nhóm tương ứng với điểm từ 1 đến 5 dựa trên mức chia của Reeder, C.Rick và Erlandson (2010) sử dụng cho khu vực ven biển (Bảng 3).

b - Khoảng cách tới bờ biển: Khi nước biển dâng những vùng thấp, gần biển có nguy cơ ngập lụt, xâm nhập mặn và gia tăng xói lở. Đặc điểm khoảng cách được chia thành 5 mức tương ứng với tổn thương rất thấp tới tổn thương rất cao, trong đó các vùng nằm trong phạm vi 50 m từ bờ biển có nguy cơ tổn thương cao nhất (Bảng 3).

Bảng 3. Thang điểm và mức độ tổn thương của các yếu tố tính CSoVI

Ký hiệu	Diễn giải	Thang điểm - Mức tổn thương				
		1 Rất thấp	2 Thấp	3 Trung bình	4 Cao	5 Rất cao
a	Đối tượng xã hội	Khu đất trống	Đất nông nghiệp, rừng	Ruộng muối, đầm nuôi trồng thủy sản	Bến thuyền, bến cảng	Dân cư, khu du lịch.
b	Khoảng cách tới bờ (m)	>1000	500 - 1000	100 - 500	50 - 100	0 - 50

Chỉ số CSoVI được tính cho 638 vùng đối tượng (phân biệt bởi vị trí địa lý, đối tượng xã hội và khoảng cách tới bờ biển). Tổng hợp kết quả tính toán chỉ số CSoVI của 638 vùng được thể

hiện bằng 20 nhóm (gộp nhóm dựa trên nguyên tắc các vùng có điểm đối tượng và điểm khoảng cách giống nhau). Kết quả điểm CSoVI được trình bày chi tiết trong Bảng 4.

Bảng 4. Kết quả tính điểm các biến và chỉ số CSoVI

STT	Số vùng	Diện tích (km ²)	Điểm đối tượng	Điểm khoảng cách	Điểm CSoVI
1	47	12,28	5	5	7,5
2	24	8,94	5	4	6,5
3	32	12,78	5	3	5,5
4	27	17,41	5	2	4,5
5	48	99,99	5	1	3,5
6	12	2,05	4	5	7
7	14	9,25	3	5	6,5
8	5	1,55	3	4	5,5
9	1	1,07	3	2	3,5
10	3	0,93	3	1	2,5
11	16	5,53	2	5	6
12	28	19,57	2	4	5
13	34	16,71	2	3	4
14	45	43,42	2	2	3
15	75	240,10	2	1	2
16	65	22,50	1	5	5,5
17	25	6,58	1	4	4,5
18	57	25,58	1	3	3,5
19	41	39,36	1	2	2,5
20	39	75,52	1	1	1,5

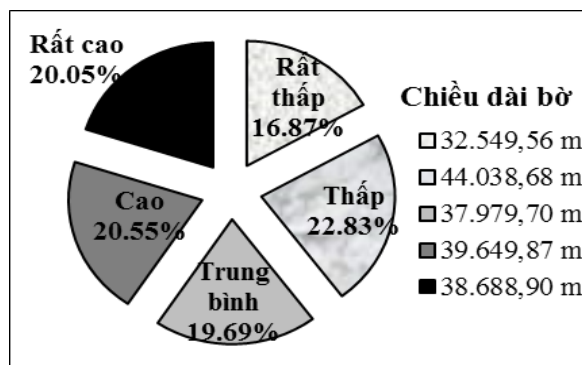
Chỉ số PVI (chỉ số tổn thương khu vực): Từ đặc điểm của vùng nghiên cứu, cũng như tính ứng dụng của chỉ số tổn thương, nghiên cứu này sử dụng chỉ số CVI để xác định tính dễ bị tổn thương tự nhiên và chỉ số CSoVI để xác định tính dễ bị tổn thương xã hội. Các yếu tố tự nhiên và xã hội luôn có tác động qua lại, do đó những tổn thương tự nhiên và tổn thương xã hội cũng tương tác với nhau. Sự tổn thương khu vực được xác định dựa trên sự tổn thương tự nhiên và tổn thương xã hội. Điểm số của chỉ số tổn thương

khu vực PVI là tổng của chỉ số CVI và chỉ số CSoVI:

$$PVI = CVI + CSoVI \quad (3)$$

Phân loại các chỉ số tổn thương

Sau khi tính toán, các chỉ số CVI, CSoVI và PVI được chia thành 5 mức (Bảng 5). Kết quả phân loại các chỉ số sẽ được thể hiện trên bản đồ tổn thương (CVI – Hình 2, CSoVI – Hình 3 và PVI – Hình 5).



Hình 1. Biểu đồ phân loại chiều dài bờ tổn thương -CVI

Bảng 5. Thang điểm và mức độ tổn thương các chỉ số

Chỉ số	Thang điểm – Mức tổn thương				
	1 Rất thấp	2 Thấp	3 Trung bình	4 Cao	5 Rất cao
CVI	5,0 – 7,5	7,5 – 9,0	9,0 – 10,0	10,0 – 11,0	11,0 – 12,5
CSoVI	1,5 – 2,5	2,5 – 3,5	3,5 – 4,5	4,5 – 5,5	5,5 – 7,5
PVI	6,0 – 9,0	9,0 – 12,0	12,0 – 14,5	14,5 – 17,5	17,5 – 20,0

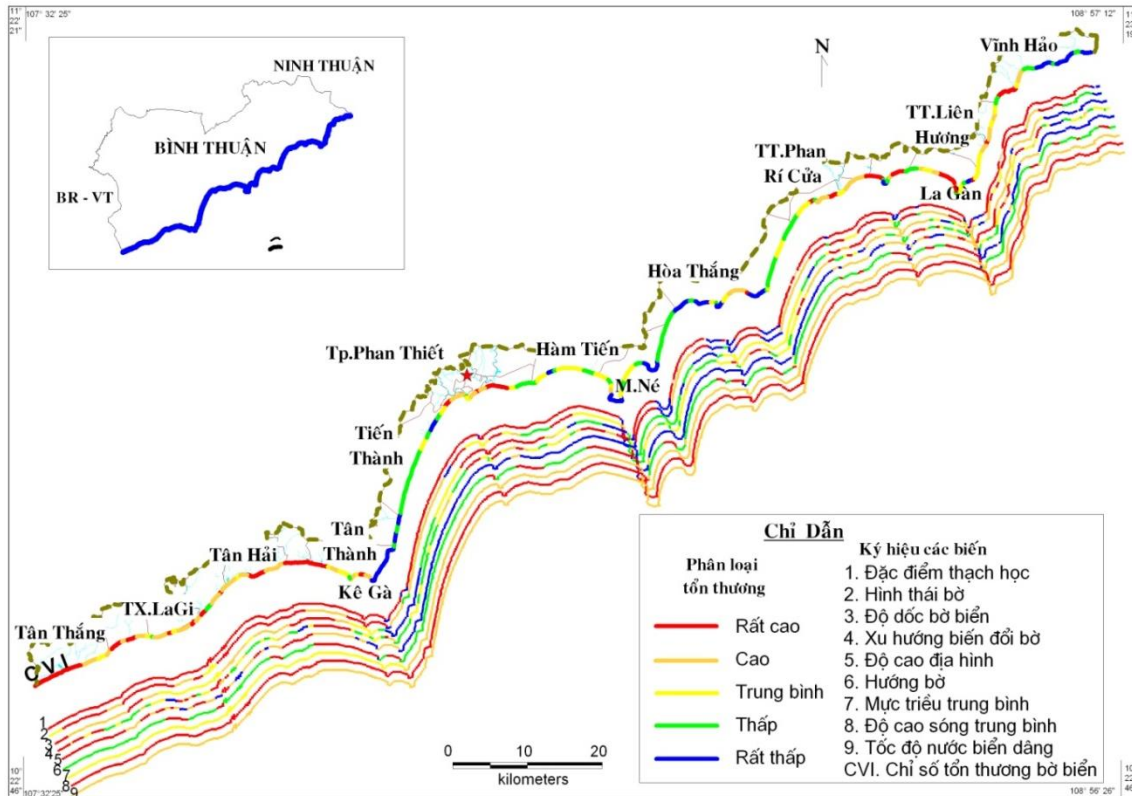
BẢN ĐỒ TỔN THƯƠNG ĐỐI BỜ

Dựa vào đặc điểm địa chất, địa mạo, thủy – hải văn và kết hợp với kết quả khảo sát, tác giả chia đường bờ biển tỉnh Bình Thuận thành 859 pixel có kích thước 200m. Điểm số CVI được tính trong từng pixel.

Thống kê kết quả tính CVI cho thấy có 38,69 km bờ có khả năng tổn thương rất cao (20,05 %), 39,65 km bờ tổn thương cao (20,55 %); 37,98 km

bờ tổn thương trung bình (19,69 %); 44,04 km tổn thương thấp (22,83 %) và 32,55 km bờ tổn thương rất thấp (16,87 %) (Hình 1).

Kết quả tính CVI được thể hiện trên bản đồ tổn thương dạng đường (Hình 2). Từ bản đồ tổn thương bờ biển ta có thể thấy rõ được mức độ tổn thương của từng đoạn bờ, đặc biệt đoạn bờ có nguy cơ tổn thương cao và rất cao (Bảng 6).



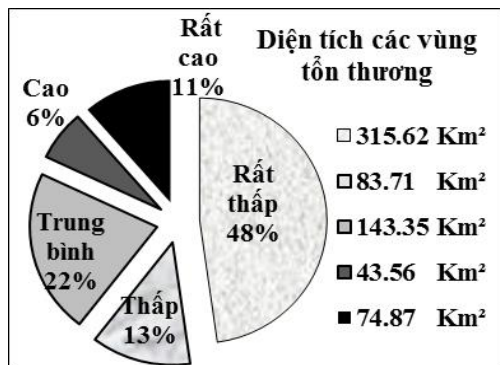
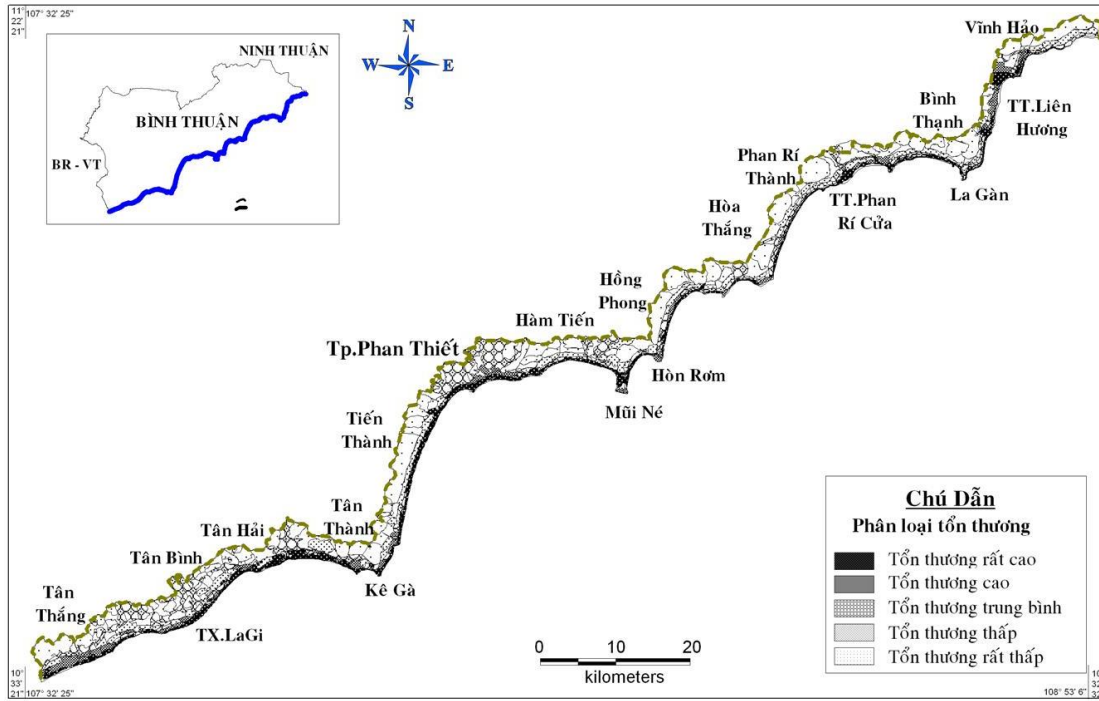
Hình 2. Bản đồ phân loại tổn thương bờ biển (CVI)

Bảng 6. Đặc điểm đoạn bờ có nguy cơ tổn thương rất cao và cao

Nguy cơ tổn thương	Đặc điểm bờ	Đoạn bờ tiêu biểu
Rất cao	<ul style="list-style-type: none"> - Tập trung chủ yếu ở bờ biển nơi có những con sông lớn đổ ra, nằm ở giữa các cung. - Cấu tạo bờ là trầm tích bờ rời, bùn cát. - Hầu hết chưa có công trình bảo vệ bờ. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ven biển xã Tân Thắng - Ven biển thị xã La Gi - Bờ biển xã Tân Hải – cửa sông Phan. - Vòng cung cửa sông Cà Ty đến sông Cái thành phố Phan Thiết. - Ven biển thị trấn Phan Rí Cửa, xã Chí Công – cửa sông Lũy. - Bờ biển thị trấn Liên Hương - Khu vực bờ xóm Tám xã Vinh Hào – cửa sông Đại Hòa.
Cao	<ul style="list-style-type: none"> - Gần vùng cửa sông, xen kẽ với các đoạn bờ có nguy cơ tổn thương rất cao. - Vật liệu bờ là trầm tích bờ rời, có kè bảo vệ, được trồng cây. 	<ul style="list-style-type: none"> - Một số đoạn bờ biển xã Sơn Mỹ, Tân Bình, Tân Hải và thị xã LaGi. - Bờ biển phường Hưng Long, Đức Thắng – Tp.Phần Thiết. - Cung bờ từ Hòn Nghệ tới mũi Yến. - Ven biển Hòa Minh, TT.Phần Rí Cửa, Phước Thê.

Kết quả tính toán tổn thương xã hội cho thấy vùng có nguy cơ tổn thương rất thấp chiếm 48% (315,62 km²), vùng có nguy cơ tổn thương thấp chiếm 13% (83,71 km²), vùng có nguy cơ tổn thương trung bình chiếm 22% (143,35 km²),

vùng có nguy cơ tổn thương cao chiếm 6% (43,56 km²) và vùng có nguy cơ tổn thương rất cao chiếm 11% (74,87 km²). Chỉ số CSoVI được thể hiện trên bản đồ dưới dạng vùng (Hình 3).

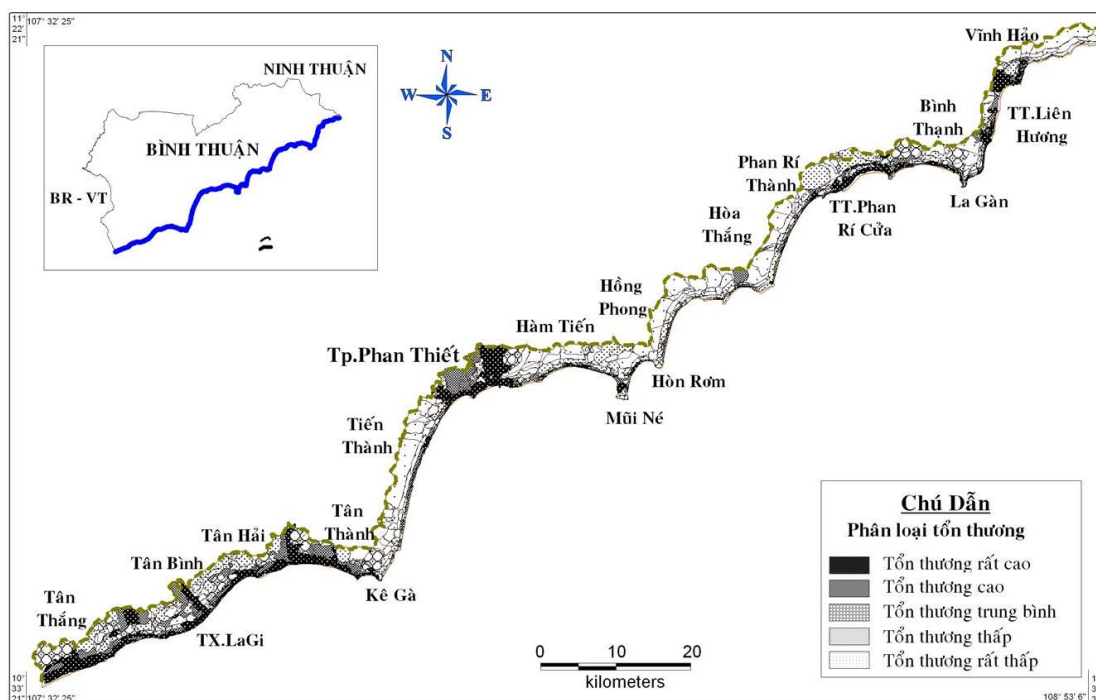


Hình 4. Biểu đồ phân loại diện tích khu vực tổn thương PVI

Các khu vực được dự báo mức độ tổn thương dựa trên kết quả tính PVI. Theo đó, đới bờ Bình Thuận có 120,73 km² có nguy cơ tổn thương rất

cao, 84,96 km² có nguy cơ tổn thương cao, 109,23 km² có nguy cơ tổn thương trung bình, 113,99 km² có nguy cơ tổn thương thấp và 232,20 km² có nguy cơ tổn thương rất thấp (Hình 4).

Chỉ số PVI được trình bày trên bản đồ dưới dạng vùng tổn thương (Hình 5). Các vùng có mức tổn thương khác nhau sẽ được biểu diễn bằng các màu khác nhau. Kết quả phân vùng tổn thương trên bản đồ giúp có cái nhìn trực quan, hiểu rõ được những vùng nào có nguy cơ tổn thương cao, và những vùng nào rất ít nguy cơ tổn thương.



Hình 5. Bản đồ phân loại tổn thương khu vực đới bờ Bình Thuận (PVI)

KẾT LUẬN

Kỹ thuật GIS và viễn thám có hiệu quả cao trong việc tính toán các chỉ số để đánh giá tổn thương bờ biển (CVI, CSoVI và PVI). Kết quả của nghiên cứu này là xây dựng thành công bản đồ dự báo bản đồ tổn thương bờ biển tỉnh Bình Thuận do mực nước biển dâng trong tương lai theo kịch bản 0,75 m [6]. Trong tổng chiều dài 192,9 km của bờ biển Bình Thuận có trên 78 km có nguy cơ tổn thương cao đến rất cao (chiếm gần 41%), tập trung chủ yếu vùng gần biển như Phan Thiết, La Gi, Phan Rí Cửa... Diện tích vùng đới bờ nghiên cứu rộng 664,01 km² có tới 120,73 km² (18%) có nguy cơ tổn thương rất cao

tại các khu vực như thành phố Phan Thiết, thị trấn Phan Rí, Liên Hương, khu dân cư từ Kê Gà đến xã Tân Thắng.

Đây là nghiên cứu đầu tiên tại Việt Nam áp dụng đồng thời các chỉ số CVI, CSoVI và PVI để dự báo nguy cơ tổn thương bờ biển do mực nước biển dâng. Hướng nghiên cứu này đơn giản, chi phí thấp, kết quả có tính ứng dụng cao do đó rất thích hợp với điều kiện nghiên cứu tại Việt Nam, vì vậy có thể áp dụng nghiên cứu cho toàn bộ vùng đới bờ nước ta, giúp hoàn thiện công cụ quản lý, quy hoạch lãnh thổ trong điều kiện nước biển dâng do biến đổi khí hậu.

Mapping vulnerability of Binh Thuan coastal zone

• Le Thi Thu Hien

• Ha Quang Hai

University of Science, VNU-HCM

ABSTRACT

Binh Thuan coastal zone, nearly 192,9 km shoreline, is well known for residential, recreational areas and minor industries. Shoreline is vulnerable to accelerated sea level rise (SLR) due to its low topography and its high ecological. The present study has been carried out with a view to assess the coastal vulnerability of SLR. Coastal vulnerability map has been built to the calculating results of the place vulnerability index (PVI). The PVI is derived by summing the CVI (coastal vulnerability index) and CSoVI (coastal social vulnerability index) scores. CVI is calculated from nine variables: Geology, geomorphology, coastal slope(%),

shoreline change rate (m/yr), mean elevation (m), shoreline direction, mean tidal range (m), wave height (m) and SLR (mm/yr). We use two socioeconomic variables for CSoVI which are socioeconomic variable and relative distance to coast. Results of the vulnerable areas analysis indicate that 120,73 km² is at very high vulnerable, 84,96 km² high, 109,23 km² moderate, 113,99 km² low and 232,20 km² very low. The method in this study which combine CVI, CSoVI and PVI together is new protocol of coastal vulnerability assessment for Vietnam coastal zone due to future SLR.

Keywords: Coastal vulnerability, Sea level rise, CVI, CSoVI, PVI, Binh thuan coastal zone.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bản đồ địa chất tỉnh Bình Thuận tỉ lệ 1:50.000, Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Nam (2004).
- [2]. Bản đồ địa hình Bình Thuận tỉ lệ 1:50.000, Bộ tài nguyên và Môi trường (2004).
- [3]. Bản đồ địa hình đáy biển từ Vịnh Phan Rí đến mũi Kỳ Vân, tỉ lệ 1:100.000, Cục Bản đồ quốc gia (1979).
- [4]. Bản đồ quy hoạch sử dụng đất tỉnh Bình Thuận đến năm 2020 tỉ lệ 1:50.000, Sở nông nghiệp và phát triển nông thôn Bình Thuận (2010).
- [5]. Bộ Tài nguyên và Môi trường, Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu, Hà Nội (2008).
- [6]. Bộ Tài nguyên và Môi trường, Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam, Hà Nội (2009).
- [7]. Mai Trọng Nhuận & nnk, Phân tích tác động của tai biến xói lở đến đới ven biển Phan Rí – Phan Thiết, *Tạp chí Các Khoa học về trái đất*, 16, 3, 233-238 (2004).
- [8]. Phạm Bá Trung, Lê Đình Màu, Hiện trạng xói lở - bồi tụ bờ biển Bình Thuận, *Tạp chí Các khoa học về trái đất*, 33, 3, 322-328 (2011).

- [9]. B.J. Boruff, C. Emrich, S.L. Cutter, Erosion hazard vulnerability of US coastal counties, *Journal of Coastal Research*, 21, 5, 932-942, West Palm Beach (Florida), ISSN 0749-0208 (2005).
- [10].C.J. van Westen, Hazard vulnerability and risk analysis, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), 37 (2009).
- [11].E. Ramieri, A. Hartley, A. Barbanti, F.D. Santos, Methods for assessing coastal vulnerability to climate change, *ETC CCA Technical Paper*, 93 (2011).
- [12].E.A. Pendleton, E.R. Thieler, S.J. Williams, R.L. Beavers, Coastal Vulnerability Assessment of Padre Island National Seashore (PAIS) to Sea-Level Rise, U.S. Geological Survey Open-File Report 2004, 1090 (2004).
- [13].E.A. Pendleton. et al., Coastal Vulnerability Assessment of Golden Gate National Recreation Area to Sea-Level Rise, U.S. Geological Survey Open-File Report 2005, 1058 (2005).
- [14].E.Doukakis, Coastal Vulnerability and Risk Parameters, *European Water 11*, 12, (2005).
- [15].G.S. Dwarakish, S.A. Vinay, U. Natesan, T. Asano, Coastal vulnerability assessment of the future sea level rise in Udipi coastal zone of Karnataka state, west coast of India, *Science Direct - Ocean & Coastal Management* 52, 467-478 (2009).
- [16].G. Anfuso et al, Assessment of Coastal Vulnerability Through the Use of GIS Tools in South Sicily (Italy), *Environmental Management*, 43, 533-545 (2008).
- [17].V. Gornitz, Global coastal hazards from future sea level rise, *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, (GlobalPlanet. Change Sect.), 89, 379-398 (1991).
- [18].J. Edwards, M. Gustafsson, B. Näslund-Landenmark, Handbook for Vulnerability Mapping, *Swedish Rescue Services Agency*. (2007).
- [19].J.D. Vitek et al., Mapping geomorphology: A journey from paper maps, through computer mapping to GIS and Virtual Reality, *Geomorphology* 16, 233-249 (1996).
- [20].K.N. Rao, P.Subraelu et al., Sea-level rise and coastal vulnerability: an assessment of Andhra Pradesh coast, India through remote sensing and GIS, *J. Coast Conserv*, 12, 195-207 (2008).
- [21].R. Kay, J. Alder, Coastal planning and management, Spon Press, Taylor&Francis Group, London and New York, 380 (2005).
- [22].L.A. Reeder, T.C. Rick, J.M. Erlandson, Our disappearing past: a GIS analysis of vulnerability of coastal archaeological resources in California's Santa Barbara Channel region, *Springer Science & Business Media B.V.* (2010).
- [23].Nick Harvey et al., Australian approaches to coastal vulnerability assessment, *Sustain Sci*, 3, 67-87 (2008).
- [24].P.S. Mujabar, N. Chandrasekar, Coastal erosion hazard and vulnerability assessment for southern coastal Tamil Nadu of India by using remote sensing and GIS, *Nat Hazards* (2011).
- [25].A.O. Pamela et al., Assessing vulnerability to sea-level rise using a coastal sensitivity index: a case study from southeast Australia, *J. Coast Conserv*, 14, 89-205 (2010).
- [26].Ron janssen, On the Use of Multi-Criteria Analysis in Environmental Impact Assessment in TheNetherlands, *J. Multi-Crit. Decis. Anal.* 10, 101-109 (2001).
- [27].S.J. Holgate, On the decadal rates of sea level change during the twentieth century, *Geophysical research letters.*, 34, L01602, doi:10.1029/2006 GL 028492 (2007).
- [28].C. Sharples, Indicative Mapping of Tasmanian Coastal Vulnerability to Climate Change and Sea-Level Rise: Explanatory

- Report (Second Edition), Consultant Report to Department of Primary Industries & Water, Tasmania (2006).
- [29].S.J. Walsh et al., An overview of scale, pattern, process relationships in geomorphology: a remote sensing and GIS perspective, *Geomorphology*, 21, 183-205 (1998).
- [30].S.L. Cutter, B.J. Boruff, W.L. Shirley, Social Vulnerability to Environmental Hazards, *Social Science Quarterly*, 84, 2, 241-262 (2003).
- [31].S.L. Cutter, Vulnerability to environmental hazards, *Progress in Human Geography*. 20,4, 529-539 (1996).
- [32].Dữ liệu mực nước biển dâng toàn cầu - <http://www.psmsl.org/products/trends/>.
- [33].Ảnh vệ tinh Landsat 4 vùng Bình Thuận năm 1989, <http://glcfapp.glc.f.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>.
- [34].Ảnh vệ tinh Landsat 7 vùng Bình Thuận năm năm 2003, 2006 và 2011 <http://glovis.usgs.gov/>.