

Bài báo khoa học

Xây dựng chỉ số nhạy cảm đường bờ Vịnh Đà Nẵng áp dụng theo hướng dẫn NOAA về chỉ số nhạy cảm môi trường

Nguyễn Hải Anh¹, Dư Văn Toán¹, Mai Kiên Định¹, Nguyễn Hoàng Anh^{1*}, Bùi Thị Thủy¹

¹ Viện Nghiên cứu biển và hải đảo; anhnh.wru@gmail.com; duvantooan@gmail.com; maikiendinh79@yahoo.com; ahoang1983@gmail.com; buithuy46kt@gmail.com

*Tác giả liên hệ: ahoang1983@gmail.com; Tel.: +84–398203570

Ban Biên tập nhận bài: 17/8/2022; Ngày phản biện xong: 15/9/2022; Ngày đăng bài: 25/9/2022

Tóm tắt: Vịnh Đà Nẵng là vùng phát triển kinh tế trọng tâm của Thành Phố Đà Nẵng đặc biệt với hoạt động hàng hải nội địa và quốc tế nên nguy cơ tràn dầu là hiển hiện sẽ ảnh hưởng rất lớn tới kinh tế và đời sống của người dân. Tài liệu hướng dẫn về chỉ số nhạy cảm môi trường (ESI) của NOAA được ban hành để đánh giá mức độ tổn thương khi có sự cố tràn dầu (SCTD) xảy ra nhằm xác định những khu vực nhạy cảm để có những kế hoạch phòng bị và ứng phó thích hợp. Theo bản hướng dẫn thì bản đồ ESI bao gồm ba loại thông tin cơ bản: Phân loại đường, Tài nguyên sinh và Tài nguyên con người sử. Bài báo tập trung nghiên cứu về vấn đề phân loại đường bờ, cụ thể là nghiên cứu xây dựng chỉ số nhạy cảm đường bờ vịnh Đà Nẵng áp dụng theo tài liệu hướng dẫn về chỉ số nhạy cảm môi trường (ESI). Nghiên cứu sử dụng đường mép nước của bản đồ địa hình tỷ lệ 1:50.000 làm đường bờ cơ sở kết hợp khảo sát thực địa để phân loại đường bờ theo ESI. Kết quả đưa ra được bản đồ phân loại đường bờ ESI và bản đồ mức độ nhạy cảm đường bờ, qua đó cung cấp thông tin cần thiết cho việc lập bản đồ nhạy cảm môi trường ESI.

Từ khóa: NOAA; Chỉ số nhạy cảm môi trường (ESI); Phân loại đường bờ.

1. Mở đầu

Vùng biển Vịnh Đà Nẵng là nơi hoạt động giao thông hàng hải nội địa nhộn nhịp, đây cũng là khu vực tập trung các kho, cảng xăng dầu tiềm ẩn rất lớn nguy cơ về SCTD. Do vậy cần xác định được các vùng nhạy cảm và xây dựng bản đồ nhạy cảm môi trường mà trong đó có hợp phần là bản đồ nhạy cảm đường bờ để có những kế hoạch ứng phó thích hợp khi có SCTD là cần thiết. Bản hướng dẫn (*Environmental Sensitivity Index Guidelines Version 4.0*) được áp dụng để thực thi [1].

Hướng dẫn này đã và đang được áp dụng rộng rãi ở các vùng biển trên toàn cầu, có thể liệt kê ở đây các công trình nghiên cứu áp dụng thử nghiệm ở một số nước trên thế giới như: tại khu vực đường bờ biển A-ma-dôn ở phía bắc Brazil [2]; nghiên cứu về bờ biển Maroc của eo biển Gibraltar [3]; các khu vực biển tại Colombia [4]; nghiên cứu tại bờ biển Estonia thuộc Vịnh Phần Lan (Biển Baltic) và một phần bờ biển Tây Ban Nha [5–6]; vùng bờ Trinidad và Tobago [7]; mô tả hệ thống lập bản đồ và ký hiệu ESI, và đề xuất các loại đường bờ biển có thể được sử dụng cho các đường bờ biển Nigeria [8] hay nghiên cứu tại bờ biển thành phố Lagos, Nigeria [9]; khu vực cảng Bashayer, cộng hòa Sudan [10]; tại các tiểu vương quốc Ả Rập thống nhất [11]; vùng bờ thành phố Kakinada, quận East Godavari thuộc bang Andhra Pradesh [12] hay bờ biển bang Odisha [13], ở miền Đông Nam và miền Đông của Ấn Độ; đặc biệt với các nghiên cứu phát triển phần mềm để áp dụng thực tế theo hệ thống bản đồ

ESI của Hàn Quốc [14] và Nhật Bản [15]. Ở Việt Nam cũng có một số nghiên cứu ứng dụng ở một số địa phương như: nghiên cứu của tác giả Lê Việt Thắng về xây dựng bản đồ nhạy cảm môi trường đối với SCTD ven biển tỉnh Bình Định [16]; nghiên cứu [17] đã đưa ra phân loại đường bờ áp dụng theo hướng dẫn ESI ở đảo Cát Bà, Hải Phòng; [18] nghiên cứu lập bản đồ nhạy cảm môi trường khu vực từ Bà Rịa – Vũng Tàu đến Cần Giờ – TP. Hồ Chí Minh, ngoài ra cũng có một số nghiên cứu ở Thanh Hóa và Thái Bình cũng tiếp cận theo hướng dẫn ESI [19–20]. Qua đó cho thấy mức độ phổ cập và tính ứng dụng cao của hướng dẫn này trên thế giới và đã được áp dụng thực tế một số nước. Việt Nam cũng đã có nhiều nghiên cứu tiếp cận phương pháp ở một số vùng biển, tuy vậy cần có những điều chỉnh thích hợp về mức độ áp dụng cũng như các văn bản quy định cho việc áp dụng thống nhất.

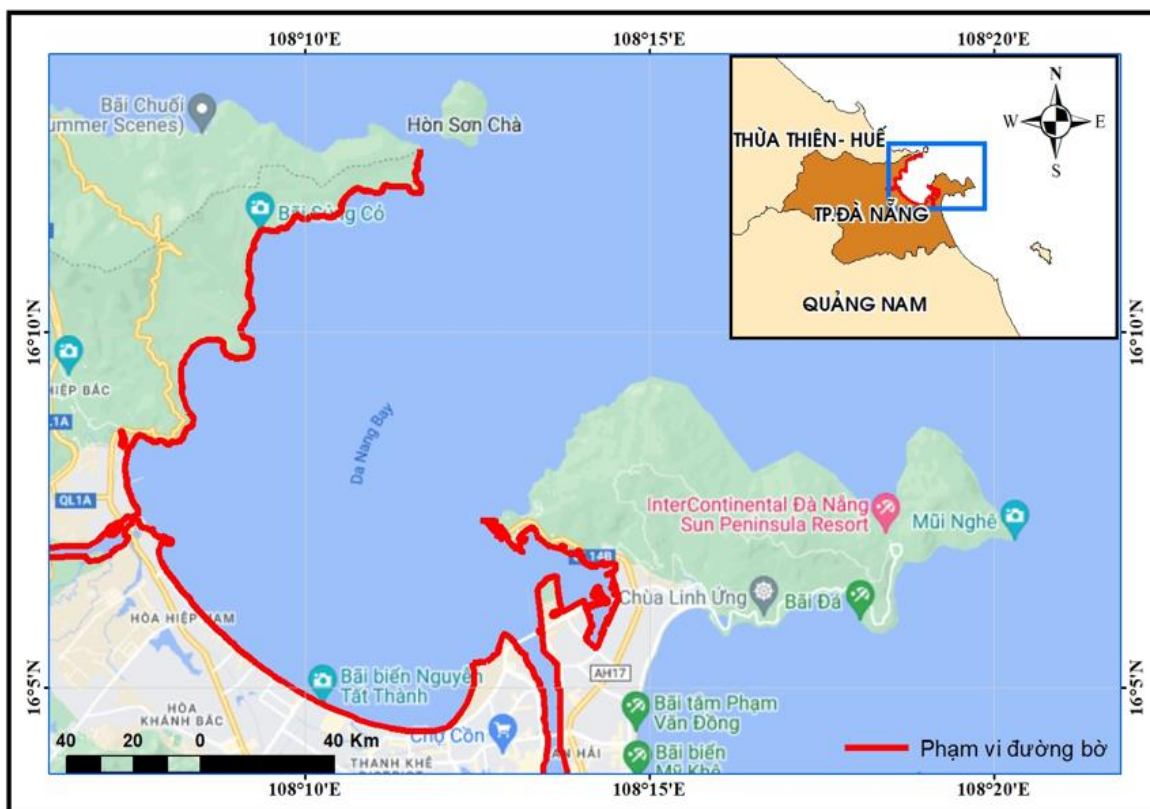
Mục tiêu bài báo nhằm xây dựng được chỉ số nhạy cảm đường bờ Vịnh Đà Nẵng và xếp hạng các chỉ số theo mức độ nhạy cảm áp dụng theo hướng dẫn của NOAA. Qua đó cung cấp thông tin cần thiết để có kế hoạch áp dụng cho xây dựng được các bản đồ nhạy cảm môi trường tại khu vực và toàn Thành Phố trong việc ứng phó SCTD.

Nghiên cứu đã tiến hành đi khảo sát thực địa dọc đường bờ của Vịnh Đà Nẵng theo trưng trình của Đề tài khoa học và công nghệ “Nghiên cứu cơ sở khoa học phục vụ xây dựng quy định kỹ thuật xây dựng bản đồ nhạy cảm môi trường do dầu tràn”, Mã số TNMT.2020.1862.02. Theo giới hạn về phạm vi của đề tài nên khu vực nghiên cứu cũng bị giới hạn ở Hình 1.

2. Số liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Số liệu sử dụng

Theo phạm vi giới hạn, đường bờ sử dụng cho nghiên cứu này sẽ đi qua địa giới của 4 Quận của Thành Phố Đà Nẵng bao gồm: Liên Chiểu, Thanh Khê, Hải Châu và kết thúc tại cảng Tiên Sa của Quận Sơn Trà, được trình bày ở hình 1.

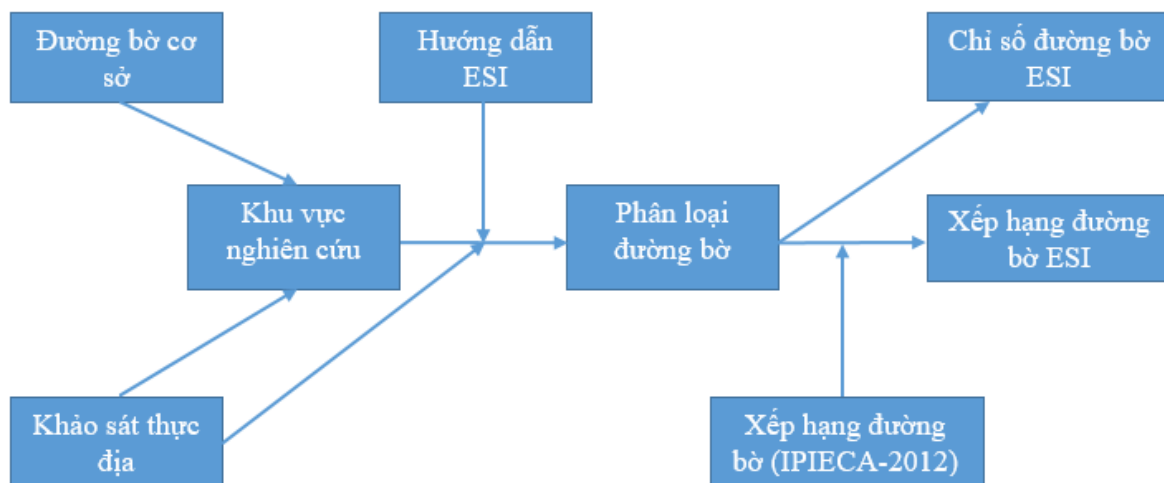


Hình 1. Đường bờ nghiên cứu tại Vịnh Đà Nẵng.

- Dữ liệu cho nghiên cứu bao gồm:
- Bản đồ địa hình tỷ lệ 1: 50.000 được sử dụng để chiết xuất thông tin đường mép nước làm đường bờ cơ sở;
 - Khảo sát thực địa với các ảnh chụp đường bờ dọc theo đường bờ của khu vực nghiên cứu;
 - Phương pháp được sử dụng để xây dựng bản đồ liên quan đến việc phân đoạn các loại đường bờ dựa trên hướng dẫn của NOAA 4.0;
 - Hướng dẫn Lập bản đồ mức độ nhạy cảm để ứng phó SCTD (IPIECA-2012) [21]. Sử dụng để đơn giản hóa các chỉ số ESI và xếp hạng chúng theo bảng 1 trình bày bên dưới.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Trong sơ đồ ở hình 2 dưới đây trình bày quy trình các bước của nghiên cứu. Có thể diễn giải như sau: Đầu tiên, khu vực nghiên cứu được thiết lập dựa trên đường bờ cơ sở và khảo sát thực địa dọc đường bờ; bước tiếp theo tiến hành phân loại đường bờ theo hướng dẫn của NOAA và khảo sát nhận dạng đường bờ ngoài thực tế; sau đó xây dựng được chỉ số ESI của đường bờ; cuối cùng là xây dựng chỉ số nhạy cảm đường bờ và xếp hạng đường bờ theo mức độ nhạy cảm.



Hình 2. Sơ đồ các bước nghiên cứu.

Theo bản hướng dẫn (*Environmental Sensitivity Index Guidelines Version 4.0*), phương pháp phân loại dựa trên sự hiểu biết về đặc tính vật lý và sinh học của môi trường ven biển, không chỉ là loại chất nền và kích thước hạt. Mỗi quan hệ giữa các quá trình vật lý, loại chất nền và quần thể sinh vật liên quan tạo ra các kiểu bờ biển địa mạo/ sinh thái cụ thể, các kiểu vận chuyển trầm tích và các kiểu có thể dự đoán được trong hành vi và tác động sinh học của dàu. Các khái niệm liên quan đến các yếu tố tự nhiên với độ nhạy cảm tương đối của đường bờ biển, hầu hết được phát triển ở vùng cửa sông, đã được sửa đổi một chút với phiên bản cũ đối với các hồ và sông. Xếp hạng độ nhạy được kiểm soát bởi các yếu tố sau:

- Tiếp xúc phơi lộ với năng lượng sóng và thủy triều: Các đường bờ có năng lượng cao (1A-2B) thường xuyên tiếp xúc với sóng lớn hoặc dòng triều mạnh trong tất cả các mùa. Chúng thường xảy ra nhất dọc theo đường bờ biển ngoài cùng của một khu vực hoặc nơi có gió mạnh gây ra sóng đánh trực tiếp vào bờ biển hoặc bằng cách khúc xạ sóng. Đường bờ năng lượng hỗn hợp (3A-7) thường có dạng theo mùa về tần suất bão và độ lớn của sóng. Các đường bờ năng lượng thấp (8A-10F) được che chắn khỏi năng lượng sóng và thủy triều, ngoại trừ các sự kiện bất thường hoặc không thường xuyên;
- Độ dốc đường bờ;
- Loại vật liệu nền (kích thước hạt, tính di động, độ thâm nhập và/ hoặc ản lấp và khả năng lưu động);











- Năng suất sinh học và độ nhạy cảm.

Các chỉ số ESI được xếp hạng từ 1 đến 10 theo các dạng đường bờ khác nhau và tùy vào đặc điểm môi trường (cửa sông, hồ, ven sông, đầm,..) ở từng khu vực có thể có một số loại phụ (A, B, C, D).

Bảng 1. Đơn giản hóa xếp hạng các chỉ số ESI.

ESI (Từ 1 đến 10)	Đơn giản hóa chỉ số ESI	Thể hiện trên bản đồ
ESI 1–ESI 2	1 (rất thấp)	Không đại diện
ESI 3–ESI 6	2 (thấp)	Không đại diện
ESI 7	3 (trung bình)	Không đại diện
ESI 8	4 (cao)	4 (cao)
ESI 9–ESI 10	5 (rất cao)	5 (rất cao)

Bảng 2. Phân loại đường bờ tại Vịnh Đà Nẵng theo NOAA.

STT	Phân loại đường bờ	Mã ESI	Kí hiệu	Mã màu (CMYK)	Đơn giản hóa chỉ số ESI
1	Bờ đá phơi lộ	1A			
2	Đường bờ với Công trình nhân tạo rần, phơi lộ	1B		56/94/0/13	Rất thấp
3	Bờ bãi cát mịn đến trung bình	3A		100/65/15/0	
4	Bờ bãi cát hạt thô	4		82/27/0/0	Thấp
5	Bãi triều phẳng phơi lộ	7		0/0/100/25	Trung bình
6	Đường bờ có công trình nhân tạo, khuất sóng	8B		2/8/85/0	
7	Đường bờ đá Riprap, khuất sóng	8C			Cao
8	Đường bờ có thực vật trên nền đất cứng, trong môi trường cửa sông	8F		0/17/81/0	
9	Đường bờ thực vật ngập nước dưới bờ, môi trường ven sông	9B		1/42/99/0	
10	Đường bờ đầm nước nở, mở trường trong đầm ven biển	10A		0/100/100/0	Rất cao

Ngoài ra yếu tố cần xem xét là mức độ tiếp xúc với năng lượng sóng và thủy triều sẽ quyết định sự tồn tại tự nhiên của dầu đối với đường bờ: năng lượng cao có nghĩa là loại bỏ tự nhiên nhanh chóng, thường trong vài ngày đến vài tuần. Năng lượng thấp có nghĩa là quá trình loại bỏ tự nhiên, chậm chạp, thường là trong vòng vài năm. Năng lượng hỗn hợp có nghĩa là dầu bị tồn tại sẽ được loại bỏ khi sự kiện có năng lượng cao tiếp theo xảy ra, có thể là vài ngày hoặc vài tháng sau sự cố tràn dầu. Việc loại bỏ dầu trên bờ biển năng lượng hỗn hợp là một quá trình dựa trên sự kiện.

Theo hướng dẫn về lập bản đồ mức độ nhạy cảm để ứng phó SCTD (IPIECA–2012) thì sau khi chỉ số ESI đã sắp hạng các đường bờ thành 10 cấp, chúng có thể được đơn giản hóa thành 3 đến 5 chỉ số. Các cấp độ này có thể được đơn giản hóa thành 3–5 lớp, trong đó 5 lớp tương đương với ESI 9 và ESI 10, và 1 tương đương với ESI 1 và ESI 2. Các loại đường bờ nhạy cảm nhất được giữ lại cho bản đồ chiến lược cho một ESI 4 (cao) và ESI 5 (rất cao) (Bảng 1). Nghiên cứu sử dụng bảng sắp hạng này để xây dựng bản đồ chiến lược cho đường bờ khu vực nghiên cứu và đưa ra phân loại chi tiết cho các dạng đường bờ ở Vịnh Đà Nẵng được trình bày ở bảng 2.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Phân loại đường bờ

Dựa theo hướng dẫn, nhóm nghiên cứu tiến hành sàng lọc và phân loại đường bờ chi tiết tại Vịnh Đà Nẵng, kết quả được trình bày ở bảng 3. Một số ảnh chụp thực địa và các dạng đường bờ ESI được trình bày ở hình 3.

Bảng 3. Phân loại đường bờ chi tiết tại Vịnh Đà Nẵng.

STT	Phường	Quận	Dạng đường bờ ESI
1	Hòa Hiệp Bắc		Khu vực nhận dạng với đường bờ: - ESI 1A: Chiếm ưu thế phần lớn kéo dài từ địa phận giáp Tỉnh Thừa Thiên Huế đến Vịnh Liên Chiểu; với cấu tạo bờ đá lôm chôm thuộc phức hệ Hải Vân; Là khu vực phơi lộ với sông và thủy triều. - ESI 1B: Khu vực ở cung bờ lôm, phần chuyển tiếp giữa khối núi Hải Vân và ven biển Liên Chiểu; với cấu tạo bờ công trình nhân tạo bê tông chắc chắn; Là khu vực phơi lộ với sông và thủy triều. - ESI 3A: Khu vực chuyển tiếp từ khối núi Hải Vân xuống Vịnh Liên Chiểu đến cửa sông Cu Đê; Cấu tạo bờ cát mịn; lộ diện với sóng và triều. - ESI 4: Bao gồm các bãi biển cát thô cửa sông Cu Đê và các khu vực xen kẽ dọc bờ khối núi Hải Vân như là các bãi: bãi Bà Đa, bãi Sùng Cò, bãi Xoan, bãi Làng Vân, bãi Hầm; Là khu vực phơi lộ với sông và thủy triều. - ESI 7: Bãi triều phẳng phơi lộ ở cửa sông Cu Đê - ESI 9B: Bờ thấp có thực phủ, trong môi trường ven sông Cu Đê - ESI 10A: Vùng đầm nước nọ khu vực kho xăng dầu PVOil Liên Chiểu
		Liên Chiểu	Các dạng đường bờ khu vực này: - ESI 4: Đoạn bãi biển và phần doi cát phía nam của sông Cu Đê và phía bắc của núi Nam Ô; - ESI 1A: Khu vực ghềnh đá Nam Ô, cấu tạo bởi đá trầm tích có tuổi Pleitocen, lộ sóng và triều; - ESI 3A: Khu vực bãi biển bờ cát mịn phơi lộ ở phần còn lại của phường Hòa Hiệp Nam
2	Hòa Hiệp Nam		ESI 3A: Đoạn bãi tắm Liên Chiểu
3	Hòa Khánh Bắc		ESI 3A: Đoạn bãi biển Nguyễn Tất Thành
4	Hòa Minh		ESI 3A: Đoạn bãi biển Nguyễn Tất Thành
5	Thanh Khê Tây		ESI 3A: Đoạn bãi biển Nguyễn Tất Thành
6	Thanh Khê Đông	Thanh Khê	ESI 3A: Đoạn cuối bãi biển Nguyễn Tất Thành
7	Xuân Hà		Dạng đường bờ bao gồm:
8	Thanh Bình	Hải Châu	- ESI 1B: Bờ biển nhân tạo, được hình thành từ dự án lấn biển Đa Phước; cấu tạo bê tông và kè đá chắc chắn, phơi lộ

STT	Phường	Quận	Dạng đường bờ ESI
			- ESI 8B: Bờ kè rấn nhân tạo phía trong khu vực mô hàn chắn sóng của dự án Đa Phước, khu vực khuất sóng, gió
			Có 2 dạng đường bờ ở khu vực này:
9	Thuận Phước		- ESI 4: Bãi cát thô khu vực giáp với địa phận Phường Thanh Bình; - ESI 8B: Phần còn lại của đường bờ Phường Thuận Phước; bờ kè rấn bê tông và kè đá nhân tạo; khu vực khuất sóng và gió.
10	Nại Hiền Đông		ESI 8B: Toàn bộ đường bờ khu vực này là bờ kè đá và bê tông nhân tạo, khuất sóng và gió
		Sơn Trà	ESI 8B và ESI 8C: Khu vực này toàn bộ là công trình kè bê tông nhân tạo xen kẽ một số đường bờ nhỏ với kè đá Riprap; khu vực khuất sóng và gió.
11	Thọ Quang		

Có thể thấy có 7 dạng đường bờ chủ yếu tại Vịnh Đà Nẵng, với mỗi loại đường bờ sẽ có các mức độ nhạy cảm khác nhau và độ tồn tại tự nhiên của dầu và tính dễ làm sạch khác nhau khi có xảy ra SCTD, bao gồm:

- Đường bờ phơi lộ, vật liệu nền phẳng đứng, không thấm nước với ESI 1: Các loại đường bờ biển này tiếp xúc với sóng lớn, có xu hướng giữ dầu ở ngoài khơi bằng cách phản xạ sóng. Lớp nền không thấm nước nên dầu vẫn còn trên bề mặt, nơi các quá trình tự nhiên sẽ nhanh chóng loại bỏ dầu bám lại trong vòng vài tuần. Ngoài ra, bất kỳ loại dầu nào bị mắc kẹt đều có xu hướng tạo thành dải dọc theo đường thủy triều cao hoặc rửa trôi, trên mức độ cao của giá trị sinh học lớn nhất. Nói chung không cần hoặc khuyến nghị dọn dẹp;

- Đường bờ ESI 3 với chất nền bán thấm, Khả năng thấm và chôn lấp dầu thấp hơn: Xếp hạng đường bờ biển này bao gồm các bãi cát phơi lộ ở các bờ ngoài, các bãi cát có che chắn dọc theo các vịnh và đầm phá, và các bãi cát sườn dốc và các bờ dốc dọc theo bờ hồ và bờ sông. Chất nền cát hạt mịn, nhỏ gọn giảm thiểu sự xâm nhập của dầu, giảm lượng cặn dầu cần loại bỏ. Hơn nữa, các bãi biển cát hạt mịn thường bồi tụ chậm giữa các cơn bão, làm giảm khả năng chôn lấp dầu của cát sạch. Trên các bãi cát có che chắn, việc chôn cất hiếm khi được quan tâm vì năng lượng sóng thấp. Trên các bãi biển phơi lộ, dầu có thể bị chôn vùi sâu nếu dầu mắc cạn ngay sau một cơn bão xói bờ hoặc khi bắt đầu thời kỳ bồi tụ theo mùa. Việc dọn dẹp trên các bãi biển cát hạt mịn được đơn giản hóa nhờ nền cứng có thể hỗ trợ xe cộ và đi bộ;

- Đường bờ ESI 4 với độ thấm trung bình, Khả năng thấm dầu và chôn lấp dầu vừa phải: Các bãi biển cát hạt thô được xếp hạng riêng biệt và cao hơn các bãi biển cát hạt mịn đến trung bình vì khả năng thấm dầu và chôn lấp cao hơn, có thể lớn đến 1 m. Những bãi biển này có thể trải qua chu kỳ xói mòn và bồi tụ rất nhanh, với khả năng bị chôn vùi dầu nhanh chóng, thậm chí chỉ sau một chu kỳ thủy triều. Việc làm sạch khó khăn hơn, vì thiết bị có xu hướng tán dầu vào chất nền do cặn lắng liên kết lỏng lẻo;

- Đường bờ ESI 7 với bãi triều phẳng phơi lộ: Chúng bằng phẳng (nhỏ hơn ba độ) tích tụ trầm tích, nên có tính thấm cao chủ yếu là cát, mặc dù có thể có thành phần phù sa và sỏi, mật độ sinh vật thường cao. Việc làm sạch luôn khó khăn vì khả năng trộn dầu sâu hơn vào trầm tích, đặc biệt là với việc đi bộ thu gom dầu;

- Đường bờ ESI 8 với nền cứng, được cấu tạo từ đá gốc, vật liệu nhân tạo hoặc đất sét cứng: Loại đá gốc có thể thay đổi rất nhiều, từ đá gốc nhẵn, thẳng đứng, đến đá dăm dốc, có khả năng thấm dầu khác nhau, độ dốc trong nền đá nhìn chung là dốc (lớn hơn 15 độ), Chúng được che chở khỏi năng lượng sóng hoặc dòng thủy triều mạnh, dầu có xu hướng phủ lên bề mặt đá thô ráp trong môi trường có che chắn và tồn tại lâu dài, Việc dọn dẹp thường được yêu cầu vì tốc độ loại bỏ tự nhiên chậm, tuy nhiên việc dọn dẹp thường khó khăn và khó tiếp cận;

- Đường bờ ESI 9 với Các khu vực có che chắn, phẳng, lớp nền bán thấm, mềm; sinh vật thường phong phú: Nền thấp (nhỏ hơn ba độ) và bùn chiếm ưu thế; nền đất mềm và khả năng tiếp cận của thủy triều hạn chế khiến các bãi triều có che chắn gần như không thể làm sạch. Thông thường, bất kỳ nỗ lực làm sạch nào cũng trộn dầu sâu hơn vào trầm tích, kéo dài thời

gian phục hồi; các bờ sông thấp thường có nhiều bùn, mềm và thực vật rậm rạp nên rất khó làm sạch, tốc độ loại bỏ tự nhiên có thể rất chậm và phụ thuộc vào tần suất lũ lụt.

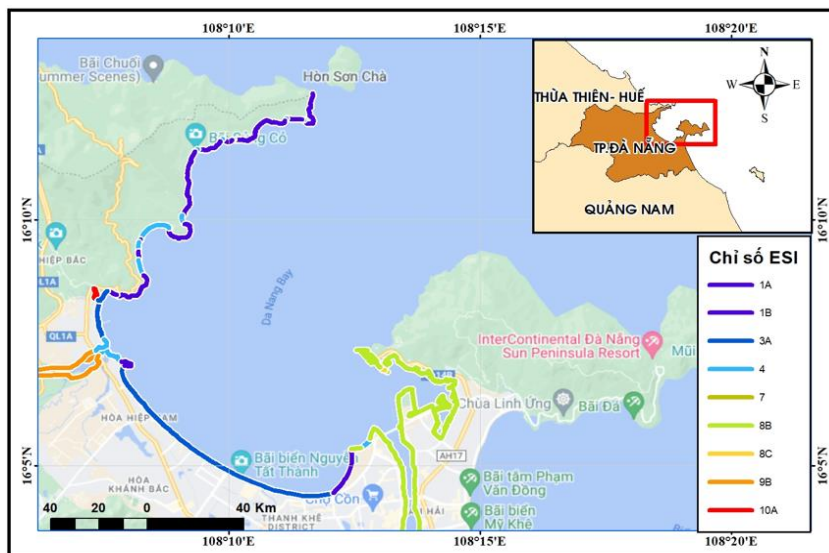


Hình 3. Một số ảnh chụp miêu tả cho phân loại đường bờ ESI: (a) ESI 1A: Bờ đá lôm chôm tại Mũi Cửa Khèm là phần nhô ra biển đông xa nhất của đèo Hải Vân; (b) ESI 1B: Bờ kè nhân tạo ở Khu vực ở cung bờ lôm, phần chuyển tiếp giữa khối núi Hải Vân và ven biển Liên Chiểu; (c) ESI 3A: Bãi cát mịn Vịnh Liên Chiểu; (d) ESI 4: Bãi Xoan, Vịnh Nam Chon; (e) ESI 7: Bãi triều phẳng khu vực cửa sông Cu Đê; (f) ESI 8B: Bờ kè nhân tạo khu vực cửa sông Hàn; (g) ESI 8B: Bờ kè nhân tạo khu vực cảng dầu khí Đà Nẵng; (h) ESI 8C: Bờ kè Riprap khu vực cảng Tiên Sa; (k) ESI 10A: Đầm nước ở khu vực kho xăng dầu PVOil Liên Chiểu.

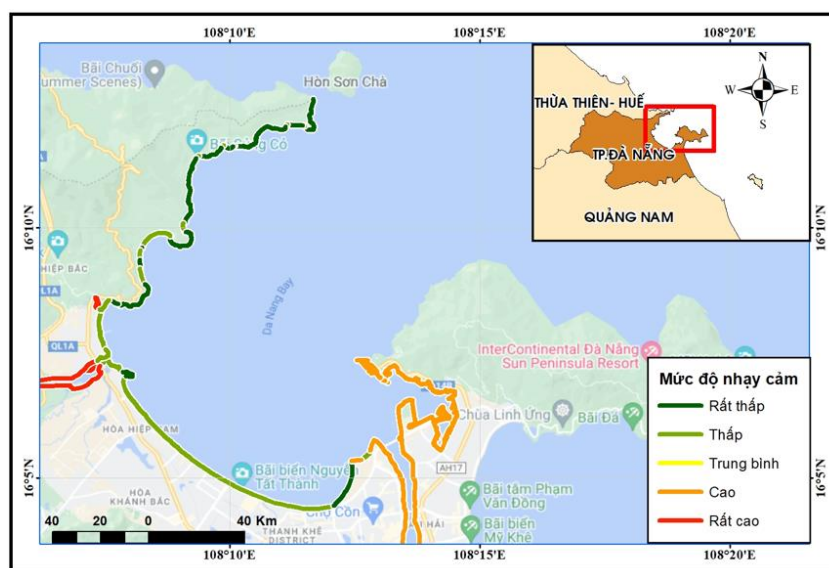
- Đường bờ ESI 10 với vùng đất ngập nước có thực vật nổi: Đầm lầy, rừng ngập mặn và các vùng đất ngập nước có thảm thực vật khác là những môi trường sống nhạy cảm nhất vì giá trị và giá trị sử dụng sinh học cao, ở những khu vực này dầu dễ dàng bám vào thảm thực vật rất khó dọn dẹp và dầu có khả năng tác động lâu dài đến nhiều sinh vật.

3.2. Bản đồ chỉ số nhạy cảm đường bờ

Trên cơ sở phân loại các dạng đường bờ theo ESI ở trên, nhóm nghiên cứu tiến hành xây dựng các bản đồ chỉ số nhạy cảm đường bờ tại Vịnh Đà Nẵng. Bao gồm bản đồ chỉ số nhạy cảm đường bờ và bản đồ mức độ nhạy cảm đường bờ Vịnh Đà Nẵng được trình bày ở các hình 4 và hình 5.



Hình 4. Bản đồ chỉ số nhạy cảm đường bờ ESI.



Hình 5. Bản đồ mức độ nhạy cảm đường bờ.

Bản đồ chỉ số nhạy cảm đường bờ Vịnh Đà Nẵng hiển thị các đoạn bờ được phân loại chi tiết áp dụng theo tài liệu hướng dẫn của NOAA. Có thể thấy do đặc tính và cấu trúc đường bờ thì ở Vịnh Đà Nẵng có 3 dạng đường bờ chiếm ưu thế nhất bao gồm: Đường bờ với các bãi cát hạt mịn đến trung bình với sếp hạng ESI 3A; Đường bờ đá dốc đứng và phơi lộ với sếp hạng 1A; Đường bờ kè nhân tạo trong vùng khuất sóng với sếp hạng 8B.

Bản đồ mức độ nhạy cảm đường bờ Vịnh Đà Nẵng đã áp dụng cách đơn giản hóa các chỉ số nhạy cảm đường bờ (Bảng 1). Dựa theo mức độ nhạy cảm của đường bờ có thể thấy Vịnh Đà Nẵng có 3 khu vực nhạy cảm nhất bao gồm: Khu vực bờ kè nhân tạo, khuất sóng kéo dài từ cửa sông Hàn đến cảng Tiên Sa với mức nhạy cảm cao; Khu vực cửa sông Cu Đê và khu vực Đầm nước nợ khu vực kho xăng dầu PVOil Liên Chiểu với mức nhạy cảm rất cao.

4. Kết luận

Kết quả bài báo cho thấy bức tranh tổng quan về mức độ nhạy cảm đường bờ tại Vịnh Đà Nẵng. Đồng thời minh chứng cho phương pháp lập chỉ số nhạy cảm đường bờ theo NOAA là khả thi và có thể áp dụng rộng rãi để xây dựng các bản đồ nhạy cảm môi trường ở các vùng biển của Việt Nam.

Vấn đề nghiên cứu đường bờ chỉ là một khía cạnh trong hệ thống hướng dẫn của NOAA về chỉ số nhạy cảm môi trường. Do đó cần có những nghiên cứu chi tiết hơn để có thể áp dụng hướng dẫn này xây dựng cho hệ thống bản đồ nhạy cảm môi trường chung của Thành Phố Đà Nẵng phục vụ cho kế hoạch ứng phó SCTD.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: N.H.A., M.K.D.; Xử lý số liệu: N.H.A., M.K.D., B.T.T.; Viết bản thảo bài báo: N.H.A., M.K.D., B.T.T.; Chỉnh sửa bài báo: N.H.A.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn sự hỗ trợ của Đề tài khoa học và công nghệ “Nghiên cứu cơ sở khoa học phục vụ xây dựng quy định kỹ thuật xây dựng bản đồ nhạy cảm môi trường do dầu tràn”, Mã số TNMT.2020.1862.02.

Lời cam đoan: 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. NOAA. Environmental Sensitivity Index Guidelines version 4.0. NOAA Technical Memorandum NOS OR&R 52. Emergency Response Division, National Ocean Service, Seattle, 2019, pp. 228.
2. Souza Filho, P.W.M.; Goncalves, F.D.; de Miranda, F.P.; Beisl, C.H.; de Faria Almeida, E. Environmental sensitivity mapping for oil spill in the Amazon coast using remote sensing and GIS technology, IGARSS 2004. 2004 IEEE International Geosci. Remote Sens. Symp. **2004**, 3, 1565–1568.
3. Nachite, D.; Del Estal Domínguez, N.; El M'rini, A.; Anfuso, G. Environmental Sensitivity Index maps in a high maritime transit area: The Moroccan coast of the Gibraltar Strait study case. *J. Afri. Earth. Sci.* **2020**, 163, 103750.
4. Gil–Agudelo.; Diego, L.; Nieto, B.; Ramón, A.; Ibarra, M.; Diana, M.; Guevara, V.; Ana, M.; Gundlach, E. Environmental sensitivity index for oil spills in marine and coastal areas in Colombia. *C.T.F Cienc. Tecnol. Futuro.* **2015**, 6(1), 17–28.
5. ApsMadli, R.; Kopti, H.; Tõnisson K.; Orviku, Ü. Suursaar. Environmental Sensitivity Index: Estonian shoreline geology classification (Gulf of Finland, Baltic Sea). *Geophys. Res. Abstr.* **2013**, 15, EGU2013–2566.
6. Aps, R.; Hannes, T.; Giorgio, A.; Perales, J.A.; Orviku, K. Ülo Suursaar. Incorporating dynamics factor to the Environmental Sensitivity Index (ESI) shoreline classification – Estonian and Spanish example. *J. Coastal. Res.* **2014**, 70, 235–240.
7. Nansingh, P.; Jurawan, S. Environmental sensitivity of a tropical coastline (Trinidad, West Indies) to oil spills. *Spill Sci. Technol. Bull.* **1999**, 5(2), 161–172.
8. Gundlach, E.R.; Hayes, M.O.; Getter, C.D. Sen–sitivity of Coastal Environments to Oil Spills. 1981 Semi–nar on the Petroleum Industry and the Nigerian Environ–ment. Petroleum Inspectorate, Lagos, Nigeria, 1981, 78–89.
9. Oyedepo, J.A.; Adeofun, C.O. Environmental Sensitivity Index mapping of Lagos shorelines. *Global NEST J.* **2011**, 13(3), 277–287.
10. Sumaya, A.; Idris, U.; Agabna, A.; Mohamed, S.E.; Mohammed, D. Environmental Sensitivity Index Mapping for Oil Spill using GIS Approach, Case Study from Bashayer Oil Terminal, Sudan. *Int. J. Multi-Discip. Res. Publ.* **2021**, 4(5), 28–32.

11. Jensen, J.R.; Murday, M.; Sexton, W.J.; Green, C.J. Coastal environment sensitivity mapping for oil spills in the United Arab Emirates using remote sensing and GIS technology. *Geocarto. Int.* **1993**, 2, 5–13.
12. Sriganesh, J.; Kankara, R.S.; Venkatachalapathy. R. Environmental sensitivity index (ESI) mapping for oil spill hazard – a case study for Kakinada coast. *Int. J. Remote. Sens. Geosci.* **2015**, 4(5), 8–13.
13. Binapani, P.; Madhumita, D.; Chinmay, P. A Systematic Approach to Environmental Sensitivity Index Mapping Along Odisha Coast, India. *Thalassas: Int. J. Mar. Sci.* **2022**. <https://doi.org/10.1007/s41208-022-00471-z>.
14. Sung, H.G.; Lee, H.J.; Lee, M.J.; Kang, C.G. Establishment of Korean Environmental Sensitivity Index Map. *J. Korean. Soc. Mar. Environ. Eng.* **2003**, 6(4), 03–12.
15. Masaki, S.; Gell, D.; Dauterman, A.; Verkennes, K.; Sawano, N. Development of environmental sensitivity index maps in Japan. Proceeding of International Oil Spill Conference, 2001, 2, 775–782.
16. Thắng, L.V. Xây dựng bản đồ nhạy cảm môi trường đối với sự cố tràn dầu ven biển tỉnh Bình Định. *Tap chí Khoa học và Công nghệ* **2021**, 49, 211–221.
17. Tri, D.Q.; Don, N.C.; Ching, C.Y.; Mishra. P.K. Application of environmental sensitivity index (ESI) maps of shorelines to coastal oil spills: a case study of Cat Ba Island, Vietnam. *Environ. Earth. Sci.* **2015**, 74, 3433–3451.
18. Phước, N.V.; Hiền, N.T.T. Bản đồ nhạy cảm môi trường khu vực từ Bà Rịa Vũng Tàu đến Cần Giờ TP. Hồ Chí Minh. *Tap chí Môi trường* **2019**, II, 47–53.
19. Phú, Đ.B.; Tú, T.C.; Ngân, L.K. Xây dựng bản đồ nhạy cảm môi trường và bổ sung kế hoạch ứng phó sự cố tràn dầu tỉnh Thanh Hóa. *Dầu khí* **2017**, 11, 58–64.
20. Sơn, N.N.; Minh, Đ.T.T. Ngân, L.K. Bản đồ nhạy cảm môi trường và phân vùng ưu tiên dãy ven bờ biển tỉnh Thái Bình đối với sự cố tràn dầu. *Dầu khí* **2015**, 8, 58–64.
21. IPIECA. International Maritime Organization –IMO; International Association of Oil & Gas Producers – OGP. Sensitivity Mapping for Oil Spill Response. Good practice guidelines for incident management and emergency response personnel, London, 2012.

Building shoreline sensitivity index of Da Nang Bay applying NOAA guidelines on environmental sensitivity index

Nguyen Hai Anh¹, Du Van Toan¹, Mai Kien Dinh¹, Nguyen Hoang Anh^{1*}, Bui Thi Thuy¹

¹ Vietnam Institute of Seas and Islands; anhnh.wru@gmail.com; duvantooan@gmail.com; maikiendinh79@yahoo.com; ahoang1983@gmail.com; buithuy46kt@gmail.com

Abstract: Da Nang Bay is the key economic development area of Da Nang City, especially with domestic and international maritime activities, so the risk of oil spill is obvious, which will greatly affect the economy and people's lives. The NOAA Environmental Sensitivity Index (ESI) guidance document was issued to assess the extent of oil spill vulnerability in order to identify sensitive areas for potential contamination. appropriate preparedness and response plans. ESI maps are comprised of three types of information: Shoreline classification; biological Resources and Human–Use. The article focuses on studying the problem of shoreline classification, in particular, the study on building the shoreline sensitivity index of Da Nang bay using the guidance document on environmental sensitivity index (ESI). The study uses the water edge of the 1:50,000 scale topographic map as the baseline in combination with the field survey to classify the shoreline according to ESI. The results give ESI shoreline classification map and shoreline sensitivity map, thereby providing necessary information for ESI environmental sensitivity mapping.

Keywords: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA); Environmental Sensitivity Index (ESI); Shoreline classification.