PHẦN THỨ NHẤT: NGHIÊN CỨU, ỨNG DỤNG

Nghiên cứu phân vùng nhạy cảm môi trường vùng ven bờ biển Bắc Bộ

Bùi Thị Bảo Anh [1], Nguyễn Xuân Tùng[1,2*], Trịnh Hoài Thu[1], Phạm Thị Thu Hằng [1], Nguyễn Thị Nhân [1], Phạm Đức Hùng[1], Phan Kiều Ngân [1], Trần Thị Thuý Hường[1]

[1] Viện Khoa học Trái đất, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST)

[2]Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, Việt Nam

** Corresponding address: nxtung@ies.vast.vn*

https://doi.org/10.5281/zenodo.18186097

Tóm tắt:

Nghiên cứu tập trung vào phân vùng nhạy cảm môi trường (ESI zoning) *vùng ven bờ biển Bắc Bộ, với trọng điểm là khu vực Thái Bình – Nam Định. Các lớp dữ liệu nền (đường bờ, rừng ngập mặn, bãi triều, nuôi trồng thủy sản, khu bảo tồn và hạ tầng ven biển) được tích hợp trong hệ thống GIS, sau đó chia thành các đoạn bờ 500–1.000 m để tính toán chỉ số nhạy cảm môi trường. Kết quả phân vùng cho thấy các khu vực rừng ngập mặn Xuân Thủy – Giao Thủy, cửa Ba Lạt và Trà Lý có mức độ nhạy cảm* rất cao (ESI = 6)*; các bãi triều nuôi trồng thủy sản và khu du lịch biển như Cồn Vành, Cồn Đen được xếp loại* nhạy cảm cao (ESI = 5)*; trong khi các đoạn bờ nhân tạo và khu vực hạ tầng có ESI từ thấp đến trung bình. Việc phân vùng ESI đã làm rõ các* vùng ưu tiên bảo vệ *và cung cấp cơ sở khoa học quan trọng cho công tác quản lý ven bờ, quy hoạch không gian biển và ứng phó sự cố tràn dầu tại Bắc Bộ.*

***Từ khóa*:** *Phân vùng nhạy cảm môi trường; ESI; GIS; Ven biển Bắc Bộ; Thái Bình – Nam Định.*

Ngày nhận bài: 28/07/2025 Ngày sửa lại: 25/09/2025 Ngày chấp nhận đăng: 26/09/2025 Ngày xuất bản: 31/12/2025

Environmental Sensitivity Zonation in the Northern Vietnam Coastal Zone

Bùi Thị Bảo Anh [1], Nguyễn Xuân Tùng[1,2*], Trịnh Hoài Thu[1], Phạm Thị Thu Hằng [1], Nguyễn Thị Nhân [1], Phạm Đức Hùng[1], Phan Kiều Ngân [1], Trần Thị Thuý Hường[1]

[1]Institute of Earth Sciences, VAST

[2]VNU University of Science, Vietnam National University, Hanoi

** Corresponding address: nxtung@ies.vast.vn*

Abstract:

This study emphasizes Environmental Sensitivity Zonation (ESI zoning) *of the Northern Vietnam coastal zone, focusing on the Thai Binh – Nam Dinh area. Baseline datasets (shoreline, mangroves, tidal flats, aquaculture, protected areas, and coastal infrastructure) were integrated within a GIS framework and segmented into 500–1,000 m shoreline units to assign Environmental Sensitivity Index (ESI) values. The results indicate that the Xuan Thuy – Giao Thuy mangroves and the Ba Lat and Tra Ly estuaries exhibit* very high sensitivity (ESI = 6)*; tidal flats used for aquaculture and tourist beaches such as Con Vanh and Con Den are classified as* high sensitivity (ESI = 5)*; whereas artificial shorelines and coastal infrastructure show lower to medium sensitivity levels. The ESI zoning effectively identifies* priority protection areas *and provides a robust scientific basis for coastal management, marine spatial planning, and oil spill contingency planning in the Northern Vietnam coast.*

Keywords: *Environmental Sensitivity Zonation; ESI; GIS; Northern Vietnam coast; Thai Binh – Nam Dinh.*

Submission received: 28/07/2025 Revised: 25/09/2025 Accepted: 26/09/2025 Published: 31/12/2025

1. Mở đầu

Vùng ven bờ biển Bắc Bộ là không gian chuyển tiếp đất – biển có giá trị sinh thái và kinh tế – xã hội đặc biệt quan trọng, đồng thời chịu áp lực lớn từ hoạt động hàng hải, khai thác – vận chuyển dầu khí, công nghiệp ven biển và nuôi trồng thủy sản. Đây cũng là khu vực tập trung các hệ sinh thái nhạy cảm như rừng ngập mặn, bãi triều, đất ngập nước cửa sông và sinh cảnh chim di cư; các hệ sinh thái này cung cấp dịch vụ hệ sinh thái thiết yếu (bảo vệ bờ, nơi cư trú – ươm giống, hấp thụ carbon, duy trì đa dạng sinh học) nhưng lại dễ bị tổn thương và phục hồi chậm khi chịu tác động ô nhiễm dầu. Các nghiên cứu quốc tế cho thấy sự cố môi trường biển có thể gây ảnh hưởng kéo dài đến cấu trúc – chức năng hệ sinh thái ven bờ và sinh kế cộng đồng, thể hiện rõ qua các sự cố lớn như Exxon Valdez và Deepwater Horizon. Do đó, định danh "điểm nóng" nhạy cảm và ưu tiên bảo vệ theo không gian là yêu cầu trọng yếu trong quản lý rủi ro môi trường biển [1-3].

Trên thế giới, bản đồ nhạy cảm môi trường (Environmental Sensitivity Index – ESI) được xem là một trong những công cụ chuẩn để hỗ trợ lập kế hoạch phòng ngừa và ứng phó sự cố môi trường biển. ESI được phát triển theo hướng tiếp cận GIS, chuẩn hóa thông tin thành các lớp dữ liệu bao gồm: (i) phân loại đường bờ theo mức độ dễ bị bám dính, khó làm sạch và tốc độ phục hồi; (ii) phân bố tài nguyên sinh học nhạy cảm (đất ngập nước, rừng ngập mặn, bãi triều, nơi sinh sản – ươm giống, chim nước…); và (iii) tài nguyên con người sử dụng (nuôi trồng, khai thác thủy sản, du lịch, hạ tầng ven bờ). Theo hướng dẫn của NOAA, ESI không chỉ là bản đồ mô tả hiện trạng mà còn là "khung dữ liệu quyết định" nhằm xác định khu vực ưu tiên bảo vệ và triển khai nguồn lực ứng cứu theo thời gian thực, đồng thời tạo nền tảng để tích hợp với các mô hình lan truyền – phong hóa dầu trong lập kịch bản rủi ro [4].

Bên cạnh khung ESI, nhiều nghiên cứu quốc tế nhấn mạnh rằng mức độ nhạy cảm của ven bờ phụ thuộc chặt chẽ vào cấu trúc hệ sinh thái, đặc biệt là rừng ngập mặn và đất ngập nước cửa sông. Rừng ngập mặn có giá trị dịch vụ hệ sinh thái cao, song dầu dễ bám vào rễ – trầm tích, gây suy giảm sinh trưởng và kéo dài thời gian phục hồi; tương tự, bãi triều hạt mịn và đất ngập nước là những môi trường dễ tích lũy chất ô nhiễm và tác động lan truyền theo chuỗi thức ăn. Vì vậy, trong các nghiên cứu ESI hiện đại, xu hướng phổ biến là tăng cường tích hợp dữ liệu đa nguồn (viễn thám – GIS – điều tra sinh thái), chuẩn hóa theo đơn vị đoạn bờ, và liên kết với các chỉ số phục vụ quy hoạch không gian biển và quản lý tổng hợp vùng bờ [5,6].

Tại Việt Nam, nghiên cứu liên quan đến quản lý tổng hợp vùng bờ và đánh giá hiện trạng môi trường ven biển đã được đề cập từ khá sớm, tạo nền tảng lý luận cho phân vùng nhạy cảm theo hướng tích hợp liên ngành. Một số công trình trong nước đã tập trung làm rõ cơ sở khoa học – thực tiễn của ICZM, đồng thời chỉ ra các thách thức môi trường ven bờ Bắc Bộ dưới tác động của phát triển kinh tế và gia tăng nguồn thải. Đây là bối cảnh quan trọng làm nổi bật tính cấp thiết của các công cụ phân vùng ưu tiên bảo vệ và ra quyết định ứng phó theo không gian [7,8].

Về ứng dụng ESI, các nghiên cứu trong nước đã bước đầu triển khai tại một số khu vực trọng điểm, chứng minh tính phù hợp của phương pháp NOAA khi điều chỉnh theo điều kiện địa mạo – sinh thái – kinh tế của Việt Nam. Các kết quả tiêu biểu có thể kể đến nghiên cứu ESI cho Quảng Ninh – Hải Phòng, khu vực ven biển Khánh Hòa và vùng Vũng Tàu, với cách tiếp cận tương đối thống nhất: chuẩn hóa dữ liệu GIS, phân đoạn đường bờ, chấm điểm mức nhạy cảm theo nhóm tiêu chí và biên tập bản đồ chuyên đề phục vụ ứng phó sự cố môi trường biển. Tuy vậy, các nghiên cứu hiện có vẫn chủ yếu theo quy mô cục bộ, mức độ cập nhật dữ liệu nền còn phụ thuộc nguồn đầu vào, và chưa bao phủ đầy đủ vùng ven bờ Bắc Bộ – nơi có hệ thống cửa sông lớn (sông Hồng – sông Trà Lý – sông Đáy), bãi triều rộng, rừng ngập mặn và các khu vực bảo tồn có giá trị quốc tế [9-11].

Đối với Bắc Bộ, khu vực Thái Bình – Nam Định nổi bật bởi sự hội tụ của (i) các hệ sinh thái đất ngập nước – rừng ngập mặn – bãi triều giàu đa dạng sinh học; (ii) hệ thống nuôi trồng thủy sản ven bờ quy mô lớn gắn trực tiếp với sinh kế; và (iii) các vùng bảo tồn và sinh cảnh chim di cư có ý nghĩa quốc tế (gắn với Khu dự trữ sinh quyển châu thổ sông Hồng). Trong bối cảnh rủi ro sự cố môi trường biển gia tăng do hoạt động hàng hải và phát triển ven biển, việc xây dựng bản đồ phân vùng nhạy cảm môi trường theo ESI cho vùng ven bờ Bắc Bộ không chỉ có ý nghĩa khoa học (chuẩn hóa – lượng hóa nhạy cảm theo không gian) mà còn có giá trị ứng dụng cao trong ưu tiên bảo vệ, lập phương án ứng phó, và hỗ trợ ICZM/MSP [7,12].

Do đó, nghiên cứu này được thực hiện với hai mục tiêu chính:

(i) xây dựng bản đồ phân vùng nhạy cảm môi trường (ESI zoning) cho vùng ven biển Thái Bình – Nam Định;

(ii) xác định các khu vực trọng điểm cần ưu tiên bảo vệ trong công tác quản lý tài nguyên, bảo tồn hệ sinh thái và ứng phó sự cố môi trường ven biển Bắc Bộ.

2. Phương pháp nghiên cứu

Bản đồ nhạy cảm môi trường (Environmental Sensitivity Index – ESI) cho dải ven bờ được xây dựng dựa trên phương pháp của NOAA (1997) và được điều chỉnh cho phù hợp với điều kiện tự nhiên – kinh tế – xã hội ở Việt Nam. Quy trình nghiên cứu được tiến hành theo các bước sau:

(1) Thu thập và chuẩn hóa dữ liệu nền

Các lớp dữ liệu đầu vào bao gồm: đường bờ biển chi tiết; lớp phủ rừng ngập mặn, bãi triều, đất ngập nước cửa sông; phân bố vùng nuôi trồng thủy sản, khu bảo tồn thiên nhiên; cùng với hạ tầng ven bờ như cảng biển, khu công nghiệp và du lịch. Tất cả dữ liệu được chuẩn hóa về cùng hệ quy chiếu và được bổ sung, kiểm chứng thông qua khảo sát thực địa.

(2) Phân đoạn đường bờ

Đường bờ được chia thành các đoạn dài từ 500–1000 m, đóng vai trò là đơn vị phân tích cơ bản trong tính toán chỉ số nhạy cảm môi trường.

(3) Xác định tiêu chí nhạy cảm

Mỗi đoạn bờ được đánh giá dựa trên các tiêu chí chính:

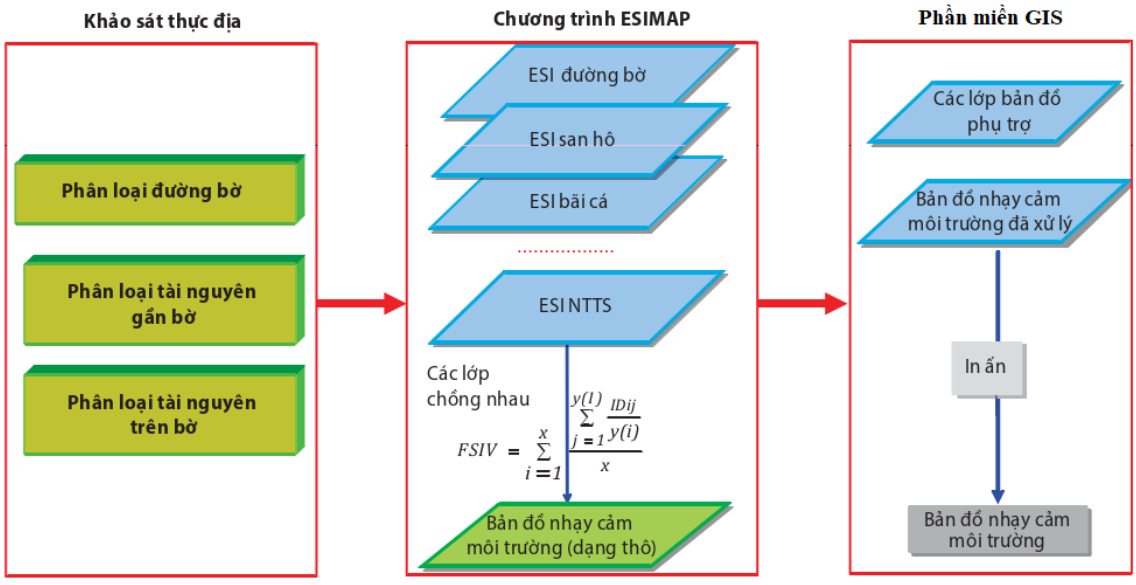
- Đặc điểm địa mạo bờ (đá, cát, bùn, cửa sông, bãi triều).
- Hệ sinh thái đặc thù (rừng ngập mặn, bãi chim di trú, bãi thủy sinh).
- Giá trị kinh tế (nuôi trồng thủy sản, bãi tắm, cảng cá).
- Giá trị bảo tồn (khu bảo tồn biển, khu dự trữ sinh quyển).

(4) Chấm điểm và tính toán chỉ số ESI tổng hợp

Các tiêu chí được chấm theo thang điểm từ 1–6, trong đó 1 = rất thấp và 6 = rất cao. Chỉ số ESI tổng hợp được tính toán bằng phương pháp chồng lớp trọng số trong môi trường GIS, phản ánh mức độ nhạy cảm tổng hợp của từng đoạn bờ.

(5) Phân loại và biên tập bản đồ ESI

Các đoạn bờ sau khi tính toán được phân loại thành 4 mức: rất cao, cao, trung bình, thấp. Kết quả cuối cùng được thể hiện dưới dạng bản đồ chuyên đề, có bảng chú giải và ký hiệu các đối tượng nhạy cảm theo chuẩn NOAA (có điều chỉnh phù hợp cho Việt Nam).



Hình 1. Sơ đồ nghiên cứu xây dựng phân vùng nhạy cảm môi trường vùng ven bờ biển Bắc Bộ

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Xây dựng các lớp cơ sở dữ liệu nhạy cảm

3.1.1 Chỉ số nhạy cảm đường bờ

Đường bờ biển khu vực Thái Bình – Nam Định có đặc điểm địa mạo – sinh thái đa dạng

và được chia thành ba kiểu chính, tương ứng với các mức độ nhạy cảm môi trường đối với sự cố môi trường biển:

- Bờ cát và bãi triều hạt mịn: phân bố phổ biến dọc ven biển hai tỉnh, thường xuyên chịu tác động của thủy triều. Đây là dạng bờ có mức độ nhạy cảm môi trường trung bình đến trung bình cao, do dầu dễ bám dính vào lớp trầm tích bãi triều và gây ảnh hưởng đến sinh vật đáy.
- Đường bờ có thảm thực vật rừng ngập mặn: tập trung chủ yếu ở khu vực Tiền Hải (Thái Bình) và vùng cửa Ba Lạt – Xuân Thủy (Nam Định). Đây là khu vực có mức nhạy cảm cao nhất do rừng ngập mặn đóng vai trò quan trọng trong bảo vệ bờ, duy trì đa dạng sinh học, đồng thời rất dễ bị tổn thương và khó phục hồi sau sự cố môi trường biển.
- Đường bờ nhân tạo: bao gồm các đoạn kè chắn sóng, cảng cá, đê biển… phân bố rải rác ở một số vị trí ven bờ. Kiểu đường bờ này có mức độ nhạy cảm đối với sự cố môi trường biển thấp nhất, do cấu trúc nhân tạo giúp hạn chế sự lưu giữ dầu, đồng thời việc vệ sinh và thu gom dầu tương đối dễ dàng.

Bảng 1. Chỉ số nhạy cảm môi trường theo kiểu đường bờ khu vực Thái Bình – Nam Định

Loại đường bờ	**Phân bố chủ yếu**	**Mức nhạy cảm (ESI)**	**Nhận xét chính**
Bờ cát, bãi triều hạt mịn	Phổ biến dọc ven biển Thái Bình và Nam Định	Trung bình – Trung bình cao	Chịu ảnh hưởng mạnh của thủy triều; dầu dễ bám dính vào trầm tích, khó làm sạch hoàn toàn.
Đường bờ có rừng ngập mặn	Tiền Hải (Thái Bình), cửa Ba Lạt – Xuân Thủy (Nam Định)	Cao – Rất cao	Hệ sinh thái nhạy cảm nhất; thiệt hại lâu dài đến đa dạng sinh học, khả năng phục hồi thấp.
Đường bờ nhân tạo (kè, cảng, đê)	Rải rác ở một số đoạn ven bờ	Thấp	Hạn chế sự lưu giữ dầu; dễ thu gom và vệ sinh; ít tác động sinh thái lâu dài.

3.1.2. Chỉ số nhạy cảm tài nguyên gần bờ

Ngoài đặc điểm địa mạo đường bờ, khu vực ven biển Thái Bình – Nam Định còn tập trung nhiều loại tài nguyên sinh thái và kinh tế - xã hội quan trọng. Các tài nguyên này có mức độ nhạy cảm khác nhau trước nguy cơ xảy ra sự cố môi trường biển, có thể phân thành các nhóm chính sau:

Hệ sinh thái rừng ngập mặn

- Phân bố: Tiền Hải (Thái Bình), cửa Ba Lạt và Xuân Thủy (Nam Định).
- Vai trò: cung cấp nơi cư trú, sinh sản và ươm giống cho nhiều loài thủy sản, bảo vệ bờ biển, giảm sóng.
- Nhạy cảm: Rất cao. Dầu dễ bám vào rễ và trầm tích, gây chết cây, giảm năng suất sinh học và mất thời gian phục hồi dài hạn.

Khu Ramsar Xuân Thủy (Nam Định)

- Vai trò: khu bảo tồn đất ngập nước quốc tế, sinh cảnh quan trọng cho chim di cư và nhiều loài thủy sinh.
- Nhạy cảm: Rất cao. Đây là khu vực ưu tiên đặc biệt cần bảo vệ khi có sự cố môi trường biển, vì ảnh hưởng ở đây sẽ có tầm quan trọng quốc tế.

Nguồn lợi thủy sản và nuôi trồng

- Phân bố: vùng bãi triều nuôi ngao, vạng (Giao Thủy, Tiền Hải); lưới rê, lưới kéo ngoài khơi.
- Vai trò: cung cấp sinh kế chính cho hàng vạn ngư dân.
- Nhạy cảm: Cao. Sự cố môi trường biển có thể gây chết giống ngao, giảm sản lượng nuôi trồng, tác động lớn đến kinh tế - xã hội địa phương.

Bãi triều, sinh vật đáy và cỏ biển

- Phân bố: dọc ven biển, đặc biệt ở các cửa sông.
- Vai trò: nơi sống của động vật không xương sống, cá non và chim ăn thủy sản.

- Nhạy cảm: Trung bình – Cao. Dầu dễ lắng vào trầm tích, làm giảm đa dạng loài và suy thoái bãi triều.

Hoạt động kinh tế - xã hội và hạ tầng

- Bao gồm: cảng cá Lạch Giang, Lạch Trào, khu du lịch ven biển, tuyến đê biển.
- Nhạy cảm: Trung bình. Mặc dù dễ vệ sinh và ít tổn thương sinh thái, nhưng ảnh hưởng kinh tế (ngưng trệ khai thác, du lịch) có thể đáng kể.

Bảng 2. Chỉ số nhạy cảm tài nguyên gần bờ khu vực Thái Bình – Nam Định

Nhóm tài nguyên	Phân bố chính	Giá trị bảo tồn/kinh tế	Mức nhạy cảm	Nhận xét chính
Rừng ngập mặn	Tiền Hải, Ba Lạt – Xuân Thủy	Rất cao	Rất cao	Dầu gây hại trực tiếp, phục hồi lâu dài.
Khu Ramsar Xuân Thủy	Nam Định	Rất cao	Rất cao	Ưu tiên đặc biệt trong ứng phó sự cố môi trường biển.
Nuôi trồng thủy sản (ngao, vạng)	Bãi triều Giao Thủy, Tiền Hải	Cao	Cao	Nhạy cảm trực tiếp với dầu, ảnh hưởng sinh kế.
Bãi triều, sinh vật đáy	Cửa Ba Lạt, Trà Lý	Trung bình	Trung bình – Cao	Dầu dễ lắng trong trầm tích, ảnh hưởng hệ sinh thái đáy.
Hạ tầng, cảng cá, du lịch	Lạch Giang, Lạch Trào, tuyến đê biển	Kinh tế - xã hội	Trung bình	Ảnh hưởng gián tiếp, dễ thu dọn nhưng gây gián đoạn kinh tế.

3.1.3. Chỉ số nhạy cảm tài nguyên trên bờ

Đối với chỉ số nhạy cảm trên bờ, việc đánh giá dựa vào mức độ phân bố tài nguyên tự nhiên và con người sử dụng như rừng ngập mặn, nuôi trồng thủy sản, bãi tắm du lịch, vùng dân cư ven biển. Việc phân loại nhạy cảm được thực hiện theo mức độ quan trọng về giá trị sinh thái – kinh tế – xã hội của địa phương, kết quả thể hiện trong các bảng sau.

Bảng 3. Chỉ số nhạy cảm môi trường đối với khu vực phân bố trứng cá và cá con (Thái Bình – Nam Định)

Thời gian	Phân bố	Mật độ (con/100m³)	Chỉ số ESI
Tháng 3	Từ cửa sông Trà Lý đến cửa sông Ba Lạt	200 – 310	6
Tháng 5	Toàn vùng ven bờ Thái Bình – Nam Định	> 100	5
Tháng 7	Vùng biển cửa sông Trà Lý – Ba Lạt	< 100	4
Tháng 8	Cá con di chuyển ra ngoài khơi	30 – 100	4

Bảng 4. Chỉ số nhạy cảm môi trường tại các khu vực phân bố nguồn lợi cá

Nguồn lợi	Thành phần	Phân bố	Diện tích (km²)	Chỉ số ESI
Cá nổi	Cá trích, cá nục, cá cơm	Vùng ngoài khơi, cửa vịnh Bắc Bộ	> 1.500	6
Cá nổi	Cá thu, cá ngừ, cá kiếm	Gần bờ, khu vực ngư trường mùa sinh sản	500 – 1.500	5
Cá tầng đáy	Cá phèn, cá mối, cá hồng, cá lưỡi trâu, cá hố, cá bơn, cá miên sảnh	Vùng cửa sông ven bờ Thái Bình – Nam Định	> 1.500	6

Bảng 5. Chỉ số nhạy cảm môi trường tại các khu vực nguồn lợi nhuyễn thể

Vùng nuôi	Địa phận	Đặc điểm	Chỉ số ESI
Vùng 1 (Giao Thủy – Nam Định)	Từ cửa sông Ba Lạt đến xã Giao Hải	- Rừng ngập mặn rộng > 7.000 ha - Vùng nuôi ngao tập trung diện tích ~ 2.500 ha - Sinh cảnh quan trọng của chim di trú Ramsar	6
Vùng 2 (Tiền Hải – Thái Bình)	Từ cửa sông Diêm Hộ đến cửa sông Hóa	- Rừng ngập mặn dày đặc ven biển - Bãi triều rộng (từ -0.2 m đến -1.0 m so với mực nước biển) - Vùng NTTS (tôm, ngao, cá bống bớp) > 4.300 ha	5

Bảng 6. Chỉ số nhạy cảm môi trường của rừng ngập mặn khu vực Thái Bình – Nam Định

Khu vực	Cây ngập mặn chủ yếu	Loại	Chỉ số ESI
Cửa sông Ba Lạt (Nam Định)	Vẹt *Bruguiera gymnorrhiza*, Trang *Kandelia candel*, Mắm biển *Avicennia marina*	Rừng tự nhiên với độ che phủ cao. Mật độ trung bình từ 4.400 – 6.500 cây/ha.	6
Cồn Vành (Thái Bình)	Đước vòi *Rhizophora stylosa*, Trang *Kandelia obovata*, Vẹt *Bruguiera gymnorrhiza*	Rừng ngập mặn trải dài khoảng 5,5 km với bề rộng có nơi đến 1,2 km.	6
Cửa sông Lân (Nam Định)	Sú *Aegiceras corniculatum*, Vẹt dù *Bruguiera gymnorrhiza*, Mắm biển *Avicennia marina*	Mật độ thưa, thành dải nhỏ.	4
Bãi biển Đồng Châu – cửa sông Trà Lý (Thái Bình)	Mắm biển *Avicennia marina*, Bần *Sonneratia caseolaris*, Trang *Kandelia candel*, Sú *Aegiceras corniculatum*, Vẹt *Bruguiera gymnorrhiza*	Rừng ngập mặn dày đặc.	6
Cồn Đen – cửa sông Diêm Hộ (Thái Bình)	Đước vòi *Rhizophora stylosa*, Trang *Kandelia obovata*, Vẹt *Bruguiera gymnorrhiza*, Sú *Aegiceras corniculatum*	Rừng ngập mặn dày, cây cao, to. Có cây đến gần 30 năm tuổi.	6
Từ cửa sông Diêm Hộ đến cửa sông Thái Bình	Bần chua *Sonneratia caseolaris*, Cóc đỏ *Acanthus ilicifolius*, Trang *Kandelia obovata*, Vẹt *Bruguiera gymnorrhiza*, Sú *Aegiceras corniculatum*	Rừng ngập mặn có mật độ dày đều, độ rộng trung bình 5 – 10 m. Ở rìa có nơi bờ sáu vào đất liền đến 30 – 40 km.	6

Bảng 7. Mức độ nhạy cảm môi trường của các khu vực bãi chim (Thái Bình – Nam Định)

Khu vực	Loài ưu thế	ESI (1–6)
Khu dự trữ sinh quyển châu thổ sông Hồng (Xuân Thủy – Nam Định; Tiền Hải – Thái Bình)	- Bồ nông chân xám (*Pelecanus philippensis*) - Cò trắng Trung Quốc (*Egretta eulophotes*) - Choắt lớn mỏ vàng (*Numenius madagascariensis*) - Choắt lớn (*Tringa guttifer*) - Mòng biển đầu đen (*Larus saundersi*)	Bãi đẻ: 6 Bãi thay lông: 6 Bãi ngụ: 6

Bảng 8. Chỉ số nhạy cảm môi trường của khu vực thuộc Khu dự trữ sinh quyển châu thổ sông Hồng (Thái Bình – Nam Định)

Phân vùng	Hệ sinh thái	Thái Thụy (ha)	Tiền Hải (ha)	Nam Định (ha)	ESI
Vùng lõi	Nội địa	1.463	1.000	950	6
	Biển	4.604	3.000	2.850	6
Vùng đệm	Nội địa	3.234	2.450	2.100	6
	Biển	5.230	6.600	4.200	5
Vùng chuyển tiếp	Nội địa	6.234	8.500	5.600	4
Tổng số		20.765	21.550	15.700	

Bảng 8. Chỉ số nhạy cảm môi trường khu vực nuôi trồng thủy sản ven biển (Thái Bình – Nam Định)

Hình thức nuôi	Diện tích (ha)	Thành phần	Vị trí phân bố	ESI
Nuôi trong rừng ngập mặn	–	Tôm sú, tôm rảo, cua xanh, rong câu, ngao. Sản lượng nuôi trồng lớn.	Các bãi cát ngập triều ven biển Thái Đô (Thái Thụy – Thái Bình), Nam Phú (Nghĩa Hưng – Nam Định).	6
Nuôi trồng nước lợ	3.629	Tôm, cua, sò, hến, rau câu. Sản lượng thu hoạch cao.	Khu vực cửa sông Hồng, sông Trà Lý, xã Thụy Xuân, Thụy Hải, Thái Đô (huyện Thái Thụy), Nam Phú, Nam Cường (Tiền Hải – Thái Bình; Nghĩa Hưng – Nam Định).	5
Nuôi trồng trong ao	8.630	Các loại thủy sản nước ngọt (tôm, cá).	Các xã ven biển Thái Bình, Nam Định; hệ thống ao nuôi trong đê.	3

Đối với khu vực Thái Bình – Nam Định, các kết quả phân tích chỉ số nhạy cảm môi trường trên bờ cho thấy sự đa dạng về tài nguyên sinh học cũng như các hệ sinh thái đặc thù ven biển.

• Nguồn lợi thủy sản: Vùng biển cửa sông Ba Lạt – Trà Lý được xác định là nơi tập trung mật độ trứng cá và cá con cao nhất (200–300 con/100 m^3), đặc biệt vào các tháng 3 và 5, nên có mức nhạy cảm rất cao (ESI = 6). Đây là giai đoạn quan trọng cho tái tạo nguồn lợi cá và là khu vực dễ bị tổn thương nhất trước sự cố môi trường biển.

• Nguồn lợi cá và nhuyễn thể: Vùng ngoài khơi và bãi triều ven biển Nam Định – Thái Bình là nơi phân bố của nhiều loài cá nổi, cá tầng đáy và nhuyễn thể có giá trị kinh tế cao. Hầu hết khu vực này đều được đánh giá ESI = 5–6. Điều này phản ánh vai trò quan trọng của nghề cá đối với sinh kế địa phương và mức độ rủi ro cao nếu xảy ra ô nhiễm dầu.

• Rừng ngập mặn: Các hệ sinh thái rừng ngập mặn tại Cồn Vành, Cồn Đen, cửa sông Ba Lạt và Diêm Hộ có diện tích rộng, độ che phủ cao, thành phần loài phong phú. Phần lớn khu vực có chỉ số ESI = 6. Rừng ngập mặn không chỉ là bức tường chắn sóng tự nhiên mà còn là nơi cư trú của nhiều loài chim, cá và nhuyễn thể, do đó mức độ nhạy cảm được xếp vào loại rất cao.

• Chim nước và khu bảo tồn: Các bãi bồi và rừng ngập mặn là nơi cư trú, sinh sản và kiếm ăn của nhiều loài chim di cư quý hiếm, như bồ nông chân xám, cò trắng Trung Quốc, choắt lớn mỏ vàng. Chỉ số ESI được đánh giá cao nhất (6). Đặc biệt, khu dự trữ sinh quyển châu thổ sông Hồng (gồm Tiền Hải và Thái Thụy) được xem là vùng có giá trị sinh thái toàn cầu, mức ESI dao động từ 4 đến 6, cao nhất tại các vùng lõi.

• Nuôi trồng thủy sản: Các hoạt động nuôi trồng ven biển, đặc biệt nuôi trong rừng ngập mặn và nuôi nước lợ, có chỉ số ESI cao (5–6). Trong khi đó, hình thức nuôi ao thường có ESI trung bình (3). Điều này phản ánh mối liên hệ chặt chẽ giữa sinh kế người dân và tính dễ tổn thương trước sự cố môi trường biển.

• Tài nguyên con người sử dụng: Khu vực cảng biển Thái Bình hiện chưa phát triển mạnh, mức độ nhạy cảm từ thấp đến trung bình (ESI = 1–3). Riêng cảng Diêm Điền với mật độ hoạt động tàu thuyền cao được đánh giá mức ESI = 4. Các khu du lịch, bãi tắm công cộng dọc ven biển Thái Bình – Nam Định có ESI trung bình (≈ 4), song vẫn tiềm ẩn nguy cơ cao khi xảy ra sự cố vào mùa du lịch.

Tài nguyên trên bờ khu vực Thái Bình – Nam Định có chỉ số ESI dao động từ 3 đến 6. Trong đó, các hệ sinh thái rừng ngập mặn, nhuyễn thể, chim nước và nguồn lợi cá nổi có ESI cao nhất 6. Đây là những vùng ưu tiên đặc biệt trong công tác phòng ngừa và ứng phó sự cố môi trường biển. Ngược lại, các khu vực cảng và đất công nghiệp ven biển có ESI trung bình – thấp nhưng lại là nơi dễ xảy ra rủi ro do hoạt động giao thông, vận tải biển.

3.2. Bản đồ nhạy cảm môi trường dải ven bờ biển tỉnh Thái Bình – Nam Định

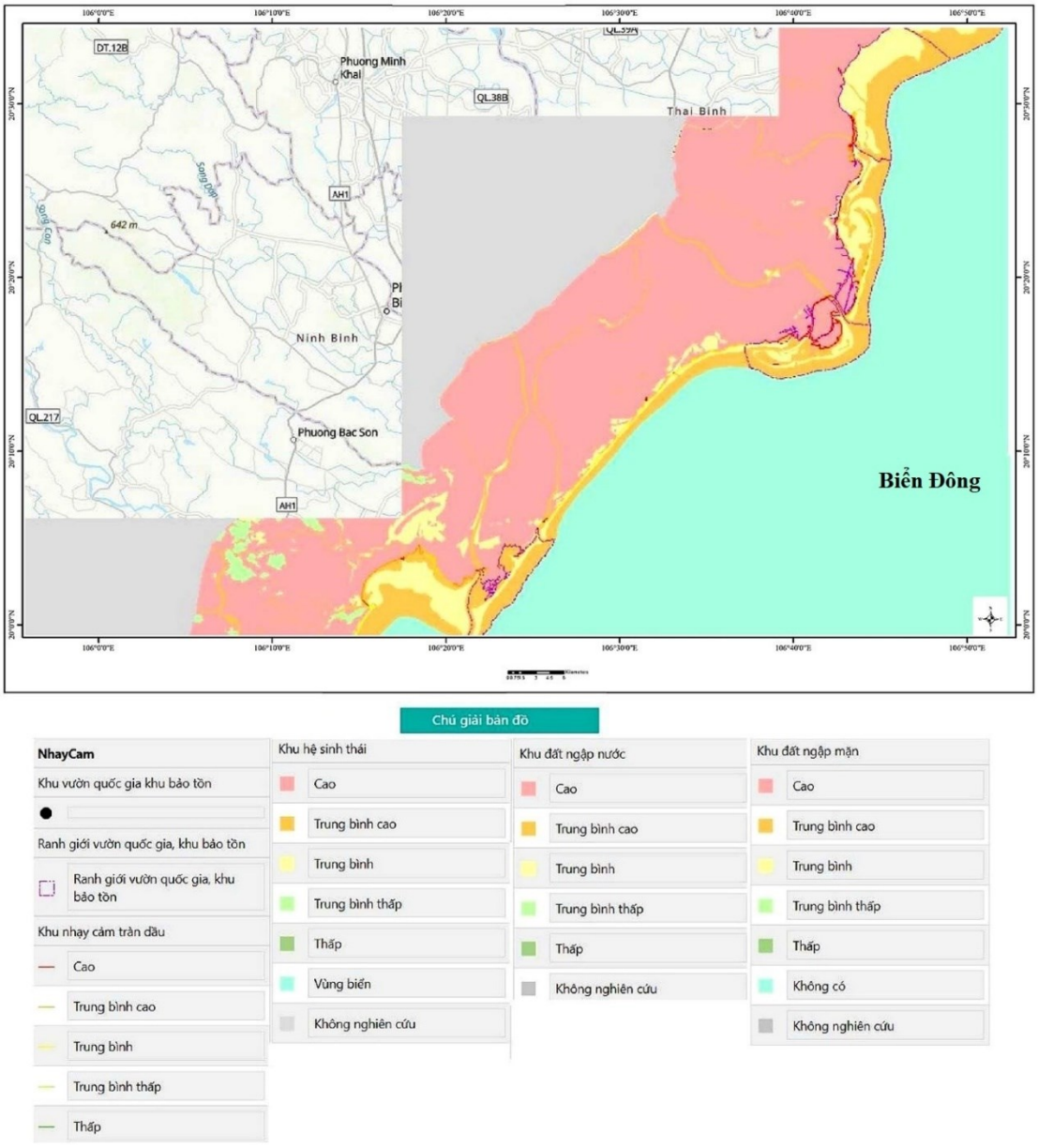
Bản đồ nhạy cảm môi trường dải ven bờ khu vực Thái Bình – Nam Định được xây dựng trên cơ sở tích hợp các lớp dữ liệu đường bờ, hệ sinh thái rừng ngập mặn, bãi triều, khu nuôi trồng thủy sản, khu bảo tồn và hạ tầng ven biển. Kết quả cho thấy sự phân hóa rõ rệt về mức độ nhạy cảm môi trường theo không gian:

• Khu vực nhạy cảm cao và rất cao tập trung chủ yếu tại các vùng cửa sông Ba Lạt, Trà Lý, Diêm Hộ và khu dự trữ sinh quyển Xuân Thủy. Đây là nơi có diện tích lớn rừng ngập mặn, bãi triều rộng và hệ sinh thái đất ngập nước phong phú, đồng thời là sinh cảnh quan trọng của các loài chim di cư quý hiếm. Các khu vực này có chỉ số ESI cao nhất (5–6), phản ánh tính dễ tổn thương đặc biệt khi xảy ra sự cố môi trường biển.

• Các khu vực nhạy cảm trung bình – trung bình cao phân bố dọc ven biển Tiền Hải và Nghĩa Hưng, nơi tập trung các hoạt động nuôi trồng thủy sản và bãi triều khai thác ngao, sò, tôm. Những khu vực này có giá trị kinh tế lớn, gắn liền trực tiếp với sinh kế của cộng đồng

địa phương, do đó tác động của sự cố môi trường biển có thể gây thiệt hại nặng nề về kinh tế – xã hội.

• Khu vực nhạy cảm thấp – trung bình thấp thường là các đoạn bờ nhân tạo, khu vực đê biển, kè chắn sóng hoặc vùng biển xa bờ. Tại đây, khả năng lưu giữ dầu thấp hơn, đồng thời việc thu gom, vệ sinh dầu tương đối thuận lợi. Tuy nhiên, những khu vực này vẫn có thể chịu ảnh hưởng gián tiếp do gián đoạn giao thông hàng hải hoặc du lịch ven biển.



Hình 2. Sơ phân vùng nhạy cảm môi trường vùng ven bờ biển Bắc Bộ

Bản đồ cho thấy tính nhạy cảm môi trường tại Thái Bình – Nam Định có sự tập trung theo không gian sinh thái – kinh tế**:** các vùng rừng ngập mặn, khu Ramsar và bãi triều nuôi trồng thủy sản là trọng điểm nhạy cảm nhất. Điều này phù hợp với thực tế khi các hệ sinh thái ngập mặn và bãi triều có vai trò sinh thái – kinh tế đặc biệt quan trọng nhưng cũng dễ bị tổn thương và khó phục hồi sau sự cố dầu.

Ngoài ra, sự hiện diện của khu dự trữ sinh quyển châu thổ sông Hồng càng làm tăng giá trị bảo tồn quốc tế của khu vực. Bất kỳ sự cố môi trường nào tại đây đều có thể gây hậu quả

không chỉ ở phạm vi địa phương mà còn ảnh hưởng đến uy tín và cam kết quốc tế của Việt Nam trong bảo tồn đa dạng sinh học.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã xây dựng được bản đồ nhạy cảm môi trường (ESI) cho khu vực ven biển Thái Bình – Nam Định dựa trên phương pháp của NOAA và điều chỉnh phù hợp với điều kiện Việt Nam. Kết quả cho thấy:

- Mức độ nhạy cảm môi trường phân hóa rõ rệt theo không gian**:**

+ Các khu vực rừng ngập mặn (Cồn Vành, Cồn Đen, cửa Ba Lạt, cửa Diêm Hộ) và khu Ramsar Xuân Thủy được đánh giá rất nhạy cảm (ESI = 6), là những vùng cần được ưu tiên cao nhất trong công tác phòng ngừa và ứng phó sự cố môi trường biển.

+ Các bãi triều nuôi trồng thủy sản (ngao, sò, tôm) có chỉ số ESI từ trung bình cao đến cao (5–6), phản ánh mối liên hệ mật thiết giữa sinh kế cộng đồng và nguy cơ ô nhiễm.

+ Các đoạn bờ nhân tạo, khu cảng cá và tuyến đê biển có mức nhạy cảm thấp hơn (ESI = 2–3), tuy nhiên vẫn tiềm ẩn rủi ro gián tiếp do gián đoạn hoạt động kinh tế – xã hội.

- Các hệ sinh thái then chốt như rừng ngập mặn, bãi triều, sinh cảnh chim di cư, cùng nguồn lợi cá và nhuyễn thể, đều có mức nhạy cảm cao nhất (ESI 5–6). Điều này nhấn mạnh vai trò của khu vực Thái Bình – Nam Định không chỉ trong phạm vi quốc gia mà còn có giá trị quốc tế về bảo tồn đa dạng sinh học.

- Kết quả bản đồ ESI và phân tích rủi ro môi trường là cơ sở khoa học quan trọng cho:

+ Quy hoạch không gian biển và quản lý tổng hợp vùng bờ.

+ Xác định các vùng ưu tiên bảo vệ trong các kịch bản ứng phó sự cố môi trường biển.

+ Hỗ trợ xây dựng hệ thống giám sát, cảnh báo và giảm thiểu rủi ro ô nhiễm môi trường tại ven biển Bắc Bộ.

Tuy nhiên, nghiên cứu cũng cho thấy độ chính xác của bản đồ phụ thuộc nhiều vào chất lượng dữ liệu nền (bản đồ đường bờ, phân bố rừng ngập mặn, hoạt động NTTS…) và cần được cập nhật định kỳ. Trong tương lai, việc kết hợp dữ liệu viễn thám độ phân giải cao, kết quả mô hình thủy động lực và khảo sát thực địa sẽ góp phần nâng cao độ tin cậy, phục vụ hiệu quả cho công tác quản lý, bảo tồn và ứng phó sự cố ô nhiễm môi trường tại khu vực.

Lời cảm ơn: Bài báo này sử dụng số liệu của 2 đề tài: Nghiên cứu tích hợp công nghệ 3S (RS-GIS-GPS) và các quá trình thủy động lực trong giám sát, dự báo và đánh giá nguy cơ ô nhiễm môi trường biển do sự cố tràn dầu gây ra, Mã số CP1862.01/20-22; Đề tài mã số ĐTĐL.CN.59/22-C.

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] Peterson, C. H., Rice, S. D., Short, J. W., Esler, D., Bodkin, J. L., Ballachey, B. E., & Irons, D. B. (2003). Long-term ecosystem response to the Exxon Valdez oil spill. *Science*, 302(5653), 2082–2086.

[2] Beyer, J., Trannum, H. C., Bakke, T., Hodson, P. V., & Collier, T. K. (2016). Environmental effects of the Deepwater Horizon oil spill: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 110(1), 28–51.

[3] Nguyễn Tác An, Trần Văn Chung, & cộng sự (2010). Một số sự cố môi trường biển điển hình ở Việt Nam và bài học kinh nghiệm. *Tạp chí Môi trường*, (5), 23–29.

[4] NOAA (1997). *Environmental Sensitivity Index Guidelines*. NOAA Technical Memorandum NOS ORCA 11, Seattle, Washington, USA.

[5] Alongi, D. M. (2002). Present state and future of the world's mangrove forests. *Environmental Conservation*, 29(3), 331–349.

[6] Barbier, E. B., Hacker, S. D., Kennedy, C., Koch, E. W., Stier, A. C., & Silliman, B. R. (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs*, 81(2), 169–193.

[7] Nguyễn Chu Hồi (2009). Quản lý tổng hợp vùng bờ ở Việt Nam: Cơ sở khoa học và thực tiễn. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, 25(2), 75–84.

[8] Trần Đình Lân, Phạm Văn Ninh (2012). Đánh giá hiện trạng môi trường vùng ven biển Bắc Bộ và đề xuất giải pháp quản lý. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, (623), 15–22.

[9] Bùi Thị Thu Hằng, Nguyễn Văn Cư, Nguyễn Chu Hồi (2014). Ứng dụng bản đồ nhạy cảm môi trường (ESI) trong quản lý vùng bờ Quảng Ninh – Hải Phòng. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển*, 14(1), 32–41.

[10] Lê Đức Toàn, Phan Văn Ninh (2016). Xây dựng bản đồ ESI phục vụ ứng phó sự cố tràn dầu vùng ven biển Khánh Hòa. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, 32(2), 125–134.

[11] Phạm Văn Ninh, Nguyễn Ngọc Trung (2018). Nghiên cứu áp dụng bản đồ nhạy cảm môi trường cho ứng phó sự cố dầu tràn tại khu vực Vũng Tàu. *Tạp chí Dầu khí*, (6), 43–51.

[12] UNESCO (2004). *Red River Delta Biosphere Reserve, Vietnam*. UNESCO-MAB Programme.

Article © 2025 by Magazine of Geodesy - Cartography is licensed under CC BY 4.0