



# TUYỂN TẬP HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA

## QUẢN LÝ MÔI TRƯỜNG VÀ PHÁT TRIỂN TÀI NGUYÊN THIÊN NHIÊN

# EMNR 2020



**Trần Thị Ngọc, Đặng Thị Ngọc Thủy, Vũ Thị Lan Anh ..... 224**

Ứng dụng phương pháp Electre trong lựa chọn phương án cải tạo phục hồi môi trường tại khu vực khai thác khoáng sản, xã Phước Dinh, tỉnh Khánh Hòa

**Nguyễn Thị Cúc, Phan Thị Mai Hoa, Nguyễn Quốc Phi, Vũ Thị Lan Anh..... 235**

Giải pháp chiến lược thúc đẩy du lịch Net Zero tại Cụm du lịch sinh thái Võ Nhai – Thần Sa, thuộc phía Bắc Việt Nam

**Phan Thị Mai Hoa, Vũ Thị Lan Anh, Nguyễn Thị Cúc..... 245**

Đóng cửa mỏ và cải tạo, phục hồi môi trường sau khai thác than tại Quảng Ninh: Nhìn từ quản trị vòng đời mỏ đến công tác hoàn nguyên và chuyển đổi không gian hậu khai thác

**Hoàng Nam, Nguyễn Quốc Phi..... 254**

Đánh giá các tác động sinh thái của sinh vật phù du tại đảo Cô Tô đến công trình điện gió ngoài khơi tỉnh Quảng Ninh

**Trần Thị Thu Hương, Phùng Thị Thu Trang..... 264**

So sánh đặc điểm hoạt độ  $^{210}\text{Po}$ , khả năng tích lũy và mức độ nguy hại phóng xạ khi tiêu thụ Vẹm Xanh (*Perna viridis*) và các nhóm loài cá khác nhau ở biển ven bờ, Lâm Đồng, Việt Nam

**Tạ Đức Thịnh, Dương Văn Hào, Hoàng Văn Hiệp, Phạm Thị Thanh Xuân..... 274**

Nghiên cứu đề xuất giải pháp quản lý môi trường tại một số mỏ khoáng sản tại Việt Nam

**Nguyễn Phương, Vũ Thị Lan Anh, Nguyễn Thị Cúc..... 284**

Xây dựng cơ sở dữ liệu các hệ sinh thái đất ngập nước khu vực ven biển Quảng Yên - Cát Bà

**Nguyễn Quốc Phi, Nguyễn Thị Thanh, Phan Thị Mai Hoa, Lê Hữu Hải, Bùi Ngọc Quý ..... 296**

Những vấn đề về chuyển đổi số ứng dụng trong các doanh nghiệp khai thác khoáng sản tại Việt Nam

**Nông Việt Hùng, Dương Phi Hùng, Nguyễn Ngọc Bảo, Lê Văn Công, Nông Việt Trung, Nguyễn Thị Thu Hương; Đỗ Mạnh Cường; Hà Minh Thọ, Nguyễn Văn Huệ, Vũ Cao Cường, Phạm Thế Anh, Ngô Thái Vinh ..... 307**

### **PHẦN 3: NHỮNG TIẾN BỘ MỚI TRONG CÔNG NGHỆ MÔI TRƯỜNG**

Phân tích biến động AQI theo mùa và cảnh báo ô nhiễm không khí tại khu vực Đông Bắc tỉnh Lạng Sơn

**Nguyễn Thị Hồng, Đào Trung Thành, Nguyễn Thị Thu Huyền ..... 315**



## **Đánh giá các tác động sinh thái của sinh vật phù du tại đảo Quan Lạn đến công trình điện gió ngoài khơi tỉnh Quảng Ninh**

Trần Thị Thu Hương<sup>a,\*</sup>, Phùng Thị Thu Trang<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Khoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

<sup>b</sup> Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Biến đổi khí hậu, Việt Nam

**\* Tác giả liên hệ:**

**Họ và tên: Trần Thị Thu Hương**

**Điện thoại: (+84) 983-356-518**

**Email: tranthithuhuong@humg.edu.vn**

### **Tóm tắt**

Năng lượng tái tạo đang trở thành định hướng phát triển chủ đạo của ngành năng lượng toàn cầu, đặc biệt trong bối cảnh ứng phó với biến đổi khí hậu và thúc đẩy tăng trưởng kinh tế bền vững. Trong số các nguồn năng lượng tái tạo, điện gió ngoài khơi được đánh giá là giải pháp có nhiều tiềm năng nhờ nguồn năng lượng dồi dào và ổn định. Nghiên cứu này trình bày kết quả khảo sát và đánh giá tác động sinh thái của sinh vật phù du tại đảo Quan Lạn, nhằm cung cấp cơ sở khoa học cho việc thiết kế và xây dựng các tuabin điện gió ngoài khơi ở vùng biển tỉnh Quảng Ninh. Công tác thu mẫu được thực hiện đối với ba nhóm sinh vật chính, gồm động vật nổi (50 mẫu), thực vật nổi (100 mẫu) và động vật đáy (100 mẫu). Kết quả phân tích bằng các phương pháp sinh thái cho thấy một số nhóm thực vật nổi, động vật nổi và động vật đáy như *Eu-calanus subcrassus*, tảo silic, Giun đốt, thân mềm... đã được phát hiện. Những nhóm này đều có khả năng tác động đến vùng chân móng và bề mặt kết cấu của các công trình điện gió ngoài khơi, cả về phương diện kỹ thuật và sinh thái. Kết quả đã góp phần nâng cao hiểu biết về vai trò của các yếu tố sinh thái trong lựa chọn vị trí, thiết kế kỹ thuật và vận hành bền vững các dự án điện gió ngoài khơi tại Quảng Ninh.

**Từ khóa:** Đảo Quan Lạn, điện gió ngoài khơi, sinh vật thủy sinh, tỉnh Quảng Ninh.

### **1. Đặc vấn đề**

Quảng Ninh là tỉnh ven biển thuộc



vùng Đông Bắc Việt Nam, có đường bờ biển dài, địa hình đa dạng và hệ thống đảo phong phú, trong đó đảo Quan Lạn có mức độ đa dạng sinh học cao. Khu vực này tập trung nhiều hệ sinh thái biển điển hình, giàu tài nguyên sinh vật và đóng vai trò quan trọng đối với nguồn lợi hải sản vịnh Bắc Bộ. Tuy nhiên, hiện trạng hệ sinh thái biển tại Quan Lạn đang chịu nhiều áp lực do các hoạt động phát triển thiếu bền vững.

Trong bối cảnh chuyển dịch năng lượng toàn cầu, năng lượng tái tạo, đặc biệt là điện gió ngoài khơi, đang được xem là giải pháp quan trọng nhằm bảo đảm an ninh năng lượng, giảm phát thải và thúc đẩy tăng trưởng kinh tế bền vững. Theo Cơ quan năng lượng quốc tế (IEA, 2023) thì đến năm 2025, năng lượng tái tạo sẽ trở thành nguồn sản xuất điện chính, cung cấp hơn 1/3 lượng điện trên thế giới. Khai thác sử dụng nguồn năng lượng tái tạo biển như năng lượng gió, sóng, thủy triều, ... đang trở thành một giải pháp quan trọng trong đảm bảo an ninh năng lượng, bảo vệ môi trường và ứng phó với biến đổi khí hậu trên thế giới và ở Việt Nam (Bộ Công thương, 2023; Quy hoạch Điện 8, 2023). Việc phát triển điện gió ngoài khơi đòi hỏi đánh giá toàn diện các điều kiện tự nhiên và môi trường, bởi không phải mọi khu vực có tiềm năng gió thuận lợi đều phù hợp cho

xây dựng trang trại điện gió. Bên cạnh các yếu tố kỹ thuật như địa hình đáy biển và khoảng cách đến bờ, các đặc điểm sinh thái biển và sự chồng lấn với các quy hoạch khác cần được xem xét ngay từ giai đoạn lựa chọn vị trí (Dinica, 2006). Do đó, nghiên cứu này được thực hiện tại đảo Quan Lạn nhằm đánh giá hiện trạng sinh thái biển, làm cơ sở khoa học cho việc quy hoạch và phát triển các công trình khai thác năng lượng tái tạo biển tại tỉnh Quảng Ninh.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Khu vực nghiên cứu

Đảo Quan Lạn hay đảo Cảnh Cước là một hòn đảo ngoài rìa trên vịnh Bái Tử Long, đặc khu Vân Đồn, tỉnh Quảng Ninh. Đảo thuộc quần thể vườn quốc gia Bái Tử Long, tuyến đảo Vân Hải, có vị trí tọa độ từ 20°54'10,22"B đến 107°31'4,8"E. Đảo chạy gần như song song với đất liền, ngăn thành một vịnh biển kín gió, nước sâu, ít lắng đọng, tạo thành một tuyệt đường biển quan trọng. Đảo có khí hậu phân hóa 2 mùa rõ rệt: mùa hạ nóng ẩm, và mùa đông khô lạnh. Nhiệt độ trung bình năm từ 15 - 25°C; lượng mưa vào khoảng 2000mm/năm. Thủy triều trên đảo với mức triều vào khoảng 3,5- 4m/ngày. Độ mặn nước biển vào khoảng từ 31- 34,5 phần nghìn vào mùa khô và thấp hơn trong mùa hè. Cụm

đảo này giữ vị trí tiền tiêu và có trữ lượng sinh thái biển phong phú.

## 2.2. Phương pháp lấy mẫu

### 2.2.1. Vị trí thu mẫu

Tiến hành khảo sát và thu mẫu tại 10 mặt cắt, mỗi mặt cắt thu 5 vị trí đối với mẫu động vật nổi (hình 1). Đối với mẫu động vật đáy và thực vật nổi thu mẫu tại 10 mặt cắt, mỗi mặt cắt thu 10 vị trí (hình 2 và hình 3).

### 2.2.2. Phương pháp thu mẫu động vật nổi

Mẫu động vật nổi được thu bằng lưới hình chóp nón có đường kính miệng 25 cm, chiều dài 90 cm, kích thước mắt lưới 65  $\mu$ m. Lượng mẫu định lượng được xác định dựa trên thể tích nước lọc qua lưới và được cố định bằng dung dịch formalin 5% trong lọ nhựa.

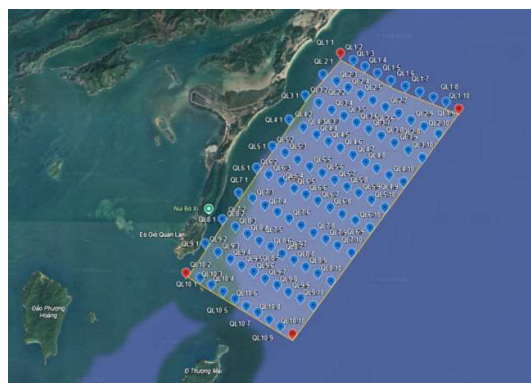


Hình 1. Sơ đồ các điểm thu mẫu động vật nổi ở đảo Quan Lạn

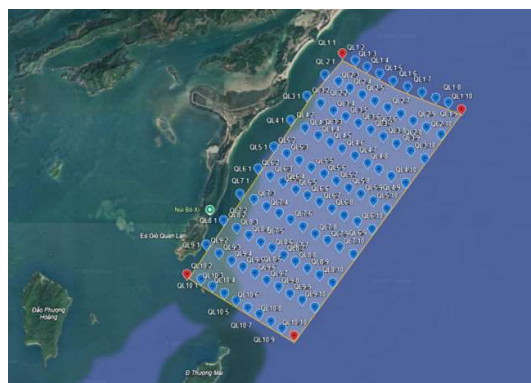
### 2.2.3. Phương pháp thu mẫu động vật đáy

Mẫu động vật đáy được thu bằng gầu Petersen (15  $\times$  17 cm), mỗi điểm lấy 3 gầu định lượng. Mẫu sau khi thu được rửa qua

rây có kích thước mắt lưới 0,5-1 mm để loại bỏ bùn cát và tạp chất. Mẫu được bảo quản trong dung dịch formalin 10% hoặc cồn 70%, sau đó rửa sạch dung dịch cố định và lưu trữ trong cồn 70% cho đến khi phân tích và định loại.



Hình 2. Sơ đồ các điểm thu mẫu động vật đáy ở đảo Quan Lạn



Hình 3. Sơ đồ các điểm thu mẫu Thực vật nổi ở đảo Quan Lạn

### 2.2.4. Phương pháp thu mẫu thực vật nổi

Tại mỗi điểm khảo sát, thu cả mẫu định tính và định lượng. Mẫu định lượng được lấy bằng cách thu 1 L nước ở độ sâu 0,5 m dưới mặt nước và bảo quản trong



điều kiện tối, mát. Mẫu định tính được thu bằng lưới có kích thước mắt lưới 20–25  $\mu\text{m}$ , kéo thẳng đứng từ đáy lên mặt nước với vận tốc khoảng 0,5 m/s, sau đó bảo quản bằng dung dịch Lugol (4–10% thể tích mẫu).

### 2.3. Phương pháp phân tích

#### 2.3.1. Phân tích mẫu động vật nổi

Động vật nổi được phân loại và định danh bằng kính lúp soi nổi Olympus SZ61 (30–40 $\times$ ) và kính hiển vi quang học Olympus CH40 (200–1000 $\times$ ). Việc định loại dựa trên các tài liệu phân loại chuẩn cho từng nhóm sinh vật. Phân tích định lượng được thực hiện bằng buồng đếm Sedgewick–Rafter; mật độ cá thể (cá thể/ $\text{m}^3$ ) được tính toán dựa trên thể tích mẫu cô đặc và thể tích nước lọc qua lưới. Số lượng cá thể động vật nổi trong mỗi mẫu được xác định bằng công thức dưới đây:  $X$  (cá thể/ $\text{m}^3$ ) =  $(T \cdot V_{\text{cd}} \cdot 1.000) / V_{\text{mt}}$ .

Trong đó:

- $X$ : Số lượng động vật nổi (cá thể/ $\text{m}^3$ ).
- $T$ : Số cá thể đếm được theo từng nhóm ngành.
- $V_{\text{cd}}$ : Thể tích mẫu cô đặc (mL).
- $V_{\text{mt}}$ : Thể tích mẫu thu qua lưới lọc ban đầu (100L).

#### 2.3.2. Phân tích mẫu động vật đáy

Mẫu động vật đáy được rửa sạch hóa chất cố định, phân loại đến bậc loài (nếu có thể) bằng kính soi nổi Olympus SZ7 và kính hiển vi Olympus BX43. Định loại dựa trên các tài liệu chuyên ngành trong và ngoài nước. Mật độ động vật đáy được xác định thông qua tổng số cá thể thu được trên đơn vị diện tích ( $\text{con}/\text{m}^2$ ). Sử dụng các tài liệu để định loại mẫu vật như: Brandt (1974), Đặng Ngọc Thanh và cộng sự (2001)...

#### 2.3.3. Phân tích mẫu thực vật nổi

Mẫu thực vật nổi được để lắng 12–24 giờ, sau đó hút đáy để phân tích hình thái dưới kính hiển vi quang học Olympus (100–1000 $\times$ ). Việc phân loại dựa trên hệ thống phân loại của Guiry & Guiry (2010). Phân tích định lượng được thực hiện bằng buồng đếm Sedgewick–Rafter, với mật độ tế bào (TB/L) được xác định dựa trên thể tích mẫu cô đặc. Công thức tính thực vật nổi:  $X(\text{TB/L}) = \text{Số tế bào} \cdot V_{\text{cd}}$

Trong đó:

- $X$ : Số lượng tế bào thực vật nổi (TB/L).
- $V_{\text{cd}}$ : Thể tích mẫu cô đặc (mL).

### 3. Kết quả nghiên cứu

#### 3.1. Kết quả phân tích động vật nổi và đánh giá tác động sinh thái của động vật nổi

Kết quả khảo sát động vật nổi tại khu



vực nghiên cứu đã ghi nhận được 41 loài và nhóm loài động vật nổi thuộc 4 ngành: Ngành chân khớp có 31 loài (chiếm 75,6%), ngành Giun đốt Annelida và ngành Hàm tơ Chaetognatha (mỗi ngành đều ghi nhận được 2 loài, chiếm 4,9%), ngành Sống đuôi Tunicata có 1 loài (chiếm 2,4%) và các nhóm khác chiếm 12,2% (hình 4).

Động vật nổi là mắt xích quan trọng trong chuỗi thức ăn biển và rất nhạy cảm với biến đổi môi trường. Hoạt động xây dựng và vận hành điện gió ngoài khơi có thể ảnh hưởng đến phân bố và mật độ động vật nổi thông qua các thay đổi về thủy động lực, độ đục, tiếng ồn và cấu trúc cột nước. Kết quả khảo sát cho thấy *Eucalanus subcrassus* là loài chiếm ưu thế tại khu vực nghiên cứu. Đây là loài giáp xác phù du thuộc bộ Calanoida, đóng vai trò sinh vật tiêu thụ bậc một trong hệ sinh thái biển (Bradford-Grieve, 1999). Mặc dù không bám dính lên các cấu trúc công trình, mật độ và phân bố của *E. subcrassus* đặc biệt nhạy cảm với các biến đổi thủy động lực do trụ tuabin gây ra, bao gồm nhiễu loạn dòng chảy và tăng cường trộn thẳng đứng (Degraer, 2019). Những tác động này có thể ảnh hưởng gián tiếp đến nguồn thức ăn và điều kiện thủy văn vi mô, làm thay đổi phân bố không gian-thời gian của loài. Do

đó, *E. subcrassus* được xem là chỉ thị sinh học hữu ích để đánh giá tác động sinh thái ở quy mô cột nước trong các dự án điện gió ngoài khơi.

### 3.2. Kết quả phân tích thực vật nổi và đánh giá tác động sinh thái của thực vật nổi

Tương tự, nghiên cứu đã ghi nhận được 95 loài/dạng loài thực vật phù du thuộc 5 ngành: tảo silic (Bacillariophyta) là nhóm thực vật phù du chiếm ưu thế nhất (63,1%; 60 loài) được tìm thấy ở tất cả các điểm và đóng góp đa dạng nhất về thành phần loài, tiếp theo là nhóm tảo roi (Dinophyta, 16,8% và 16 loài) và tảo lục (Chlorophyta, 1,05%, 1 loài), vi khuẩn lam (Cyanobacteria 3,1%, 3 loài), tảo vàng ánh (Chrysophyta, 2,1%, 2 loài) ít phong phú hơn trong cộng đồng thực vật phù du khảo sát được và các ngành khác chiếm 13,85% (hình 5).

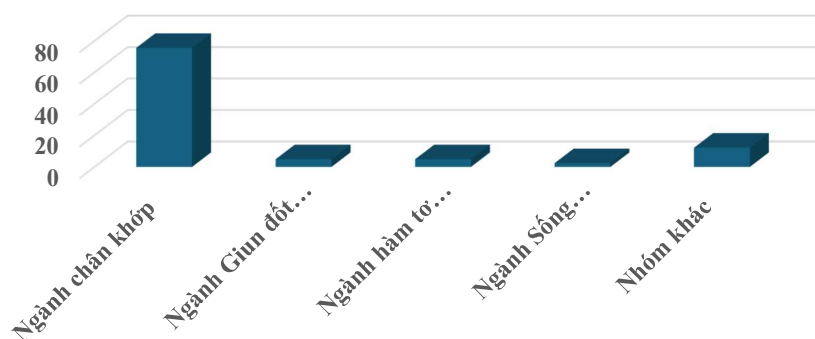
Thực vật nổi là nhóm sinh vật tự dưỡng chủ đạo trong hệ sinh thái biển, đóng vai trò quan trọng trong lưới thức ăn và chu trình cacbon. Hoạt động điện gió ngoài khơi có thể ảnh hưởng đến phân bố, mật độ và cấu trúc quần xã thực vật nổi thông qua các biến đổi về ánh sáng, độ đục, thủy động lực và dinh dưỡng. Kết quả khảo sát cho thấy tảo Silic (diatoms) chiếm ưu thế với 60 loài. Đây là nhóm sinh vật phù



du và bám đáy quan trọng, tham gia giai đoạn khởi đầu của quá trình bám sinh học trên bề mặt móng công trình và chi phối các động lực sinh thái tại vùng chân trụ (Underwood, 2003). Nhờ đặc điểm vỏ silica cứng, nhiều loài diatoms có khả năng bám hiệu quả lên bề mặt thép và bê tông, nhanh chóng hình thành lớp biofilm tiên phong trên trụ và đá chống xói (Round, 1990; Underwood, 2003). Các lớp biofilm này tạo điều kiện cho sự bám dính thứ cấp

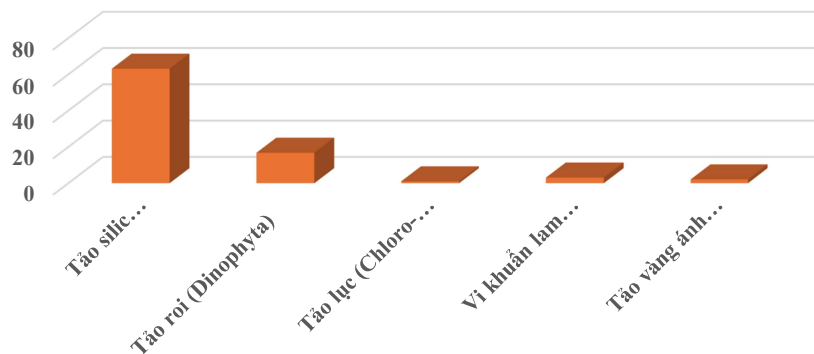
của các sinh vật macrofouling, làm gia tăng độ nhám bề mặt và ảnh hưởng đến đặc tính thủy động lực của kết cấu ngoài khơi (Schultz, 2007). Về mặt sinh thái, tảo silic giữ vai trò nền tảng trong việc hình thành các quần xã sinh vật gắn với “rạn nhân tạo” do tuabin gió tạo ra, qua đó làm thay đổi cấu trúc và chức năng hệ sinh thái khu vực so với điều kiện nền ban đầu (Degraer, 2019).

Tỷ lệ %



Hình 4. Số lượng loài ghi nhận được trong các ngành động vật nổi

Tỷ lệ (%)



Hình 5. Số lượng loài ghi nhận được trong các ngành thực vật nổi



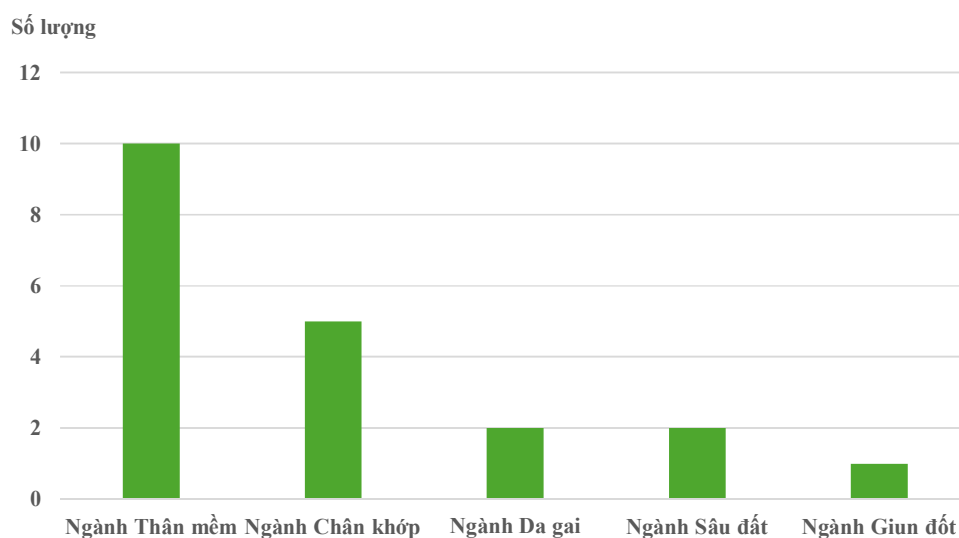
### 3.3. Kết quả phân tích động vật đáy và đánh giá tác động sinh thái của động vật đáy

Động vật đáy (benthic) ở khu vực đảo Quan Lạn (Quảng Ninh, Việt Nam) nổi bật với sự đa dạng sinh học cao, bao gồm nhiều nhóm loài như thân mềm (ngao, sò, ốc), giáp xác (cua, ghẹ, tôm), da gai (cầu gai, sao biển), và sinh vật phù du, sống ở các tầng đáy khác nhau (cát, bùn, đá, rạn san hô) - đặc trưng bởi môi trường biển nhiệt đới, ảnh hưởng bởi các hệ sinh thái như rạn san hô và thảm cỏ biển, đóng vai trò quan trọng trong chuỗi thức ăn và bảo vệ môi trường biển đảo.

Kết quả xác định động vật đáy biển khu vực Cô Tô (Hình 6) cho thấy trong 5

số lượng loài nhiều nhất (10 loài), tiếp theo là ngành Chân khớp (5 loài), ngành Da gai và Sâu đất (2 loài) và ngành có số lượng loài ít nhất là ngành Giun đốt (1 loài).

Động vật đáy bao gồm các nhóm như giun nhiều tơ, thân mềm, giáp xác đáy, hải sâm và hải miên, là nhóm sinh vật nhạy cảm với xáo trộn trầm tích, biến đổi nền đáy và rung động do hoạt động xây dựng. Tác động của điện gió ngoài khơi chủ yếu trong giai đoạn thi công và có xu hướng giảm trong giai đoạn vận hành. Kết quả khảo sát cho thấy ngành Thân mềm có số lượng loài chiếm ưu thế (10 loài). Các nhóm thân mềm đáy, bao gồm hai mảnh vỏ và chân bụng, phân bố rộng trên nền đáy biển và các cấu trúc nhân tạo, đồng thời



Hình 6. Số lượng loài ghi nhận được trong các ngành động vật đáy

ngành đã ghi nhận thì ngành Thân mềm có đặc biệt nhạy cảm với các biến đổi thủy



động lực do trụ tuabin gây ra, như nhiễu loạn dòng chảy đáy và tái phân bố trầm tích quanh móng công trình (Gosling, 2015; Degraer, 2019). Những thay đổi này ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình lọc thức ăn, hô hấp và bám dính, qua đó chi phối cấu trúc và mật độ quần xã động vật đáy. Do đó, thân mềm đáy được xem là chỉ thị sinh học quan trọng trong đánh giá tác động sinh thái đáy biển liên quan đến các dự án điện gió ngoài khơi (Tùng, 2021; Nguyễn Xuân Phương, 2023; Lê và Đoàn, 2025).

Quy hoạch phát triển điện gió hiện nay ở Việt Nam chủ yếu tập trung vào khu vực đất liền, trong khi các nghiên cứu về tiềm năng điện gió ngoài khơi còn hạn chế, đặc biệt đối với vùng biển tỉnh Quảng Ninh. Kết quả phân tích cho thấy một số nhóm sinh vật thủy sinh có khả năng gây tác động đến công trình điện gió ngoài khơi đã được ghi nhận trong hệ sinh thái biển đảo Quan Lạn. Điều này cho thấy việc xây dựng và vận hành các dự án điện gió ngoài khơi tại Quảng Ninh cần tích hợp chặt chẽ các đánh giá môi trường và sinh thái ngay từ giai đoạn lựa chọn vị trí, thiết kế, xây dựng đến vận hành nhằm bảo đảm tính bền vững và hiệu quả lâu dài của công trình

#### 4. Kết luận

Nghiên cứu đã khảo sát và xác định các đặc trưng sinh học tiêu biểu của hệ sinh

thái biển đảo Quan Lạn, tỉnh Quảng Ninh, ghi nhận các nhóm thực vật nổi, động vật nổi và động vật đáy chủ yếu như *Eucalanus subcrassus*, Dinophyta, Chrysophyta, Cyanobacteria, Bacillariophyta, Chlorophyta và Arthropoda. Các nhóm sinh vật này đều có khả năng tác động đến vùng chân móng và bề mặt kết cấu của các công trình điện gió ngoài khơi, cả về phương diện kỹ thuật và sinh thái. Kết quả nghiên cứu nhấn mạnh sự cần thiết của việc tích hợp đánh giá sinh thái vào quy hoạch và phát triển điện gió ngoài khơi nhằm bảo đảm tính khả thi kỹ thuật, bền vững môi trường và hiệu quả vận hành lâu dài.

#### Lời cảm ơn

Bài báo này được thực hiện trên cơ sở đề tài khoa học và công nghệ cấp tỉnh Quảng Ninh: “Đánh giá tiềm năng năng lượng từ gió ngoài khơi có tính đến địa hình, biến đổi khí hậu và nước biển dâng phục vụ phát triển công trình khai thác năng lượng tái tạo tỉnh Quảng Ninh”. Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn Sở KH-CN tỉnh Quảng Ninh và đề tài đã hỗ trợ nhóm nghiên cứu hoàn thiện bài báo này.

#### Tài liệu tham khảo

1. Bộ Công Thương, 2023. Báo cáo triển vọng năng lượng Việt Nam.



2. Bradford-Grieve J. M., Markhaseva E. L., Rocha C. E. F., Abiahy B., 1999. Copepoda. In: Boltovskoy D, editor. South Atlantic Zooplankton. Leiden: Backhuys Publishers.
3. Brandt R.A.M., 1974. The non-marine aquatic Mollusca of Thailand. Frankfurt am Main, 423 pages.
4. Chính phủ, 2023. Quyết định số 500/QĐ-TTg ngày 15/5/2023 phê duyệt Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021 -2030, tầm nhìn đến năm 2050 (Quy hoạch điện XIII).
5. Cơ quan năng lượng quốc tế (IEA), 2023. Báo cáo thị trường điện năm 2023.
6. Đặng Ngọc Thanh, Hồ Thanh Hải. 2001. Giáp xác nước ngọt. Tập V, Động vật chí Việt Nam, NXB Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.
7. Degraer S., Brabant R., Rumes B., 2019. Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: State of the art after two decades of monitoring. *Hydrobiologia*.
8. Dinica, V., 2006. Support systems for the diffusion of renewable energy technologies-an investor perspective. *Energy Policy*, 34(4), 461-480.
9. Gosling E., 2015. Marine Bivalve Molluscs. 2nd ed. Chichester: Wiley-Blackwell.
10. Guiry, M.D. & Guiry, G.M., 2010. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway.
11. Le, Q. T., & Doan, D. P. C. (2025). Khảo sát môi trường đối với dự án điện gió ngoài khơi ở Việt Nam: Khoảng trống pháp lý và kinh nghiệm quốc tế. *Petrovietnam Journal*, 2, 49-57.
12. Liem, Tran Thanh, Phan Viet Khoi, and Bui Trong Vinh. "Environmental impacts of Petroleum Activities on Block 07/03 offshore, Southeast Vietnam." *Vietnam Journal of Earth Sciences* 34.2 (2012): 146-152.
13. Nguyen, Xuan Phuong, et al. "Đánh giá tiềm năng và cơ hội phát triển điện gió ngoài khơi của Việt Nam và đề xuất với Tập đoàn Dầu khí Việt Nam." *Petrovietnam Journal* 1 (2023): 70-80.
14. Round F. E., Crawford R. M., Mann D. G., 1990. The Diatoms: Biology and Morphology of the Genera. Cambridge: Cambridge University Press.
15. Schultz M. P., 2007. Effects of coating roughness and biofouling on ship resistance and powering. *Biofouling*.
16. Tùng, N. S. (2021). Kiểm soát chặt chẽ những vấn đề môi trường của các



Available online at <http://env.edu.vn/EMNR2026>

## EMNR 2026

### Environmental Management and Natural Resources Development

dự án lần biển. Tạp chí Nghiên cứu

Địa lý Nhân văn, 33(2), 11-19.

17. Underwood G. J. C., Paterson D. M.,  
2003. The importance of extracellular  
carbohydrate production by marine  
epipellic diatoms. *Advances in Botani-  
cal Research*.

*Ngày nộp: 13/12/2025*

*Ngày chấp nhận đăng: 22/12/2025*