

Khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật cho dự án điện gió ngoài khơi: hiện trạng tại Việt Nam và một số yêu cầu cơ bản

Geophysical and geotechnical surveys for offshore wind farm development: current context in Vietnam and essential recommendations

> TS CHU TIẾN ĐẠT¹, TS PHẠM VIỆT ANH², TS NGUYỄN ĐỨC MẠNH³, KS VŨ VĂN HOAN¹

¹Công ty TNHH MTV Dịch vụ Cơ khí Hàng hải PTSC (PTSC M&C)

²Khoa Cầu đường, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; Email: anhpv@huce.edu.vn

³Khoa Công trình thủy, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

TÓM TẮT

Điện gió ngoài khơi của Việt Nam được đánh giá có tiềm năng lớn và có thể đóng góp một phần quan trọng trong mục tiêu cân bằng phát thải vào năm 2050. Trong vòng gần một thập kỷ tới, tính đến năm 2030, Việt Nam đặt mục tiêu phát triển khoảng 6,000 MW điện gió ven bờ và ngoài khơi, theo bản Quy hoạch điện VIII (tháng 5 năm 2023).

Để thiết kế và thi công một trang trại điện gió ngoài khơi, khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật là một công tác quan trọng bên cạnh việc đo đạc, quan trắc số liệu môi trường. Việc khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật cần được tiến hành từng bước từ giai đoạn Nghiên cứu khả thi, Thiết kế cơ sở, Thiết kế chi tiết và Thiết kế kỹ thuật thi công bằng những thí nghiệm hiện trường và thí nghiệm trong phòng thí nghiệm một cách thích hợp. Dựa trên báo cáo khảo sát địa vật lý và địa chất của một số dự án điện gió ven bờ ở Việt Nam, có thể nhận thấy rằng việc khảo sát địa kỹ thuật cho các công trình này hiện chưa được quan tâm đúng mức, công tác khảo sát chưa được tiến hành với đầy đủ các thí nghiệm cần thiết và số lượng cần thiết. Công tác khảo sát địa vật lý mới dừng lại ở việc khảo sát địa hình khu vực dự án.

Có thể thấy công tác khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật cho các công trình này đang dựa vào một số tiêu chuẩn trong nước không đồng bộ, không tuân thủ theo các tiêu chuẩn quốc tế được áp dụng rộng rãi về khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật cho công trình ngoài khơi như tiêu chuẩn ISO 19901-8 (2014) [1], ISO 19901-10 (2021) [2] và DNV-RP-C212 (2019) [3] hay các tài liệu hướng dẫn thiết kế như CFMS (2020) [4] và ISSMGE (2005) [5]. Bài báo này nhằm mục tiêu nêu lên hiện trạng của công tác khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật cho thiết kế các dự án điện gió ngoài khơi tại Việt Nam và sơ lược các khuyến nghị cơ bản cho công tác khảo sát này theo yêu cầu của các tiêu chuẩn và hướng dẫn đang được áp dụng trên thế giới.

Từ khóa: Điện gió ngoài khơi; yêu cầu khảo sát địa vật lý - địa kỹ thuật; một số yêu cầu cơ bản.

ABSTRACT

Vietnam has an abundant offshore wind resources and offshore wind energy could play an important role in the goal Net-Zero Emission by 2050. In the near future, the roadmap of nearshore and offshore wind in Vietnam has detailed in PDP8 (May 2023) with potential installed capacity of 6,000 MW by 2030.

To design and construct an offshore wind farm, Geophysical survey and Geotechnical surveys are major activities besides Met-ocean investigation. Geophysical and geotechnical surveys need to be gradually performed from the Feasibility study (FS), (Conceptual design) FEED, Detailed Design, and Construction phase with appropriate in-situ tests and laboratory tests. Based on some geophysical and geotechnical survey reports for nearshore wind farm projects in Vietnam, it is found that their geophysical and geotechnical investigations did not follow the requirements of relevant international standards and have not been carried out with enough required numbers of tests and appropriate tests. Geophysical studies were only limited to the seabed topographical survey.

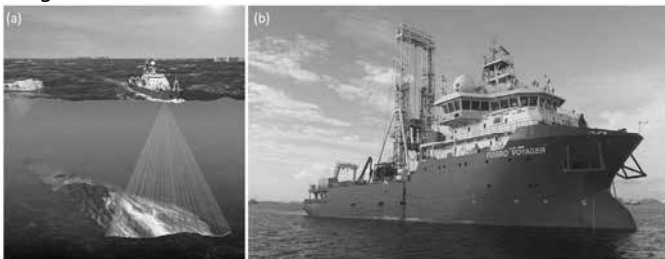
These geophysical and geotechnical investigations are based on some domestic standards for various sectors and did not follow some widely-used codes and design guidelines such as ISO 19901-8 (2014) [1], ISO 19901-10 (2021) [2], DNV-RP-C212 (2019) [3], guidelines of CFMS (2020) [4] and ISSMGE (2005) [5]. This paper aims to briefly show the current status of geophysical and geotechnical surveys for nearshore/offshore wind projects in Vietnam and summary essential requirements for offshore wind turbine foundations and offshore sub-station foundations from international standards for the geophysical and geotechnical survey.

Keywords: Offshore wind; geophysical - geotechnical survey requirements; recommendations from International standards.

1. GIỚI THIỆU

Với tiềm năng kỹ thuật rất lớn đã được nhiều tổ chức có uy tín đánh giá, điện gió ngoài khơi tại Việt Nam được dự báo sẽ là một lĩnh vực được đầu tư và phát triển mạnh mẽ nhằm đáp ứng nhu cầu năng lượng trong nước và thực hiện cam kết cân bằng phát thải khí CO₂ vào năm 2050. Dựa vào Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050 [6], theo kịch bản phát triển cao, công suất lắp đặt dự kiến của điện gió ngoài khơi sẽ đạt 6,000 MW vào năm 2030 và đạt 87,000 MW vào năm 2050. Một số lượng dự án rất lớn sẽ được thăm dò, thiết kế và xây dựng trong vòng ba thập kỷ năm tới.

Điện gió ngoài khơi là một dự án phức tạp, theo các số liệu thống kê của ngân hàng Thế giới (World Bank) thời gian để phát triển 1 dự án thường kéo dài từ 5 đến 10 năm tùy từng công trình cụ thể. Phần lớn thời gian đầu kể từ khi phát triển dự án là nhằm khảo sát, đánh giá tác động môi trường, quan trắc thu thập dữ liệu môi trường (sóng, dòng chảy, gió, hà bám, ...), khảo sát địa vật lý và khảo sát địa kỹ thuật. Theo Hiệp hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật quốc gia Pháp [4] và Hiệp hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật quốc tế [5], dữ liệu về địa hình, địa chất đáy biển là yếu tố quyết định đến việc lựa chọn phương án thiết kế và thi công kết cấu móng của các trụ điện gió (chi phí thiết kế và thi công kết cấu móng chiếm khoảng 11.4% tổng chi phí dự án [7]), vì vậy quyết định trực tiếp đến suất đầu tư và tổng giá trị đầu tư phát triển các trang trại điện gió ngoài khơi. Điều kiện về địa chất và địa kỹ thuật do đó cần được quan tâm đúng mức và được thực hiện dần theo tiến độ phát triển của dự án từ Nghiên cứu khả thi cho đến Thiết kế bản vẽ thi công.



Hình 1. Công tác khảo sát phục vụ công trình điện gió ngoài khơi: (a) Tàu khảo sát địa vật lý (www.isurvey-group.com); (b) Tàu khảo sát địa kỹ thuật Fugro Voyager (Nguồn: https://media.fugro.com)

Châu Âu là một trong những khu vực đi tiên phong trong phát triển và xây dựng các dự án điện gió ngoài khơi. Theo một thống kê đến năm 2013 từ khoảng 15 dự án điện gió ngoài khơi ở châu Âu với tổng công suất lắp đặt 8 GW [8], chi phí khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật chiếm khoảng 1% tổng chi phí phát triển dự án. Cũng theo các tác giả này [8], trong số 15 dự án được thống kê (với tổng đầu tư từ 100 triệu Euro cho đến khoảng 2 tỷ Euro) vẫn có những dự án có phần khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật không mang lại hiệu quả như mong đợi. Một số nguyên nhân chủ yếu dẫn đến việc khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật không đáp ứng được yêu cầu thiết kế được tổng kết lại trong bài báo có thể kể đến như:

- Việc khảo sát không được lên kế hoạch cụ thể để giảm thiểu hóa những rủi ro về địa chất đã được khuyến cáo;
- Chất lượng khảo sát kém và diễn giải số liệu không đảm bảo chất lượng;
- Công tác khảo sát không có tính kế thừa kết quả của các giai đoạn trước đó;
- Nội dung khảo sát không phù hợp do không tham khảo ý kiến của bên tư vấn thiết kế dự án.

Gần đây, theo thống kê của BGV tại Vương quốc Anh [7], với một dự án đại diện có công suất lắp đặt 1 GW, sử dụng tuabin 10 MW ở độ sâu nước 30 m và cách bờ khoảng 60 km và thời gian đi vào vận hành vào năm 2022, chi phí khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật khoảng 4 triệu bảng Anh (khoảng 4,8 - 5 triệu đô la Mỹ) cho 1 GW công suất lắp đặt. Tính theo phần trăm tương đối, chi phí phát triển của công nghệ khảo sát và số lượng các nhà thầu có thể thực hiện công việc. Thêm vào đó công suất một tuabin được nâng lên nhanh chóng, làm giảm số lượng trụ điện gió trong một dự án (với giả thiết tổng công suất lắp đặt không thay đổi nhiều) và dẫn đến giảm khối lượng khảo sát.

Công nghệ khảo sát và tàu khảo sát ngày càng được hoàn thiện, tuy nhiên một số dự án điện gió ngoài khơi gần đây trên thế giới, vẫn có các dự án mà việc khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật không đảm bảo, dẫn đến sự cố khi thi công dự án hoặc làm chậm tiến độ dự án trong quá trình thi công lắp đặt. Đơn cử có thể kể đến sự cố trôi mất cọc monopile (pile drop/pile run) khi thi công dự án điện gió ngoài khơi Yunlin (Đài Loan). Dự án sử dụng cọc monopile đường kính lên tới 10m, dài khoảng 98m với khối lượng lên đến 2000 tấn. Trong quá trình đóng cọc đã xảy ra sự cố cọc bị tuột mất xuống đáy biển vào năm 2021 mà nguyên nhân có thể là do số liệu khảo sát địa chất không đảm bảo [9]. Hậu quả là dự án bị chậm tiến độ, tiến độ thi công mới đạt được 36,9% vào tháng 2 năm 2022 trong khi thời gian hoàn thành dự kiến trước đó là vào cuối năm 2021. Một ví dụ khác có thể kể đến là việc chậm tiến độ của dự án Neart Na Gaoith trên biển Bắc ngoài khơi Scotland vào năm 2021, do sai khác về số liệu địa chất trong giai đoạn đầu thầu và giai đoạn triển khai dự án [10]. Đây là một dự án lớn có tổng công suất lắp đặt 450 MW với tổng vốn đầu tư khoảng 2,5 tỷ đô la Mỹ. Việc chất lượng khảo sát địa vật lý, địa kỹ thuật không được đảm bảo dẫn tới các rủi ro trong quá trình thi công, làm chậm tiến độ dự án, gây thiệt hại rất lớn về danh tiếng và kinh tế cho chủ đầu tư, các nhà thầu và các bên liên quan.

Việt Nam có một nền công nghiệp dầu khí đã phát triển được khoảng 4 thập kỷ với nhiều công trình giàn được xây dựng với độ sâu nước từ vài chục mét đến hàng trăm mét. Một số đơn vị thành viên của Tập đoàn Dầu khí Quốc gia Việt Nam (PVN) đã có đủ năng lực đảm nhận vai trò tổng thầu cho các dự án xây dựng dầu khí. Tuy vậy, công tác khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật phục vụ thiết kế, xây dựng giàn thường vẫn được đảm nhận bởi các nhà thầu chuyên ngành có kinh nghiệm trong lĩnh vực công trình ngoài khơi (đa phần là các nhà thầu quốc tế). Công tác khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật cho các công trình dầu khí dựa vào nhiều quy trình chuyên biệt được phát triển riêng của các nhà thầu, dựa trên các tài liệu hướng dẫn của các hiệp hội có uy tín (API, ISO) và các yêu cầu thiết kế địa kỹ thuật chủ yếu dựa trên các yêu cầu theo tiêu chuẩn API [11] và ISO [12]. Dựa vào số liệu gần đây của một số dự án dầu khí, có thể nhận thấy các công nghệ sử dụng trong khảo sát cũng như các thông số địa vật lý và địa kỹ thuật được khảo sát của công trình dầu khí rất tương đồng với công trình điện gió ngoài khơi. Tuy nhiên, công trình dầu khí mang tính đơn chiếc nên công tác khảo sát thường được tiến hành hoàn thiện ngay từ đầu dự án (ít khi tiến hành nhiều đợt khảo sát) trong một phạm vi hẹp hơn so với các công trình điện gió ngoài khơi (ngoại trừ một số dự án dầu khí có quy mô đặc biệt lớn như dự án Block-B).

Điện gió ngoài khơi là một lĩnh vực phức tạp và tương đối mới đối với đa số các chủ đầu tư và nhà thầu trong nước. Hiện nay tại Việt Nam, các dự án điện gió ngoài khơi chủ yếu đang dừng lại ở bước nghiên cứu tiền khả thi, một số dự án đã thực hiện đo đạc số liệu môi trường, đo đạc gió và số liệu thủy hải văn. Tuy nhiên, chưa có dự án điện gió ngoài khơi nào chính thức bắt đầu công việc khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật phục vụ phát triển dự án. Do vậy, mục đích của bài báo này nhằm cung cấp một số yêu cầu cơ bản nhất cho công tác khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật phục vụ việc phát triển các dự án điện gió ngoài khơi. Dựa theo tài liệu khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật của một số dự án điện gió ven bờ ở nước ta (với độ sâu nước dao động từ vài mét đến khoảng 15 mét nước), có thể thấy rằng công tác khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật hiện chưa được quan tâm đúng mức, chưa được thực hiện

bài bản so với tầm quan trọng của công tác này trong việc thiết kế, thi công lắp đặt dự án. Trong các phần sau đây, bài báo sẽ tập trung giới thiệu vắn tắt nội dung của các công tác khảo sát địa vật lý, khảo sát địa kỹ thuật cho công trình điện gió ngoài khơi, thực trạng tại Việt Nam và một số yêu cầu cơ bản nhất của các công tác này theo các tiêu chuẩn hiện hành trên thế giới ISO [1][2], DNV [3] và theo các khuyến nghị của Hiệp hội cơ học đất của Cộng hòa Pháp (CFMS) [4] cũng như Hội địa kỹ thuật thế giới (ISSMGE) [5]. Công tác thiết kế và thiết kế thi công thường tuân theo một số tiêu chuẩn thông dụng như DNV [3], ISO [12], DNV [13] sẽ không được đề cập đến trong khuôn khổ bài báo này.

Trong bài viết này các kỹ thuật và thuật ngữ sau đây được sử dụng để thuận tiện cho việc đọc các tài liệu chuyên ngành và tiêu chuẩn quốc tế đang được sử dụng rộng rãi.

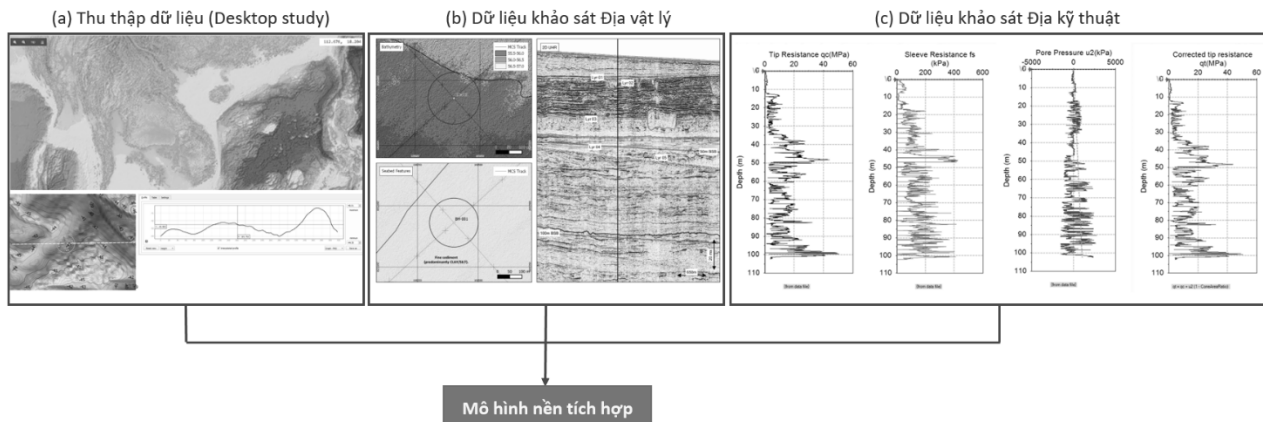
Bảng 1. Tên viết tắt một số tổ chức, một số phương pháp khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật

Viết tắt	Thuật ngữ tiếng Anh	Giải thích
PDP8	Power Development Plan VIII	Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050 (Dự thảo)
ISO	International Standard Organisation	Tổ chức tiêu chuẩn quốc tế
DNV	Det Norske Veritas	Cơ quan đăng kiểm DNV Na-uy
CFMS	French Committee of Soil Mechanics and Geotechnics	Hiệp hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật quốc gia Pháp
ISSMGE	International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering	Hiệp hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật quốc tế
API	American Petroleum Institute	Hiệp hội Dầu khí Hoa Kỳ
BSH	Federal Maritime and Hydrographic Agency of Germany	Cơ quan Hàng hải và Thủy văn Liên bang Đức
GEBCO	The General Bathymetric Chart of the Oceans	Dữ liệu bình đồ địa hình đáy biển thế giới
FUGRO	Dutch multinational pulic company	Công ty đa quốc gia FUGRO có trụ sở chính tại Hà Lan, chuyên khảo sát và phân tích địa chất công trình
CPTu/PCPT	Cone Penetration Test with pore pressure measurement	Thí nghiệm xuyên tĩnh kết hợp đo áp lực nước lỗ rỗng
SCPT	Seismic Cone Penetration Test with pore pressure measurement	Thí nghiệm xuyên tĩnh kết hợp đo địa chấn
VST	Vane Shear Test	Thí nghiệm cắt cánh hiện trường
PMT	Ménard Pressuremeter Test	Thí nghiệm nén ngang Menard
HDPT	High Pressure Dilatometer Test	Thí nghiệm đo độ giãn nở dưới áp suất cao
Tbar, ball probe	T-bar penetrometer, Ball penetrometer	Thí nghiệm xuyên bằng thiết bị cấu hoặc thanh chữ T
Triaxial UU	Unconsolidated Undrained Triaxial Test	Thí nghiệm nén ba trục - Không cố kết - Không Thoát nước (Thí nghiệm nén ba trục UU)
Triaxial CIU	Isotropically - Consolidated Undrained Triaxial Test	Thí nghiệm nén ba trục - Đồng hướng - Cố kết - Không thoát nước (Thí nghiệm nén ba trục CIU)
Triaxial CID	Isotropically - Consolidated Drained Triaxial Test	Thí nghiệm nén ba trục - Đồng hướng - Cố kết - Thoát nước (Thí nghiệm nén ba trục CID)
Triaxial CAU _c	Anisotropically - Consolidated Undrained Triaxial Compression Test	Thí nghiệm nén ba trục - Không đồng hướng - Cố kết - Không thoát nước (Thí nghiệm nén ba trục CAU _c)
Triaxial CAU _t	Anisotropically - Consolidated Undrained Triaxial Extension Test	Thí nghiệm ba trục - Kéo - Không đồng hướng - Cố kết - Không thoát nước (Thí nghiệm kéo ba trục CAU _t)
DSS	Direct Simple Shear Test	Thí nghiệm cắt trực tiếp
CSS	Cyclic Simple Shear Test	Thí nghiệm tải động (lặp lại) cắt đơn giản
Oedometer	Oedometer Test	Thí nghiệm nén một trục không nở hông
Ring Shear	Ring Shear Test	Thí nghiệm cắt vòng
Shear box	Shear Box Test	Thí nghiệm cắt phẳng
Resonant column	Resonant Column Test	Thí nghiệm cột cộng hưởng
Bender element	Bender Element Test	Thí nghiệm Bender Element
Pinger	Electro-acoustic source	Thiết bị sử dụng khảo sát địa vật lý trên nguyên tắc đo phản xạ sóng âm với độ phản giải cao
Boomer	Electro-mechanical source	
Sparker	Electrical seismic reflection source	
CHIRP	Compressed High Intensity Radar Pulse	Khảo sát sử dụng xung nén bức xạ cường độ cao
MBES	Multibeam Echosounder System	Hệ thống đo sâu hồi âm đa tia
SSS	Side scan sonar	Hệ thống thủy âm quét bên sườn - Side Scan Sonar
MASW	Multichannel Analysis of Surface Waves	Phương pháp phân tích đa kênh sóng mặt

2. NHIỆM VỤ CỦA KHẢO SÁT ĐỊA VẬT LÝ VÀ ĐỊA KỸ THUẬT CHO DỰ ÁN ĐIỆN GIÓ NGOÀI KHƠI

Đối với việc thiết kế công trình biển, đặc biệt loại công trình biển cố định, việc có các thông tin đủ tin cậy về địa tầng đáy biển cùng với các thông số cơ lý của các lớp đất nền tại vị trí xây dựng công trình là một điều tiên quyết. Các thông tin này sẽ quyết định loại móng công trình biển là loại gì (móng nông hay móng cọc), kích thước của móng (nếu sử dụng móng nông) hay số lượng cọc, đường kính cọc và chiều sâu của cọc (đối với móng cọc), ảnh

hưởng trực tiếp đến tần số dao động riêng của công trình và toàn bộ kết cấu phần chân đế. Đối với trụ điện gió ngoài khơi, việc thiết kế một kết cấu móng quá cứng hay quá mềm đều có thể gây ra hiện tượng cộng hưởng trong quá trình vận hành của trụ [14]. Do vậy, loại địa chất của dự án sẽ ảnh hưởng đến toàn bộ khối lượng xây dựng, chi phí, tiến độ của dự án. Khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật có thể nói là một nhiệm vụ bản lề của công tác khảo sát phục vụ thiết kế cho một dự án điện gió ngoài khơi.



Hình 2. Trình tự khuyến nghị cho khảo sát địa vật lý - địa kỹ thuật: (a) Thực hiện Desktop study thu thập dữ liệu sẵn có; (b) Khảo sát địa vật lý; (c) Khảo sát địa kỹ thuật

Trước khi công tác khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật được tiến hành, việc thu thập và nghiên cứu các số liệu sẵn có về khu vực dự án từ các dữ liệu trong nước và quốc tế là một việc cần phải tiến hành. Các thông tin thu thập được này sẽ góp phần định hướng, đưa ra những nhận định đầu tiên giúp cho công tác khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật đạt được hiệu quả cao. Hình 2 trên đây miêu tả các công đoạn cần tiến hành cho việc khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật bao gồm: (i) Nghiên cứu hồ sơ thu thập được, đánh giá dữ liệu về vùng địa chất và các nguy cơ tiềm ẩn từ các tài liệu có sẵn; (ii) Khảo sát địa vật lý; (iii) Khảo sát địa kỹ thuật. Các số liệu thu thập được sẽ được tích hợp cùng với số liệu khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật để tạo thành mô hình nền tích hợp (Ground model) dùng cho toàn bộ dự án. Phần sau đây sẽ làm rõ mục đích của công tác khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật phục vụ thiết kế, thi công một dự án điện gió ngoài khơi.

2.1. Nhiệm vụ công tác khảo sát địa vật lý

Khảo sát địa vật lý nhằm mục đích thu thập các thông tin về trạng thái đáy biển và địa tầng nền trong toàn bộ khu vực dự án. Khảo sát địa vật lý có thể thực hiện bằng các kỹ thuật sử dụng sóng âm (echo-sounder), sử dụng máy quét sonar (side-scan sonar) hoặc phương pháp đo phản xạ địa chấn (seismic reflection) và đo phản xạ địa chấn siêu cao (ultra high resolution seismic). Các thông tin cơ bản thu thập trong quá trình khảo sát địa vật lý gồm có ([2][3][4][5]):

- Bình đồ địa hình đáy biển, độ sâu nước, độ dốc đáy biển;
- Xác định và lập vị trí của các hình thái đáy biển đặc thù, các vùng có chướng ngại vật và các nguy cơ địa chất (đứt gãy địa chất, sự tồn tại các túi khí nông, bom đạn chưa nổ ...), sự tồn tại của tàn tích cổ;
- Xác định sự phân tầng của các lớp địa chất dưới đáy biển (sự phân bố các tầng địa chất, bề dày từng lớp ...);
- Đưa ra một bản đồ số bao gồm các thông tin trên cho toàn bộ khu vực dự án.

2.2. Nhiệm vụ công tác khảo sát địa kỹ thuật

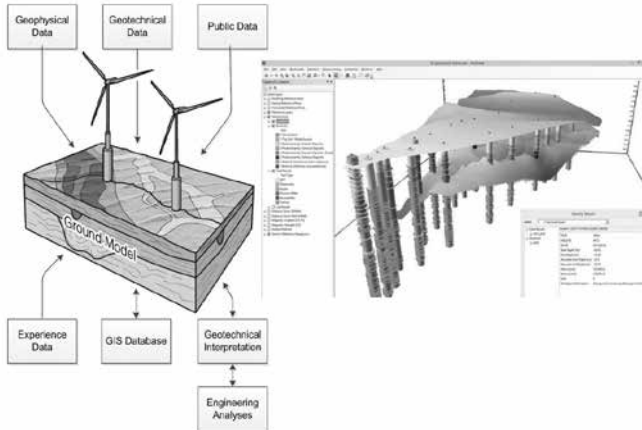
Dựa vào dữ liệu thu thập được của công tác khảo sát địa vật lý, công tác khảo sát địa kỹ thuật được lên kế hoạch thực hiện bao gồm các thí nghiệm hiện trường, thí nghiệm trong phòng (trên tàu khảo sát và trong phòng thí nghiệm trên đất liền) và sau đó là quá trình diễn giải số liệu địa kỹ thuật phục vụ thiết kế. Tùy vào loại đất là đất sét, đất cát hay đá mà có các thí nghiệm chuyên biệt đi kèm ([3][4][5]). Các thông số địa kỹ thuật được chia thành 3 nhóm thông số cần khảo sát như sau ([3][4][5]):

- Nhóm thông số để phân loại và miêu tả các lớp đất: đất sét, đất cát hay đá;
- Nhóm thông số liên quan đến sức kháng cắt của đất và tính biến dạng của đất;
- Nhóm thông số liên quan đến trạng thái ứng suất của lớp đất.

Các tiêu chuẩn thiết kế về địa kỹ thuật thông dụng cho công trình ngoài khơi như ISO [12], DNV [3] hay tiêu chuẩn thiết kế kết cấu và nền móng cho công trình điện gió DNV [13] có nêu ra yêu cầu về các tính cơ lý của nền đất cần khảo sát nhưng không đi vào chi tiết về yêu cầu công tác khảo sát địa kỹ thuật. Các yêu cầu khảo sát này thường tuân theo các hướng dẫn của các hiệp hội uy tín như Hiệp hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật quốc tế (ISSMGE) [5] hay Hiệp hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật quốc gia Pháp (CFMS) [4]. Theo khuyến cáo của các tài liệu chuyên ngành này, tùy theo giai đoạn thiết kế của dự án mà số lượng thí nghiệm hiện trường và thí nghiệm trong phòng có thể được quyết định thực hiện cho phù hợp với từng giai đoạn. Trong giai đoạn thiết kế sơ bộ, số lượng thí nghiệm CPTu cần thực hiện chiếm khoảng 10% số vị trí dự định đặt trụ điện gió [15]. Khi thiết kế chi tiết thì số lượng thí nghiệm hiện trường và thí nghiệm trong phòng yêu cầu sẽ tăng lên, yêu cầu cụ thể có thể tham khảo trong tài liệu [4], [5]. Riêng đối với trạm biển áp ngoài khơi thì cần thực hiện tối thiểu 1 hố khoan lấy mẫu và mỗi chân giàn trạm biển áp ngoài khơi cần thực hiện 1 thí nghiệm CPTu [16].

Các thông số về dự án thu thập được tổng hợp cùng với dữ liệu khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật để tổng hợp thành mô hình nền

(Ground model) của toàn bộ khu vực dự án. Tùy thuộc vào dạng kết cấu móng dự kiến, mức độ không đồng nhất của trụ địa chất, độ sâu đặt móng dự kiến mà chiều sâu khảo sát thí nghiệm hiện trường và mật độ lấy mẫu đất (dày hay thưa) sẽ được quyết định. Nguyên tắc không thay đổi là phạm vi khảo sát phải bao quát được toàn bộ phạm vi dự kiến đặt móng công trình với độ sâu khảo sát phù hợp với mỗi loại kết cấu móng.



Hình 3. Ví dụ mô hình nền tích hợp (Ground model) của một dự án điện gió ngoài khơi (Nguồn: FUGRO)

3. THỰC TRẠNG CÔNG TÁC KHẢO SÁT ĐỊA VẬT LÝ VÀ ĐỊA KỸ THUẬT CỦA MỘT SỐ DỰ ÁN ĐIỆN GIÓ VEN BỜ TẠI VIỆT NAM

Hiện nay tại Việt Nam, các dự án phát triển điện gió ngoài khơi đa phần mới dừng lại ở chủ trương đầu tư, nghiên cứu tiền khả thi, một số dự án đã tiến hành đo đạc số liệu môi trường và thủy hải văn nhưng chưa có dự án điện gió ngoài khơi nào thực sự bắt đầu khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật để phát triển dự án. Dựa trên một số báo cáo khảo sát địa hình và địa chất cho một số công trình điện gió ven bờ tại Việt Nam (độ sâu nước dao động từ vài mét đến khoảng 15 mét nước), có thể nhận thấy rằng công tác khảo sát địa vật lý và khảo sát địa kỹ thuật chưa được tiến hành một cách bài bản, chưa có sự đồng bộ về hệ thống tiêu chuẩn áp dụng, số lượng và chủng loại thí nghiệm cũng chưa đảm bảo theo yêu cầu đặt ra để phục vụ quá trình thiết kế. Do sự tương đồng nhất định về công tác khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật giữa các dự án điện gió ven bờ và ngoài khơi, nên thực trạng công tác khảo sát được nêu ra dưới đây của một số dự án điện gió ven bờ để minh họa cho thực trạng công tác khảo sát này ở nước ta.

3.1. Thực trạng khảo sát địa vật lý

Công tác khảo sát địa hình của các dự án điện gió ven bờ mà nhóm tác giả được tiếp cận hiện dựa theo các tiêu chuẩn TCVN 9398:2012 về Công tác trắc địa trong xây dựng công trình [17]; 96 TCN 43-90 Quy phạm đo vẽ bản đồ địa hình [18]; Tiêu chuẩn TCVN 10336:2015 Khảo sát độ sâu trong lĩnh vực hàng hải [19]; Quy định về công tác khảo sát phục vụ thiết kế các công trình điện áp dụng trong Tập đoàn Điện lực Quốc gia Việt Nam ban hành theo quyết định số 255/QĐ-EVN ngày 02/03/2018 [20].

Có thể nhận thấy bộ tiêu chuẩn quy phạm viện dẫn không đồng bộ và chưa chuyên biệt cho lĩnh vực công trình biển ngoài khơi vốn có nhiều đặc thù riêng về của công tác khảo sát. Có nhiều tiêu chuẩn được ban hành từ khoảng 30 năm trước nên khó có thể theo kịp sự phát triển của công nghệ khảo sát, và yêu cầu đo đạc hiện nay. Hệ tọa độ VN2000 đang được sử dụng trong công tác khảo sát tuy nhiên cần có tham chiếu sang hệ tọa độ WGS-84 cho thuận tiện so sánh với các dữ liệu thu thập được của quốc tế.

Các dự án này chỉ thuần túy dừng lại ở mức đo đạc địa hình đáy biển mà thiếu hẳn các bước xác định các hình thái đặc thù của đáy biển, các vùng đáy có chướng ngại vật, khảo sát sự phân tầng địa chất của đáy biển cũng như các rủi ro về địa chất; không có bản đồ số hóa về các thông tin địa vật lý cho toàn bộ khu vực dự án. Công tác khảo sát địa hình cũng ít khi trình bày chi tiết kế hoạch khảo sát và bản đồ các đường khảo sát trong khu vực dự án. Các kết quả khảo sát cũng hiếm khi được so sánh, tích hợp với các thông số địa hình đáy biển được công bố công khai bởi các tổ chức quốc tế có uy tín như GEBCO [21]. Do đó, các thông số địa vật lý cho các dự án này còn ở mức rất sơ bộ và chưa thể xem xét như là đã có khảo sát địa vật lý trọn vẹn.

3.2. Thực trạng khảo sát địa kỹ thuật

Hiện nay công tác khảo sát địa kỹ thuật cho các công trình điện gió ven bờ đang dựa vào một số tiêu chuẩn chính như: TCVN 4419:1987 Khảo sát xây dựng - Nguyên tắc cơ bản [22]; TCVN 9437:2012 Khoan thăm dò địa chất công trình [23]; 22 TCN 260:2000 Quy trình khảo sát địa chất công trình các công trình đường thủy [24]; TCVN 9351:2012 Đất xây dựng - Phương pháp thí nghiệm hiện trường - Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn [25]; TCVN 9153:2012 Đất xây dựng - Phương pháp chính lý kết quả thí nghiệm mẫu đất [26]; cùng các tiêu chuẩn về lấy mẫu đất, lấy mẫu nước, vận chuyển và bảo quản mẫu cùng một số tiêu chuẩn về phân loại và phương pháp thí nghiệm trong phòng đi kèm.

Về tổng quan các tiêu chuẩn áp dụng cho khảo sát địa kỹ thuật cho công trình điện gió ven bờ và ngoài khơi tại Việt Nam, các tiêu chuẩn chưa có sự đồng bộ cho đặc thù của ngành công trình biển. Về mặt thí nghiệm hiện trường, hầu như các dự án đều sử dụng thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT) trong khi thí nghiệm xuyên côn (PCTP hay CPTu) được sử dụng nhưng còn hạn chế. Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT) không cho phép thu được dữ liệu liên tục theo độ sâu, số liệu chỉ thu được tại mỗi điểm làm thí nghiệm, không số hóa được dữ liệu. Đồng thời, thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT) sẽ thích hợp hơn với các loại đất rời (đất cát hạt mịn và hạt vừa), với đất dính (đất sét) và đất rời hạt lớn thì thí nghiệm này chưa thực sự phù hợp. Việc thực hiện thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn ở ngoài khơi với độ sâu nước lớn và độ khoan sâu lên đến hàng trăm mét dưới nền biển là một thách thức. Trong khi đó, thí nghiệm xuyên côn (PCTP hay CPTu) hiện đang là thí nghiệm được các tiêu chuẩn quốc tế sử dụng là thí nghiệm hiện trường, có thể thực hiện với độ sâu lớn, dữ liệu được số hóa và có thể gián tiếp đưa ra các thông số dùng cho thiết kế với độ tin cậy cao.

Không đi sâu vào chi tiết của các thí nghiệm trong phòng hiện đang được các dự án điện gió ven bờ áp dụng, tuy nhiên về tổng quan, có thể nhận thấy rằng các thí nghiệm đang được thực hiện rất hạn chế chủ yếu tập trung vào nhóm dùng để phân loại lớp đất. Nhóm các thông số về sức kháng cắt, độ biến dạng và trạng thái ứng suất của lớp đất hiện còn khá sơ sài và thiếu đi các thí nghiệm có độ tin cậy cao như thí nghiệm nén ba trục (Triaxial test) và các thí nghiệm cắt (DSS). Công trình điện gió là một dạng công trình chịu tải động rất nhiều xuyên suốt vòng đời của dự án, tuy nhiên các thí nghiệm tiên tiến để xác định đặc tính chịu tải động của đất chưa được đề cập tới (Cyclic triaxial, Cyclic DSS) trong các dự án điện gió ven bờ ở Việt Nam mà nhóm tác giả được tiếp cận. Các thí nghiệm để xác định góc ma sát giữa vật liệu cọc và đất như thí nghiệm cắt vòng (Ring shear) cũng chưa được tiến hành. Về mặt thí nghiệm trong phòng, có thể do trang thiết bị của các phòng thí nghiệm cơ học đất trong nước còn một số hạn chế, nhưng các thông số này là rất quan trọng trong việc diễn giải số liệu cơ lý của đất dùng cho thiết kế công trình điện gió.

4. CÁC KHUYẾN NGHỊ CHÍNH CỦA CÔNG TÁC KHẢO SÁT ĐỊA VẬT LÝ VÀ ĐỊA KỸ THUẬT THEO CÁC TIÊU CHUẨN VÀ TÀI LIỆU HƯỚNG DẪN QUỐC TẾ HIỆN HÀNH

4.1. Tóm lược về yêu cầu khảo sát địa vật lý

Xuất phát từ các dữ liệu ban đầu thu thập được về vùng dự án, một kế hoạch chi tiết về khảo sát địa vật lý cần được đề ra nhằm khảo sát toàn bộ vùng dự án. Nhiệm vụ của khảo sát địa vật lý nhằm xác định địa hình đáy biển và các đặc trưng địa hình đáy, phân loại các tầng địa chất dựa vào đặc điểm kiến tạo (tectonic) và khoáng thạch học (lithology). Các thiết bị dùng cho khảo sát địa vật lý được phân loại thành 3 nhóm ([4][5]):

- Hệ thống dựa trên nguyên lý phản xạ của sóng âm với độ phân giải cao
- Hệ thống dựa trên nguyên lý khúc xạ địa chấn
- Hệ thống dựa trên nguyên lý dòng điện trở kháng

Hiện công nghệ và các tài liệu tham khảo về khảo sát địa vật lý đang được cập nhật liên tục và rất đa dạng, nên phần yêu cầu về khảo sát địa vật lý xin giới thiệu ngắn gọn nhất các yêu cầu cơ bản

và các kỹ thuật khảo sát phổ biến nằm trong nhóm hệ thống đo phản xạ của sóng âm với độ phân giải cao.

- Khảo sát bình đồ đáy biển: Thường sử dụng thiết bị đo phản xạ sóng âm hoặc dải sóng âm (Echosounder or Swatch Echosounder) hoặc dùng LiDAR sử dụng tia laser cho vùng nước nông và trong. Các thiết bị này có thể được gắn bên sườn tàu khảo sát hoặc bên trong ô mở dưới đáy tàu khảo sát.

- Khảo sát hình thái đáy biển và các đặc trưng bề mặt thường sử dụng sonar quét hai bên sườn của thiết bị khi sonar này được kéo đi bên trên đáy biển bởi tàu khảo sát.

- Khảo sát sự phân tầng địa chất dưới đáy biển: Sử dụng thiết bị Pingers, Boomers hay Sparkers. Tần số của Pingers cỡ 3.5 kHz đến 7 kHz với phạm vi khảo sát dưới nền đáy biển khoảng 50m, với độ phân giải khoảng 0.3m. Trong khi đó thiết bị Boomers sử dụng dải tần số rộng hơn từ 0.5 kHz cho đến 5 kHz với phạm vi khảo sát sâu đến gần 100m, độ phân giải khoảng 0.3m đến 1.0m. Thiết bị Sparkers có phạm vi khảo sát rất sâu, có thể đạt trên 1000m trong nền đáy biển, tuy nhiên xung sóng của thiết bị này thường không ổn định và ngày càng ít được sử dụng.

Bảng 2. Khuyến nghị về việc sử dụng phương pháp khảo sát địa vật lý thông dụng [4]

Thông số cần khảo sát	Thí nghiệm hiện trường			Thí nghiệm trong phòng		
	Tên thí nghiệm	Mức độ phù hợp		Tên thí nghiệm	Mức độ phù hợp	
		Đất cát	Đất sét		Đất cát	Đất sét
Địa tầng	Đo phản xạ sóng âm	2÷3	2÷3			
Nội suy các lớp địa tầng	Đo khúc xạ sóng âm	3÷4	3÷4			
	Đo đặc dòng điện trở kháng	1÷3	1÷3			
Ghi chú: Ô màu xám: Không thích hợp/Không sử dụng Mức độ 1 - Độ chính xác kém hoặc không phù hợp Mức độ 2 - Độ chính xác chấp nhận được Mức độ 3 - Độ chính xác khá tốt Mức độ 4 - Độ chính xác tốt Mức độ 5 - Độ chính xác cao Chỉ số độ chính xác này cũng áp dụng cho các thí nghiệm trong các bảng đánh giá độ phù hợp ở phần sau.						

Trong giai đoạn Nghiên cứu khả thi (FS, Conceptual Design), ngoài việc thu thập nhiều nhất có thể các dữ liệu sẵn có về địa vật lý và địa kỹ thuật khu vực dự án. Các hoạt động khảo sát địa vật lý sau đây được khuyến nghị nên tiến hành ngay từ giai đoạn nghiên cứu tiền khả thi.

Trong giai đoạn thiết kế chi tiết và thiết kế kỹ thuật bản vẽ thi công, công tác khảo sát địa vật lý chi tiết cần được tiến hành với các yêu cầu cụ thể trong Bảng 4 sau đây.

Bảng 3. Khuyến nghị khảo sát địa vật lý giai đoạn Nghiên cứu khả thi - FS [4]

Mục đích	Phương pháp sử dụng	Lưới khảo sát	Độ sâu khảo sát	Ghi chú
Địa hình đáy biển	Multibeam bathymetry (MBES)	Khảo sát toàn bộ khu vực dự án với phạm vi khảo sát chồng lấn từ 50% đến 100%	N/A	Sử dụng MBES để quét khu vực dự án, kết hợp với một phương pháp quét đơn tia để kiểm chứng
Hình thái đáy biển	Sử dụng sonar quét hai bên thành (SSS)	Khảo sát toàn bộ khu vực dự án với phạm vi khảo sát chồng lấn từ 50% đến 100%	N/A	Nên lấy mẫu trầm tích đáy biển
Xác định loại đất trên bề mặt đáy biển				
Địa tầng đáy biển	Sử dụng các thiết bị đo phản xạ như Sparker hoặc Boomer khi độ sâu khảo sát lớn Nên sử dụng kết hợp cả Pinger/CHIRP cho các độ sâu khảo sát nông hơn	Lưới khảo sát 250 m x 1000 m	Độ sâu khảo sát từ 50 - 100m dưới đáy biển, độ phân giải theo chiều sâu < 1.0m Pinger/CHIRP: Độ phân giải cỡ < 0.3m theo độ sâu	Khảo sát toàn bộ khu vực dự án Khảo sát cả khu vực dự kiến kéo cáp điện

Bảng 4. Khuyến nghị khảo sát địa vật lý giai đoạn Thiết kế chi tiết và Thi công [4]

Mục đích	Phương pháp sử dụng	Lưới khảo sát	Độ sâu khảo sát	Ghi chú
Địa hình đáy biển	Multibeam bathymetry (MBES)	Khảo sát toàn bộ khu vực dự án với phạm vi khảo sát chồng lấn 100%	N/A	
Hình thái đáy biển và các khu vực có vật cản khó khăn cho xây dựng	Sử dụng sonar quét hai bên thành (SSS)	Khảo sát toàn bộ khu vực dự án với phạm vi khảo sát chồng lấn 100%	N/A	

Địa tầng đáy biển	Sử dụng các thiết bị đo phản xạ như Sparker hoặc Boomer khi độ sâu khảo sát lớn Nên sử dụng kết hợp cả Pinger/CHIRP cho các độ sâu khảo sát nông hơn	Mỗi vị trí xây dựng công trình cần có 2 đường lưới quét vuông góc chạy qua	Độ sâu khảo sát phụ thuộc vào loại kết cấu móng lựa chọn	
Đo đặc vận tốc sóng nén dọc V_p	Đo bằng phương pháp nhiễu xạ P-S logging	Đo đặc tại vị trí các công trình Đo đặc dọc theo tuyến cáp điện	Độ sâu 5m đến 20m tùy vào mục đích 5m	
Đo đặc vận tốc sóng cắt V_s	Thí nghiệm phân tích đa kênh sóng mặt MASW P-S logging	Đo đặc tại vị trí các công trình	Độ sâu 5m đến 15m tùy vào mục đích	

4.2. Tóm lược về yêu cầu khảo sát địa kỹ thuật

Công tác khảo sát địa kỹ thuật nên được tiến hành sau công tác khảo sát địa vật lý. Các vị trí dự kiến đặt trụ điện gió, vị trí đặt giàn trạm biến áp ngoài khơi, các tuyến cáp điện ngầm nội mô và cáp truyền tải điện vào bờ cần được xác định sơ bộ để định hướng cho việc khảo sát địa kỹ thuật. Trước khi công việc khảo sát địa kỹ thuật ngoài khơi được tiến hành, bên thực hiện khảo sát cần được cung cấp đầy đủ các thông tin sau đây:

- Vị trí khu vực dự án;

- Giai đoạn phát triển của dự án: Nghiên cứu khả thi (FS, Conceptual design), Thiết kế cơ sở (FEED), Thiết kế chi tiết (Detailed design) & Thi công lắp đặt;

Bảng 5. Các nhóm thông số địa kỹ thuật cơ bản cần khảo sát [4]

Đất sét	Đất cát	Đá
Miêu tả chung về đất	Miêu tả chung về đất	Miêu tả chung về đá
Đặc điểm khoáng thạch học	Đặc điểm khoáng thạch học	Đặc điểm khoáng thạch học
Xác định cấp phối của đất	Xác định cấp phối của đất Độ góc cạnh của hạt	Tính không đồng nhất của đá Độ nứt nẻ Mức độ phong hóa
Hàm lượng nước Dung trọng tự nhiên Giới hạn Atterberg	Dung trọng lớn nhất và nhỏ nhất Độ chặt tương đối	Dung trọng tự nhiên Độ rỗng, độ bão hòa nước Trọng lượng của các khối đá
Hàm lượng hữu cơ Hàm lượng carbonate	Hàm lượng hữu cơ Hàm lượng carbonate	Hàm lượng carbonate
Cường độ kháng cắt không thoát nước Cường độ kháng cắt thoát nước Cường độ kháng cắt mẫu không nguyên dạng	Góc ma sát trong hữu hiệu Cường độ kháng cắt không thoát nước	Cường độ chịu nén thoát nước ($USC = \sigma_c$)
Đặc điểm khoáng chất	Đặc điểm khoáng chất	Đặc điểm khoáng chất
Lịch sử chịu tải của mẫu đất	Lịch sử chịu tải của mẫu đất	

Bảng 6. Các thông số địa kỹ thuật khác cần thiết phục vụ thiết kế [4]

Yêu cầu tính toán	Thông số địa kỹ thuật yêu cầu
Khả năng chịu tải	Cường độ kháng cắt bằng nhiều quá trình ứng suất khác nhau (monotonic) Cường độ kháng cắt dưới tác động của tải có chu kỳ lặp lại tạo bởi các tổ hợp tải bình quân và biên độ tải khác nhau cho thí nghiệm nén 3 trục và thí nghiệm cắt đơn giản Với đất cát: Góc ma sát trong hữu hiệu, Góc ma sát cực hạn không thoát nước, Góc ma sát đẳng thể tích
Chuyển vị dài hạn	Độ nén của đất Độ thấm nước Biến dạng dài hạn và áp lực nước lỗ rỗng sinh ra dưới tác động của tải có chu kỳ lặp lại tạo bởi nhiều tổ hợp tải trung bình và biên độ tải khác nhau cho thí nghiệm nén 3 trục và thí nghiệm cắt đơn giản Độ nén của đất do tải lặp
Chuyển vị do tải có chu kỳ lặp lại	Biến dạng do tải có chu kỳ tạo bởi nhiều tổ hợp tải trung bình và biên độ tải khác nhau cho thí nghiệm nén 3 trục và thí nghiệm cắt đơn giản Mô đun kháng cắt ban đầu dưới tác động của tải lặp lại
Độ cứng của móng	Biến dạng do tải có chu kỳ bởi nhiều tổ hợp tải trung bình và biên độ tải khác nhau cho thí nghiệm nén 3 trục và thí nghiệm cắt đơn giản Mô đun kháng cắt biến dạng nhỏ (G_0 hay G_{max}) và tính toán biên độ biến dạng Tổn thất Damping
Phản lực của đất	Cường độ kháng cắt với tải đơn và tải có chu kỳ lặp lại Độ chịu nén của đất dưới tác động của việc gia tải và giảm tải Biến dạng dài hạn & Biến dạng do tải trọng lặp và biến đổi áp lực nước lỗ rỗng dài hạn do tải có chu kỳ tạo bởi nhiều tổ

	hợp tải trung bình và biên độ tải khác nhau cho thí nghiệm nén 3 trục và thí nghiệm cắt đơn giản Địa hình và địa mạo đáy biển, cùng các điểm bất thường của nền
Cọc ngắn gia cường móng nông	Cường độ kháng cắt không thoát nước Cường độ kháng cắt mẫu không nguyên dạng Với đất cát - Góc ma sát trong thoát nước Góc ma sát giữa cọc và đất Cường độ kháng mũi CPT Địa hình và địa mạo đáy biển, cùng các điểm bất thường của nền Kiểm tra sự xuất hiện của các khối đá nếu có trong đất
Thi công cọc	Cường độ kháng cắt của đất Mô đun đàn hồi E_{50} hoặc Mô đun kháng cắt G_{50} hoặc biến dạng ứng với 50% cường độ chịu tải lớn nhất (ε_{50}) - Đối với đất sét Cường độ kháng mũi CPT Với nền đá - Cường độ chịu nén thoát nước Khả năng chịu mài mòn của đá Độ giảm cường độ của đất sét khi mẫu đất bị không nguyên dạng
Đánh giá nguy cơ hóa lỏng nền đất	Các thông số từ thí nghiệm xuyên tiêu cùn (CPTu) Cấp phối của đất và hàm lượng hạt mịn Các giới hạn Atterberg và hàm lượng nước Vận tốc truyền sóng cắt trong đất (V_s)
Đánh giá khả năng xói nền	Cấp phối của đất Độ thấm của đất
Việc hạ ngầm cáp điện	Cường độ kháng mũi CPT (cho đất cát và đất sét) Cấp phối của đất & Độ thấm của đất - Đối với đất cát Khả năng chịu mài mòn của đá Độ dẫn nhiệt của đất Độ dẫn điện của đất Vận tốc truyền sóng trong đất (sóng dọc trục - V_p và sóng cắt - V_s)

Để xác định đúng các thông số địa kỹ thuật sử dụng cho thiết kế, điều quan trọng không kém là cần phải sử dụng đúng phương pháp thí nghiệm tùy thuộc vào loại thông số cần xác định. Việc sử dụng các thiết bị sẵn có thay vì sử dụng các thí nghiệm thích hợp có thể dẫn đến những sai lệch lớn trong các số liệu địa kỹ thuật

yêu cầu. Trong các tài liệu mà thực tế đang được sử dụng cho việc khảo sát địa kỹ thuật, các thí nghiệm hiện trường và trong phòng sau đây thường được sử dụng với các thí nghiệm thích hợp [3][4][5].

Bảng 7. Khuyến nghị các thí nghiệm hiện trường và thí nghiệm trong phòng theo thông số địa kỹ thuật cần khảo sát đối với nền đất [4]

Thông số cần khảo sát	Thí nghiệm hiện trường			Thí nghiệm trong phòng		
	Tên thí nghiệm	Mức độ phù hợp		Tên thí nghiệm	Mức độ phù hợp	
		Đất cát	Đất sét		Đất cát	Đất sét
Phân loại lớp đất trên bề mặt đáy biển	Đo địa hình đáy biển dùng kỹ thuật đo đa tia Dùng thiết bị quét Sonar cạnh bên	1 1	1 1	Phân tích cấp phối đất Phân tích cấp phối đất & hàm lượng hạt mịn Đo hàm lượng nước Đo giới hạn Atterberg	5 2	2 3 5
Phân loại lớp đất dưới nền đáy biển	CPT CPTu	2 4÷5	2 4÷5	Phân tích cấp phối đất Phân tích cấp phối đất & hàm lượng hạt mịn Đo hàm lượng nước Đo giới hạn Atterberg	5 2	2 4 3 5
Dung trọng của đất	CPT, CPTu	2	2	Đo dung trọng đất		4
Cường độ kháng cắt không thoát nước	CPT, CPTu Thí nghiệm cắt VST Thí nghiệm nén ngang Ménard, PMT Tbar, Ball probe		3÷4 4÷5 2÷3 4÷5	Thí nghiệm nén ba trục UU Thí nghiệm nén ba trục CIU Thí nghiệm cắt trực tiếp DSS Fall cone, torvane Thí nghiệm xuyên, Pocket penetrometer	4	2÷3 4 4 2 2
Góc ma sát trong hữu hiệu	CPT, CPTu	2÷3	1	Thí nghiệm nén ba trục CIU, CID Thí nghiệm cắt trực tiếp DSS	5 4	5 1
Độ nhạy về cường độ kháng cắt của đất sét	CPT, CPTu Thí nghiệm cắt VST Tbar, Ball probe		2 3÷4 4÷5	Fall cone, lab vane Thí nghiệm nén ba trục UU cho mẫu nguyên dạng và không nguyên dạng		3÷4 3÷4

Thông số cần khảo sát	Thí nghiệm hiện trường			Thí nghiệm trong phòng		
	Tên thí nghiệm	Mức độ phù hợp		Tên thí nghiệm	Mức độ phù hợp	
		Đất cát	Đất sét		Đất cát	Đất sét
Độ biến dạng của đất (G_{50} , E_{50})	Thí nghiệm nén ngang Ménard PMT	3÷4	4÷5	Thí nghiệm nén ba trục CIU, CID Thí nghiệm cắt trực tiếp DSS	3÷4 3÷4	4 4
Độ cố kết	CPTu	1	3	Thí nghiệm nén 1 trục Oedometer	3	5
Độ thấm	CPTu		3	Thí nghiệm nén 1 trục Oedometer Thí nghiệm đo độ thấm	4	3 4
Xác định đất chứa carbonate	CPT, CPTu	4	3	Đo hàm lượng carbonate	5	5
Độ chịu nén của đất chứa carbonate				Thí nghiệm nén 1 trục Oedometer Thí nghiệm nghiên cứu Crushability	4 3	
Cường độ kháng cắt bất đẳng hướng của đất sét				Thí nghiệm ba trục CAU _c , CAU _e , Thí nghiệm cắt trực tiếp DSS		5
Phản ứng với tải lặp của đất và tốc độ thay đổi của tải				Thí nghiệm ba trục CIU/CAU (tải đơn/tải lặp lại), DSS/CSS	5	5
Độ ma sát giữa đất/đất hay đất/cọc				Thí nghiệm cắt Ring shear Thí nghiệm cắt phẳng Shear box	3÷4 3÷4	3÷4 3÷4
Mô đun kháng cắt ban đầu G_{max}	SCPT Thí nghiệm phân tích đa kênh sóng mặt MASW	4÷5 3÷4	4÷5 3÷4	Thí nghiệm cột cộng hưởng Resonant column Thí nghiệm Bender elements kết hợp với nén ba trục hay cắt trực tiếp (DSS) hoặc nén 1 trục không nở hông Oedometer	4÷5 4÷5	4÷5 4÷5
Khả năng ăn mòn	Đo điện trở kháng	4	4	Đo điện trở kháng	4	4
Khả năng hóa lỏng của đất	CPT, CPTu	3÷4		Thí nghiệm ba trục dưới tác động của tải động, Cyclic triaxial	3÷4	

Nếu khu vực dự án có nền đáy biển là đá thì các thí nghiệm cần tiến hành cũng cần thay đổi cho phù hợp. Các thí nghiệm dành cho nền đáy biển là đá được tổng hợp trong Bảng 8 sau đây.

Tùy theo giai đoạn của dự án (Nghiên cứu khả thi hay Thiết kế cơ sở, Thiết kế chi tiết & Thi công), các thông số địa kỹ thuật cần được khảo sát dẫn để đáp ứng tiến độ thiết kế hay lắp đặt. Trong

giai đoạn thiết kế cơ sở FS (Conceptual Design), khuyến cáo khảo sát địa kỹ thuật được tổng hợp trong Bảng 9 sau.

Trong giai đoạn thiết kế chi tiết, các thông số địa kỹ thuật cần khảo sát đầy đủ để phục vụ thiết kế được thống kê trong Bảng 10 dưới đây.

Bảng 8. Khuyến nghị các thí nghiệm hiện trường và thí nghiệm trong phòng theo thông số địa kỹ thuật cần khảo sát đối với nền đá [4]

Thông số cần khảo sát	Thí nghiệm hiện trường		Thí nghiệm trong phòng	
	Tên thí nghiệm	Mức độ phù hợp	Tên thí nghiệm	Mức độ phù hợp
Phân tầng địa chất	Ghi hình hố khoan (Videologging)	3÷5		
	Dùng tia Neutron	3÷4		
	Dùng tia Gamma (Gamma-ray)	3÷4		
Tình trạng nứt của đá	Ghi hình hố khoan (Videologging)	3÷4		
	Chụp ảnh hiện trường	4÷5		
Dung trọng của đá	Chụp phim (Gammagraphy)	3÷4	Đo dung trọng	4÷5
Cường độ của đá			Đo cường độ chịu nén của đá Thí nghiệm theo PP Brazil Thử tải điểm	4 4 1÷3
Độ biến dạng của đá (G_{50} , E_{50})	Thí nghiệm đo giãn nở áp suất cao (High Pressure Dilatometer Test, HPDT)	3÷5	Đo cường độ chịu nén của đá cùng đo biến dạng	3÷5
Mô đun kháng cắt ban đầu G_{max}	Đo sóng địa chấn, Seismic logging (V_p , V_s)	4÷5	Đo đặc V_p , V_s trên mẫu lõi đá	3÷4
	Thí nghiệm phân tích đa kênh sóng mặt MASW	3÷5		

Bảng 9. Khuyến nghị phạm vi khảo sát địa kỹ thuật giai đoạn FS [4]

Mục đích	Phương pháp sử dụng	Lưới khảo sát	Độ sâu khảo sát	Ghi chú
Phân tầng địa chất	Khoan lấy mẫu + Tiến hành thí nghiệm hiện trường như CPTu, PMT hay HPDT	Thực hiện 2 hố khoan chỗ mỗi vùng địa chất (*): 1 hố khoan cho việc lấy mẫu đất liên tục 1 hố khoan để thực hiện thí nghiệm hiện trường	Độ sâu khảo sát đủ để: Xuyên qua các lớp địa chất chính và hiểu được sự phân bố của các hình thái địa chất theo không gian trong toàn bộ dự án	(*) Ưu tiên thực hiện một cặp 2 hố khoan nếu điều kiện thực địa cho phép và địa chất biến đổi không nhiều
Phân loại đất	Cùng với/hoặc	Cùng với/hoặc		
Các thông số địa kỹ thuật cơ bản		Một hố khoan dạng như: Hố khoan xen kẽ các thí nghiệm CPTu/Lấy mẫu/lấy lõi (**) Hố khoan thực hiện thí nghiệm CPTu liên tục nhất có thể Hố khoan với việc lấy lõi/lấy mẫu liên tục và ghi dữ liệu hố khoan		(**) Hố khoan xen kẽ có thể thực hiện nếu điều kiện tài chính cho phép
Một số trụ địa chất đại diện cho mỗi khu vực trong dự án	Ghi dữ liệu trong hố khoan (sử dụng tia phóng xạ, hoặc V_p , V_s , hình ảnh)		Chiều sâu khảo sát phải đủ theo yêu cầu của từng loại	
Đánh giá về tính chất cơ lý của				

đất và sự thay đổi theo không gian trong phạm vi khu vực dự án	Thực hiện khảo sát trên toàn bộ khu vực dự án để có sự phân bố địa chất theo không gian	móng sử dụng trong dự án
--	---	--------------------------

Bảng 10. Khuyến nghị phạm vi khảo sát địa kỹ thuật giai đoạn Thiết kế chi tiết và Thiết kế thi công [4][5]

Mục đích	Phương pháp sử dụng	Loại kết cấu móng	Yêu cầu khảo sát	Độ sâu khảo sát
Phục vụ thiết kế cơ sở & Thiết kế chi tiết	Thực hiện hố khoan rút lõi/lấy mẫu	Móng cọc	01 hố khoan tại tâm mỗi trụ điện gió	Chiều sâu dự kiến hạ cọc + tối thiểu 3 lần đường kính cọc
	Thực hiện hố khoan để làm thí nghiệm hiện trường như CPTu	Monopile	01 hố khoan tại tâm mỗi trụ điện gió	Chiều sâu dự kiến hạ cọc + tối thiểu 0.5 lần đường kính cọc
Thiết kế phương án lắp đặt	Thực hiện hố khoan để làm cái thí nghiệm độ biến dạng tại hiện trường (PMT, HPDT)	Móng trọng lực	01 hố khoan tại tâm mỗi trụ điện gió + 3 hố khoan ở biên móng (nếu địa chất thay đổi nhiều)	Khảo sát đến chiều sâu 1.5 lần chiều rộng móng hoặc 2m phía dưới lớp đất tiếp theo
	Thực hiện hố khoan để thực hiện luận phiên công tác khoan lấy mẫu và thí nghiệm hiện trường	Cọc neo	01 hố khoan tại tâm cọc neo	Phụ thuộc vào loại cọc neo và loại đất nền

Công tác khảo sát địa kỹ thuật là một công tác rất quan trọng, thời gian thực hiện có thể kéo dài. Việc thực hiện công tác khảo sát địa kỹ thuật cần được thực hiện bởi các nhà thầu khảo sát có uy tín, có đủ năng lực, kinh nghiệm cũng như có đủ thiết bị khảo sát ngoài khơi. Tùy thuộc vào đặc điểm từng dự án, việc lên kế hoạch khảo sát, đưa ra số lượng và chủng loại thí nghiệm hiện trường và thí nghiệm trong phòng, luôn luôn cần có sự tư vấn của các chuyên gia địa kỹ thuật ngoài khơi từ trước, trong và sau khi khảo sát (diễn giải số liệu thí nghiệm).

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Công tác khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật là một yêu cầu quan trọng cần triển khai trong suốt quá trình phát triển dự án điện gió ngoài khơi từ giai đoạn Nghiên cứu khả thi đến Thiết kế bản vẽ thi công và giai đoạn thi công lắp đặt. Mức độ khảo sát và độ chi tiết khảo sát cần bám theo tiến độ phát triển dự án để tiến hành một cách phù hợp, không nên tiến hành khảo sát một lần cho toàn bộ các giai đoạn phát triển của dự án.

Từ thực tế công tác khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật cho một số dự án điện gió ven bờ và ngoài khơi tại Việt Nam, có thể nhận thấy rằng công tác này hiện chưa được quan tâm đúng mức so với tầm quan trọng của nó. Việc thiết kế công trình điện gió với bộ số liệu địa chất không tương thích với các lý thuyết tính toán và khuyến nghị của các tiêu chuẩn quốc tế hiện hành tiềm ẩn một số rủi ro đến trạng thái làm việc của kết cấu như độ bền cục bộ, độ bền mỏi, cũng như trạng thái giới hạn sử dụng, độ cứng yêu cầu của móng và tần số dao động riêng kết cấu chân đế. Kết cấu chân đế và móng có thể không đủ hoặc có thể rất dư so với yêu cầu, dẫn đến không đảm bảo ổn định khi tuabin hoạt động, hoặc gây lãng phí về vật liệu do khối lượng sản xuất trụ là rất lớn, thậm chí có thể tiềm ẩn rủi ro trong quá trình thi công và vận hành về sau.

Nếu nhìn một cách trực tiếp vào chi phí tuyệt đối cần thiết để khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật cho một dự án điện gió ngoài khơi, đây là một chi phí lớn so với một dự án công nghiệp ở trên bờ. Tuy nhiên, nếu đặt trong tổng thể chi phí phát triển xây dựng một dự án, chi phí khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật chiếm một phần khá nhỏ nhưng chất lượng khảo sát không đảm bảo có thể ảnh hưởng lớn đến tổng thể tiến độ thiết kế và thi công toàn bộ công trình.

Bài báo đã cố gắng tóm lược tinh thần cơ bản nhất về khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật của một dự án điện gió ngoài khơi hiện đang được triển khai trên thế giới. Do gói gọn trong một bài giới thiệu nên nhiều thuật ngữ chuyên ngành, khái niệm chưa được chú giải một cách chi tiết, cặn kẽ. Nhóm tác giả mong muốn đem đến một cái nhìn sơ lược, tổng quan nhất về các công việc cần làm trong việc khảo sát

này. Các yêu cầu cụ thể hơn, bạn đọc có thể tham khảo các tài liệu chuyên ngành liên quan để biết thêm chi tiết.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] ISO, 19901-8:2014 Petroleum And Natural Gas Industries - Specific Requirements For Offshore Structures, In Part 8: Marine Soil Investigations. 2014.
- [2] ISO, 19901-10:2021 Petroleum And Natural Gas Industries - Specific Requirements For Offshore Structures - Part 10: Marine Geophysical Investigations. 2021.
- [3] DNV-RP-C212, Offshore soil mechanics and geotechnical engineering. 2019.
- [4] CFMS, Recommendations for planning and designing foundations of offshore wind turbines. 2020.
- [5] ISSMGE, Geotechnical & Geophysical investigations for offshore and nearshore developments. 2005.
- [6] Bộ Công Thương, Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050 (Quy hoạch điện VIII). 2023.
- [7] Associates, B. Wind farm costs -Guide to an offshore wind farm. 2022 [cited 2023 15th February]; Available from: <https://guidetoanoffshorewindfarm.com/wind-farm-costs>.
- [8] Muir Wood, A. and P. Knight. Site Investigation and geotechnical design strategy for offshore wind development. in Proceedings of the 18th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. 2013. Paris.
- [9] Ung, A. Yunlin Project Delayed by Lost Monopile. 2021 [cited 2023 15th February]; Available from: https://unredacted.biz/en_us/news/yunlin-project-delayed-by-lost-monopile/.
- [10] Watt, R., A. Lee, and D. Sniekus. Saipem woe as 'soil and foundations' issues hit work on North Sea wind farm installation. 2021; Available from: https://www.upstreamonline.com/energy-transition/saipem-woe-as-soil-and-foundations-issues-hit-work-on-north-sea-wind-farm-installation/2-1-971065?zephrr_sso_ott=G2Kc1c.
- [11] API, ANSI/API Recommended Practice -API 2GEO - Geotechnical and Foundation design considerations 2014.
- [12] ISO, 19901-4:2016 Petroleum and natural gas industries - Specific requirements for offshore structures, in Part 4: Geotechnical and foundation design considerations. 2016.
- [13] DNVGL-ST-0126, Support structures for wind turbines. 2018.
- [14] Arany, L., et al., Design of monopiles for offshore wind turbines in 10 steps. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 2017. 92: p. 126-152.
- [15] Federal Maritime and Hydrographic Agency of Germany, Standard Ground Investigation. Hamburg and Rostock 2014.
- [16] DNVGL-ST-0145, Offshore substations. 2016.
- [17] TCVN 9398:2012 Công tác trắc địa trong xây dựng công trình - Yêu cầu chung. 2012.
- [18] 96 TCN 43-90 Quy phạm đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ 1/500 - 1/1000 - 1/2000 - 1/5000. 1989.
- [19] TCVN 10336:2015 Khảo sát độ sâu trong lĩnh vực hàng hải - Yêu cầu kỹ thuật 2015.
- [20] EVN, Qui định về công tác khảo sát phục vụ thiết kế các công trình điện áp dụng trong Tập đoàn Điện lực Quốc gia Việt Nam. 2018.
- [21] GEBCO. The General Bathymetric Chart of the Oceans, <https://www.gebco.net>.
- [22] TCVN 4419:1987 Khảo sát xây dựng - Nguyên tắc cơ bản 1987.
- [23] TCVN 9437:2012 Khoan thăm dò địa chất công trình. 2012.
- [24] 22 TCN 260:2000 Quy trình khảo sát địa chất công trình các công trình đường thủy. 2000.
- [25] TCVN 9351:2012 Đất xây dựng - Phương pháp thí nghiệm hiện trường - Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn. 2012.
- [26] TCVN 9153:2012 Đất xây dựng - Phương pháp chỉnh lý kết quả thí nghiệm mẫu đất. 2012.