

**TỔNG BIÊN TẬP**  
**NGUYỄN VĂN HƯƠNG**  
Điện thoại: 0913.54.55.66  
Email: nguyenvanhuong.tcgt@gmail.com

**P. TỔNG BIÊN TẬP**  
**NGUYỄN THANH HOA**  
Điện thoại: 0913.308.700  
Email: hoatcgtvt@gmail.com

**HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP**  
GS. TSKH. LÃ NGỌC KHUÊ; GS. TSKH. NGUYỄN NGỌC HUỆ;  
GS. TS. LƯƠNG CÔNG NHỚ; GS. TS. PHẠM HUY KHANG;  
GS. TS. NGUYỄN NGỌC LONG; GS. TS. ĐÀO VĂN ĐỒNG;  
GS. TS. PHẠM KỶ QUANG; PGS. TS. TỐNG TRẦN TÙNG;  
PGS. TS. TRẦN ĐẮC SỬ; PGS. TS. PHẠM XUÂN DƯƠNG;  
PGS. TS. NGUYỄN THANH CHUÔNG; PGS. TS. HOÀNG HÀ;  
PGS. TS. PHẠM DUY HÒA; PGS. TS. HOÀNG TÙNG; PGS.  
TS. NGUYỄN VĂN HÙNG; PGS. TS. NGUYỄN HỒNG THÁI;  
PGS. TS. NGUYỄN QUANG PHÚC; PGS. TS. NGUYỄN THỊ  
TUYẾT TRINH; PGS. TS. NGUYỄN HOÀNG LONG; PGS. TS.  
NGUYỄN THANH SANG; PGS. TS. NGUYỄN THANH SƠN;  
TS. NGUYỄN XUÂN SANG; TS. TRẦN ĐOÀN THỌ; TS. LÝ  
HUY TUẤN; TS. NGUYỄN NGỌC LONG; TS. PHẠM CÔNG  
TRINH; TS. TRẦN BẢO NGỌC; TS. KHUẤT VIỆT HÙNG; TS.  
VŨ HỒNG TRƯỜNG; TS. NGUYỄN XUÂN CƯỜNG; TS. LÊ  
ĐỖ MƯỜI; TS. BÙI THIÊN THU; TS. NGUYỄN VĂN BÌNH;  
TS. NGUYỄN VĂN THÀNH; TS. PHẠM HOÀI CHUNG; TS.  
NGUYỄN VĂN TÚC; ThS. LÂM VĂN HOÀNG; ThS. HOÀNG  
HỒNG GIANG.

**TÒA SOẠN**  
106 Thái Thịnh - Đống Đa - Hà Nội

#### PHÒNG HÀNH CHÍNH TRỊ SỰ VÀ TRUYỀN THÔNG

**Hành chính Trị sự**  
Điện thoại: (024) 3942.6389  
Fax: (024) 3822.1153  
Email: tapchigiaothong1960@gmail.com

**Truyền thông**  
Điện thoại: (024) 3822.0392  
Email: phongtruyenthong.gtv@gmail.com

#### PHÒNG THƯ KÝ - BIÊN TẬP VÀ PHÒNG VIÊN THƯỜNG TRÚ

**Thư ký - Biên tập**  
Điện thoại: (024) 3942.0744  
Email: phongtkts.gtv@gmail.com

**Văn phòng Phóng viên**  
**Thường trú miền Trung và Tây Nguyên**  
16 Lý Tự Trọng, quận Hải Châu, TP. Đà Nẵng  
Điện thoại: 0914.228.918

**Văn phòng Phóng viên**  
**Thường trú miền Nam**  
17A Hồng Hà, quận Tân Bình, TP. Hồ Chí Minh

**PHÒNG PHÓNG VIÊN - TẠP CHÍ ĐIỆN TỬ**  
Điện thoại: (024) 3942.8737  
Email: phongpv.gtv@gmail.com

**Giấy phép** số 465/GP-BTTTT  
do Bộ Thông tin và Truyền thông cấp ngày  
26/09/2022

**Tài khoản:** Tạp chí Giao thông vận tải 118000001700  
- Ngân hàng Thương mại Cổ phần Công thương Việt  
Nam  
- Chi nhánh TP. Hà Nội

**Mã số thuế:** 0100104098

**Chế bản** tại Tạp chí GTVT; In tại Công ty CP In  
Khoa học công nghệ Hà Nội

**Bìa 1:** Bước đột phá mới ngành Giao thông vận tải  
Trình bày bìa: Sinh Nguyễn



# GIAO THÔNG

## TRANSPORT MAGAZINE

**vận tải**

# Mục lục

**CONTENTS** **THÁNG 8** **(NĂM THỨ 64)**

- 04** Hoàn thiện thể chế, hỗ trợ tốt hơn doanh nghiệp và người dân  
Improving institutions to better support businesses and people **VŨ THÀNH**
- 06** Đường bộ “điểm sáng” chuyển đổi số  
Highways - a “bright spot” to serve digital transformation **KHÁNH LÊ**
- 08** Vận chuyển container “đánh thức” cảng nội địa  
Container shipping “awakens” the domestic ports **HUY LỘC**
- 10** Cảng biển “lót ổ” đón đại bàng  
Seaports to “build a nest to welcome the eagles” **MINH THÀNH**
- 12** Thích ứng nhanh, hàng không ngoạn mục chuyển lỗ thành lãi  
Adapting quickly, airlines spectacularly turn loss into profit **BÌNH MINH**
- 14** Đường sắt tìm thấy “chìa khóa” mở cửa tăng trưởng  
The railways find “the key” to the development door **HUY LỘC - MINH TÙNG**
- 16** Hóa trang mặt phục khắc chế tài xế “ma men” ở Hà Nội  
Camouflaging and secretly ambushing to control “drunk” drivers in Hanoi **VĂN HUỆ**
- 18** Cầu cạn thi công nhanh có là giải pháp phù hợp với đồng bằng sông Cửu Long?  
A quickly erected viaduct: a possible solution for the Mekong Delta?  
**TS. NGÔ CHÂU PHƯƠNG; ThS. ĐỖ THÀNH HIẾU**
- 23** Review of the Pullout Behavior of Shape Memory Alloy Fiber embedded in Cementitious Mortar  
**Dr. HO VINH HA; Dr. HO XUAN BA**
- 27** Nghiên cứu thực nghiệm đánh giá không phá hủy kết cấu bê tông bằng thiết bị GPR-Noggin 1000  
Experimental study for non-destructive evaluation concrete structure using GPR-Noggin 1000 equipment  
**TS. MAI TIẾN CHINH**
- 32** Đánh giá khả năng sử dụng cấp phối thiên nhiên gia cố xi măng kết hợp phụ gia TS để làm móng đường ô tô ở tỉnh Đắk Lắk  
Research on the possibility of using natural aggregate reinforced with cement combined with TS additives for road foundation construction in Đắk Lắk province  
**PGS. TS. NGUYỄN VĂN LONG; KS. TRẦN QUANG THÁI**  
**TS. NGUYỄN TUẤN ANH; ThS. NGUYỄN ĐÌNH MẬU**
- 36** Đánh giá mức độ suy giảm sức chịu tải của móng cọc đặt trong nền đất nhạy cảm với động đất, lấy ví dụ tại khu vực ven biển tỉnh Quảng Bình  
Research on the level of load-bearing capacity reduction of earthquake-sensitive foundations: A case study example in the coastal area of Quảng Bình province  
**TS. PHÍ HỒNG THỊNH; TS. NGUYỄN VĂN PHONG**
- 41** Nghiên cứu nền tảng môi trường dữ liệu chung (CDE) cho các dự án xây dựng công trình giao thông áp dụng BIM tại Việt Nam  
Research on establishing a Common Data Environment (CDE) for construction projects applying BIM protocol in Vietnam  
**TS. HOÀNG THÙY LINH; ThS. PHẠM VĂN BÁCH**
- 45** Nghiên cứu thực nghiệm đánh giá hiệu quả bảo vệ chống ăn mòn cốt thép trong bê tông của bê tông cốt lưới dệt sợi carbon  
Experimental study on evaluation of the effectiveness of using carbon fiber mesh concrete for prevention of corrosion of steel reinforcement in concrete  
**ThS. ĐÌNH HỮU TÀI; KS. BÙI QUANG TUẤN**
- 49** Xác định tần số dao động tự nhiên phân đoạn bến cầu tàu tại khu vực Hải Phòng dùng cho phương pháp xung kích động  
Determining the natural vibration frequency of the wharf area of Hai Phong port for the shock pulse method  
**PGS. TS. NGUYỄN THỊ BẠCH DƯƠNG; KS. PHẠM THÀNH ĐẠT**

# Mục lục

## CONTENTS

### THÁNG 8 (NĂM THỨ 64)

- 53 Chế tạo và đánh giá khả năng chống ăn mòn của lớp phủ nano composite nền epoxy gia cường bột ZnO và MWCNT cho thép Q235  
Preparation and Corrosion Resistance of Epoxy Nanocomposites Added ZnO Nanoparticles and MWCNT in Coating on Q235 Steel  
TS. BUI QUỐC BÌNH; ThS. LÊ THỊ LỆ
- 57 Phân loại dự án đầu tư hạ tầng giao thông theo tiêu chí môi trường phục vụ công tác đánh giá tác động môi trường  
Categorizing transport infrastructure investment projects by the environment criteria for evaluating the environmental impacts  
TS. NGÔ QUANG DUY; ThS. NGUYỄN VIỆT CƯỜNG
- 61 Đánh giá sự thay đổi của đất xây dựng ở TP. Hồ Chí Minh trước, trong và sau dịch Covid-19 sử dụng Google Earth Engine và Machine Learning  
Analysing the changes of construction land in Ho Chi Minh City before, during and after the Covid-19 epidemic by using Google Earth Engine and Machine Learning  
ThS. NGUYỄN THỊ HẢI YẾN  
TS. NGUYỄN HÀ TRANG  
PHẠM LÊ CÔNG HOÀNG
- 65 Nghiên cứu ứng dụng thuật toán Cá Voi cho tính toán tối ưu khung giàn thép trong điều kiện về mất ổn định  
Research on the application of whale algorithm to optimise steel truss problems subjected to buckling conditions  
TS. VŨ HỮU TRƯỜNG
- 69 Nghiên cứu đánh giá rủi ro khi áp dụng mô hình thông tin công trình (BIM) đối với các công trình xây dựng tại Việt Nam  
Research on risk assessment when applying building information modeling (BIM) to construction projects in Vietnam  
ThS. NGUYỄN MINH ĐỨC
- 73 Phân tích thực trạng tai nạn giao thông đường bộ ở Việt Nam  
Analysis of the situation of road traffic accidents in Vietnam  
ThS. NCS. HỒ TRỌNG DU  
TS. NGUYỄN VĂN TRẠNG  
PGS. TS. LÝ HÙNG ANH
- 77 Nghiên cứu đề xuất mô hình phát triển bền vững cho cảng Nam Định Vũ  
A study on proposing a sustainable development model for Nam Định Vũ port  
TS. NGUYỄN THANH SƠN; ĐỒNG THỊ THANH THẢO  
ThS. TRẦN LÊ THU TRANG; PGS. TS. PHAN VĂN HÙNG
- 81 Ứng dụng điều khiển bền vững cho hệ thống chống lật chủ động để tăng độ ổn định cho xe hạng nặng  
Applying robust control for active anti-roll bar control to improve roll stability of heavy vehicles  
ThS. HÀ TRUNG BÌNH
- 85 Đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến phản lực gối đỡ hệ trục tàu thủy: Tính toán biểu tượng gặp phương pháp số  
Evaluation of factors affecting the reaction force of a ship's shaft system: Symbolic computation vs numerical method  
TS. CAO ĐỨC THIỆP  
ThS. LÊ ĐÌNH DŨNG  
ThS. BUI THỊ HẰNG
- 89 Nghiên cứu xác định hướng đi và tốc độ an toàn cho tàu nhằm đảm bảo phòng ngừa đâm va cho tàu thuyền trong điều kiện thời tiết xấu thông qua hệ thống nhận dạng tự động AIS  
Research to determine safe direction and speed for vessels to ensure collision prevention for vessels in bad weather conditions throughais automatic identification system  
TS. NGUYỄN XUÂN LONG; TS. LƯƠNG TÚ NAM  
ThS. NGUYỄN PHƯƠNG LÂM; KS. LÊ VĂN TẤN
- 93 Nghiên cứu thiết kế thiết bị ước lượng tuổi thọ của pin lithium  
Research on designing the devices to estimate lithium battery life  
TS. NGUYỄN VĂN TIẾN
- 96 Thiết kế bộ điều khiển fuzzy thực hiện điều khiển hướng cho AUV  
Design fuzzy controller to perform heading control for an AUV  
TS. ĐỖ KHẮC TIẾP; ThS. TÓNG LÂM TÙNG  
ThS. LÊ VĂN TÂM
- 100 Nghiên cứu thiết kế hình dạng tuabin thủy triều dạng trục ngang bằng lý thuyết BEMT và mô phỏng CFD  
Study on designing the shape of a horizontal-axis tidal turbine using BEMT theory and CFD simulation method  
TS. PHẠM MINH NGỌC
- 104 Nghiên cứu xác định lực căng cáp lớn nhất của gầu cạp barrette trong quá trình đào đất  
Research to determine the maximum cable tension force of barrette grab bucket during soil digging process  
TS. NGUYỄN VĂN THUYỀN
- 108 Ứng dụng plaxis 3D trong phân tích công trình bến cừ trước cầu sau  
Application of plaxis 3D in analyses of the open-type quay with front sheet pile wall  
PGS. TS. LÊ THỊ HƯƠNG GIANG
- 112 Nghiên cứu chế tạo thiết bị chẩn đoán hư hỏng vòi phun dầu điện tử  
A study on creating devices for diagnosing electronic oil nozzle damage  
ThS. HUỖNH CHÍ TUYẾT; KS. TRẦN BẢO HOÀNG  
KS. ĐOÀN DUY NHẢ; TS. BUI THỨC MINH  
PGS. TS. NGUYỄN VĂN THUẬN; TS. PHẠM ĐÌNH TRUNG
- 115 Ảnh hưởng của tốc độ cắt đến độ nhám bề mặt khi phay hợp kim nhôm trên máy CNC  
The influence of cutting speed on surface roughness when milling aluminium alloy on CNC machines  
TS. NGUYỄN THỊ THU LÊ
- 119 Mô phỏng hệ thống động lực đẩy hàng hải hybrid ứng dụng trên tàu lai dầu chạy điện  
Simulation of hybrid marine propulsion system applied on electric toughships  
ThS. ĐẶNG ĐÌNH PHÚC; ThS. HỨA XUÂN LONG  
PGS. TS. VƯƠNG ĐỨC PHÚC
- 123 Nghiên cứu lựa chọn nhiên liệu thay thế cho động cơ tàu thủy bằng phương pháp SWOT-AHP  
Selection of alternative fuels for marine engines using SWOT-AHP  
TS. PHẠM VĂN VIỆT; TS. PHAN TRUNG KIẾN  
ThS. HOÀNG ĐỨC TUẤN
- 127 Thiết kế hệ thống quản lý năng lượng lưới điện siêu nhỏ trên tàu tích hợp các nguồn năng lượng tái tạo  
Design of a shipboard microgrid energy management system integrating renewable energy sources  
ThS. NGUYỄN THANH VÂN; PGS. TS. ĐÌNH ANH TUẤN  
ThS. NGUYỄN VĂN HÙNG
- 130 Nghiên cứu phát triển sợi quang tán sắc dịch chuyển khác không với độ dốc phân tán cực thấp  
Research on developing non-zero dispersion shifted fiber with ultra-low dispersion slope  
ThS. NGÔ XUÂN HƯỜNG
- 133 Nghiên cứu đặc tính làm việc và phát thải của động cơ xăng khi chuyển sang sử dụng nhiên liệu ammonia (NH<sub>3</sub>)  
Research on performance and emission characteristics of gasoline engine when switching to ammonia (NH<sub>3</sub>) fuel  
ThS. VŨ XUÂN DẬU; ThS. BUI QUỐC HUY  
TS. PHẠM VĂN GIANG; TS. TRỊNH XUÂN PHONG

## **Phát huy truyền thống đi trước mở đường, tiếp tục đổi mới, quyết liệt cải cách vì sự hài lòng hơn của người dân và doanh nghiệp**

- 137** Nghiên cứu phát triển phương pháp phân tích chẩn đoán rung động trong giám sát hư hỏng mối hàn cấu trúc thành mỏng thân tàu  
Research and development of vibration diagnostic analysis method in monitoring damage to welded joints in thin-walled ship structures  
**TS. ĐỖ VĂN ĐOÀN; TS. NGUYỄN VĂN HẢI  
TS. ĐỖ THỊ HIỀN**
- 141** Xây dựng kế hoạch quản lý rủi ro gây mất an toàn thông tin trong giai đoạn chuyển đổi số cảng biển Việt Nam  
Developing a risk management plan to prevent poor information insecurity during the digital transformation period of Vietnam's seaports  
**ThS. PHAN MINH TIẾN; ThS. HỒ THỊ THU LAN**
- 145** Nghiên cứu xây dựng quang cảnh 3D cảng biển bằng phần mềm Unity  
Research on the construction of a 3D seaport scene using Unity  
**ThS. ĐỖ TRUNG KIẾN; TS. ĐỖ VĂN CƯỜNG**
- 149** Áp dụng UAV và trí tuệ nhân tạo trong kiểm tra cầu đường bộ  
Application of UAV and artificial intelligence in bridge inspection  
**ThS. PHẠM TRUNG MINH; TS. NGUYỄN TRỌNG ĐỨC  
TS. NGUYỄN CẢNH TOÀN**
- 152** Nghiên cứu đề xuất hướng tiếp cận tự động hóa điều khiển dây buộc tàu  
A study on an approach for establishing the automatic system for ship mooring control  
**ThS. PHẠM QUANG THỦY; PGS. TS. NGUYỄN VĂN SƯỞNG**
- 154** Nghiên cứu tự động hóa quy trình tính toán, xác định mực nước chạy tàu trong thiết kế luồng tàu biển  
Research into automating the process of calculating and determining the navigable water level of ship in the marine channel design  
**PGS. TS. TRẦN KHÁNH TOÀN**
- 158** Công nghệ mô phỏng các tình huống điều động trong ngành Hàng hải áp dụng cho đội tàu biển Việt Nam  
Technology to simulate maneuvering situation in the maritime industry applied to the Vietnamese fleet  
**ThS. NGUYỄN THÀNH TRUNG; ThS. TRƯƠNG MINH HẢI**
- 162** Đánh giá các yếu tố tác động đến ý định mua xe điện dựa trên mô hình TPB-ABC  
Assessing the factors influencing the intention to purchase electric motorcycles based on the TPB-ABC model  
**ThS. HUỖNH TẤN PHONG; HUỖNH THỊ MỸ DUYỀN  
MÃ THỊ MẠI ĐÌNH; ThS. NCS. NGUYỄN THỊ LỆ THỦY**
- 166** Nghiên cứu thiết lập chuẩn định dạng dữ liệu trao đổi điện tử EDI (Electronic Data Interchange) với hãng tàu tại hệ thống cảng biển khu vực Hải Phòng  
Research on establishing EDI (Electronic Data Interchange) format standards with shipping lines at Hải Phòng seaport system  
**TS. ĐỖ THỊ MINH HOÀNG; ThS. PHAN MINH TIẾN**
- 170** Tính toán tham số sóng phục vụ thiết kế luồng vào bến cá Cống Họng - Hải Phòng  
Calculation of wave parameters for the design of access channel to Cong Hong wharf of Hai Phong City  
**TS. TRẦN LONG GIANG**
- 174** Quản lý các rủi ro gây mất an toàn thông tin khi sử dụng hệ thống cảng điện tử Eport trong hoạt động giao nhận hàng container tại cảng biển khu vực Hải Phòng  
Risk management to prevent poor information security when using the Eport electronic port system in container terminal operations at the Hải Phòng seaport region  
**ThS. PHAN MINH TIẾN; ThS. HỒ THỊ THU LAN**
- 178** Nghiên cứu đánh giá rủi ro gây tai nạn và tác động môi trường từ hoạt động khai thác hàng nguy hiểm tại hệ thống cảng container khu vực Hải Phòng  
Finding risk and accident caused by operating hazardous cargo to environment: Case study of Haiphong seaport system  
**ThS. HUỖNH TẮT MINH  
TS. PHẠM THỊ HẰNG NGÀ**
- 182** Giải pháp hoàn thiện công tác quản lý bảo vệ môi trường tại Cảng Hàng không quốc tế Tân Sơn Nhất trong bối cảnh mới  
Solutions to complete environmental protection management at Tan Son Nhat International airport in the new context  
**TS. ĐÌNH QUANG TOÀN  
CN. TRẦN XUÂN TRƯỞNG**
- 186** Nghiên cứu nâng cao chất lượng dịch vụ cho hoạt động khai thác cảng nước sâu tại khu vực Lạch Huyện, Hải Phòng  
Research on enhancing the quality of service for deep-sea port operation activities in Lạch Huyện, Hải Phòng  
**ThS. PHẠM TRUNG KIẾN  
ThS. NGUYỄN THỊ HƯỜNG**
- 189** Nghiên cứu xây dựng lộ trình hoạt động quản lý và thu phí sử dụng vỉa hè phục vụ mục đích kinh doanh hướng tới phát triển kinh tế vỉa hè tại Việt Nam  
Research in developing a roadmap for sidewalk management and sidewalk fee for business purposes toward sidewalk business development in Viet Nam  
**KS. VŨ TRỌNG ANH; TS. ĐÌNH TRỌNG HÙNG**
- 193** Nghiên cứu áp dụng hệ thống cổng thông tin trao đổi dữ liệu (Port Community System) cho khu vực cảng Lạch Huyện, Hải Phòng  
Finding solution for applying Port Community System: Case study of Vietnam seaport system  
**TS. ĐỖ THỊ MINH HOÀNG  
ThS. PHAN MINH TIẾN**
- 197** Tác động của yếu tố phương tiện đến khối lượng hàng hóa vận chuyển của đội tàu quốc gia  
The impact of the transportation mode on the volume of cargo carried by the national fleet  
**TS. VƯƠNG THU GIANG**
- 200** Nghiên cứu nâng cao chất lượng dịch vụ hệ thống các bến cảng container tại khu vực Lạch Huyện thông qua việc ứng dụng công nghệ thông tin  
Research on improving service quality of the container terminal system in Lạch Huyện area by applying information technology  
**ThS. PHẠM TRUNG KIẾN  
ThS. NGUYỄN THỊ HƯỜNG**
- 204** Tác động của các biện pháp cắt giảm phát thải khí nhà kính trong ngành Giao thông vận tải đến việc làm xanh  
Impacts of measures to mitigate greenhouse gas emissions in the transport sector on green work  
**ThS. NGUYỄN THỊ PHƯƠNG HIỀN  
KS. NGUYỄN HÙNG CƯỜNG  
ThS. CAO THỊ THU HƯƠNG  
TS. PHẠM NGỌC TOÀN  
ThS. NGUYỄN VĂN NGHĨA**

**TỪ TRANG 208 ĐẾN 220 LÀ CÁC BÀI VIẾT CỦA CÁC CHUYÊN MỤC:**

Môi trường, Quốc tế, Chuyên đề.

# Đánh giá mức độ suy giảm sức chịu tải của móng cọc đặt trong nền đất nhạy cảm với động đất, lấy ví dụ tại khu vực ven biển tỉnh Quảng Bình

■ **TS. PHÍ HỒNG THỊNH<sup>(\*)</sup>**

*Trường Đại học Giao thông vận tải*

■ **TS. NGUYỄN VĂN PHÓNG**

*Trường Đại học Mở - Địa chất*

Email: <sup>(\*)</sup>thinhph@utc.edu.vn

**TÓM TẮT:** Khi động đất, đất nền có nguy cơ bị hóa lỏng, sức chịu tải của móng cọc suy giảm. Mức độ suy giảm sức chịu tải của móng cọc đặt trong nền đất nhạy cảm với động đất là một vấn đề cần được quan tâm, xem xét trong quá trình thiết kế nền móng công trình. Bài báo trình bày cơ sở lý thuyết và phương pháp đánh giá mức độ suy giảm sức chịu tải của móng cọc đặt trong nền đất nhạy cảm với động đất thông qua tỷ số áp lực nước lỗ rỗng, hệ số bền, góc ma sát trong của đất nền, đồng thời đề xuất sử dụng hệ số bền xác định các hệ số giảm yếu trong tính toán sức chịu tải của móng cọc. Áp dụng phương pháp đánh giá mức độ suy giảm sức chịu tải của móng cọc tháp điện gió tại khu vực ven biển tỉnh Quảng Bình khi động đất cho thấy, mức độ suy giảm sức chịu tải của móng cọc từ 4,9% đến 14,3% tương ứng với độ sâu đặt mũi cọc từ 30 m đến 15 m.

**TỪ KHÓA:** Động đất, hệ số bền, hệ số giảm yếu, Quảng Bình, sức chịu tải của móng cọc.

**ABSTRACT:** During an earthquake, there is a risk of liquefaction in the subsoil and the bearing capacity of pile foundations decreases. The level of bearing capacity reduction of pile foundations placed in the earthquake-sensitive subsoil is an issue that needs to be considered in the design process of foundations. This paper presents theoretical basics and a method for assessing the reduction in the bearing capacity of pile foundations in earthquake-sensitive subsoil through the pore water pressure ratio ( $R_u$ ), the durability ratio, the internal friction angle of the soil and proposes the use of the durability ratio to determine the attenuation coefficients in calculating the bearing capacity of pile foundations. Assessment of the reduction in bearing capacity of wind turbine pile foundations in the coastal region of Quang Binh province during earthquakes shows that the level of bearing

capacity reduction of pile foundations ranges from 4.9% to 14.3% corresponding to a pile tip depth of 30 m to 15 m.

**KEYWORDS:** Earthquake, durability ratio, attenuation coefficient, Quang Binh province, bearing capacity of pile foundation.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bài học từ sự tàn phá khủng khiếp trong trận động đất xảy ra tại Thổ Nhĩ Kỳ và Syria vào năm 2023 đã đặt ra cho các nước trong đó có Việt Nam cần có những nghiên cứu sâu hơn về các tai biến liên quan đến động đất, từ đó có giải pháp ứng phó phù hợp. Việc tính toán thiết kế móng tại khu vực tồn tại các loại đất nhạy cảm với động đất, ngoài đánh giá nguy cơ hóa lỏng còn phải đánh giá mức độ suy giảm sức chịu tải của móng, trong đó có móng cọc.

Khi xảy ra động đất, áp lực nước lỗ rỗng trong đất nền tăng lên, phần gia tăng này gọi là áp lực nước lỗ rỗng dư ( $\Delta U$ ). Sự xuất hiện áp lực nước lỗ rỗng dư làm giảm ứng suất hiệu quả ( $\sigma'$ ) kéo theo độ bền chống cắt của đất nền và sức chịu tải của móng suy giảm. Trên thế giới đã có một số tác giả nghiên cứu về mức độ suy giảm độ bền chống cắt của đất do áp lực nước lỗ rỗng dư và ảnh hưởng của nó đến khả năng chịu tải của đất nền như Lu Q.Y. và Li Z.W. (2015). Tại Việt Nam đã có một số nghiên cứu về khả năng hóa lỏng và đặc điểm gia tăng áp lực nước lỗ rỗng trong cát bão hòa khi chịu tải trọng động (N.V. Phóng, 2023); đánh giá sức chịu tải của nền cát hóa lỏng dưới móng bệ (V. Phán và N.Đ. Huy, 2016); tính toán sức chịu tải của cọc đơn có kể đến hóa lỏng của đất nền khi động đất (L.T. Hằng và T.H. Minh, 2015). Nhìn chung, các nghiên cứu đều cho thấy dưới tác dụng của tải trọng động nói chung, động đất nói riêng, áp lực nước lỗ rỗng sẽ gia tăng trong đất cát bão hòa, làm suy giảm độ bền chống cắt của đất và suy giảm sức chịu tải của móng.

Nội dung bài báo là trình bày cơ sở lý thuyết và phương pháp đánh giá mức độ suy giảm sức chịu tải của móng cọc đặt trong nền đất nhạy cảm với động đất, lấy ví dụ áp



dụng cho móng cọc tháp điện gió tại khu vực ven biển tỉnh Quảng Bình.

## 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

### 2.1. Sự suy giảm độ bền chống cắt của đất theo $R_u$

Động đất thường gây ra sự gia tăng đáng kể  $R_u$  trong đất bão hòa dẫn tới độ bền chống cắt của đất giảm. Để có cơ sở đánh giá định lượng sự suy giảm độ bền chống cắt của đất theo  $R_u$ , chúng ta xét định luật cu-lông:

$$\tau' = \sigma' \tan \varphi' + c' \quad (1)$$

Trong đó:

$\sigma'$  - Ứng suất pháp hiệu quả;

$\varphi'$  - Góc ma sát trong của đất tạo bởi ứng suất hiệu quả;

$c'$  - Lực dính đơn vị của đất tạo bởi ứng suất hiệu quả.

Trong trường hợp có tải trọng động, áp lực nước lỗ rỗng tăng một lượng là  $\Delta U$ , dẫn tới ứng suất pháp hiệu quả giảm một lượng tương ứng. Khi đó, độ bền chống cắt của đất ( $\tau'_{red}$ ) được viết lại như sau:

$$\tau'_{red} = (\sigma' - \Delta U) \tan \varphi' + c' \quad (2)$$

Chia biểu thức (2) cho biểu thức (1), và đặt  $I_{red} = \tau'_{red} / \tau'$  ta được:

$$I_{red} = \frac{\tau'_{red}}{\tau'} = 1 - \frac{\Delta U}{\sigma'} \left( \frac{1}{1 + \frac{c'}{\sigma' \tan \varphi'}} \right) \quad (3)$$

Với  $R_u = \Delta U / \sigma'$  và  $F = c' / \sigma' \tan \varphi'$ , thay vào biểu thức (3), ta có:

$$I_{red} = 1 - \frac{R_u}{(1+F)} \quad (4)$$

Với đất rời,  $F = 0$ , do đó biểu thức (4) trở thành:

$$I_{red} = 1 - R_u \quad (5)$$

Hệ số  $I_{red}$  biến đổi từ 1 đến 0. Khi  $I_{red} = 1$  hay  $R_u = 0$ , không có sự xuất hiện áp lực nước lỗ rỗng dư trong đất và độ bền chống cắt của đất không bị suy giảm ( $\tau'_{red} = \tau'$ ). Trường hợp  $R_u = 1$  hay  $I_{red} = 0$ , đất mất hẳn độ bền chống cắt và ở trạng thái hóa lỏng. Trong nhiều trường hợp, khi tỷ số ứng suất động CSR chưa đủ lớn hoặc thời gian tác động (số chu kỳ) chưa đủ lớn thì  $0 < I_{red} < 1$ , nghĩa là đất bị mất một phần độ bền. Như vậy,  $I_{red}$  phản ánh mức độ ổn định của đất với tải trọng động.  $I_{red}$  được gọi là hệ số bền.

Với đất loại cát, khi chịu tải trọng động,  $\tau'_d = \sigma' \tan \varphi'_{red}$  với  $\varphi'_{red}$  là góc ma sát trong của đất khi chịu tải trọng động, được xác định theo  $I_{red}$  như sau:

$$\tan \varphi'_{red} = I_{red} \tan \varphi' \text{ hay } \varphi'_{red} = \arctan(I_{red} \tan \varphi') \quad (6)$$

Độ bền của đất khi xét đến mức độ nhạy của đất với tải trọng động được xác định theo biểu thức:

$$\tau'_{red} = I_{red} \tau' \quad (7)$$

Biểu thức (7) được dùng làm cơ sở tính toán nền móng cho tháp điện gió có xét tới mức độ nhạy cảm của đất với tải trọng động.

### 2.2. Sức chịu tải của cọc có kể tới hệ số giảm yếu trong vùng động đất

Theo Tiêu chuẩn TCVN 10304:2014, sức chịu tải trọng nén của cọc ma sát được xác định bằng tổng sức kháng của đất dưới mũi cọc và trên thân cọc:

$$R_{c,u} = \gamma_c (\gamma_{eq} q_b A_b + u \sum \gamma_{cf} f_l) \quad (8)$$

Trong đó:  $\gamma_c$  - Hệ số điều kiện làm việc của cọc trong đất,  $\gamma_c = 1$ ;  $q_b$  - Cường độ sức kháng của đất dưới mũi cọc;

$u$  - Chu vi tiết diện ngang thân cọc;  $f_l$  - Cường độ sức kháng trung bình của lớp đất thứ  $i$  trên thân cọc;  $A_b$  - Diện tích cọc tựa lên đất;  $l_i$  - Chiều dài đoạn cọc nằm trong lớp đất thứ  $i$ ;  $\gamma_{eq}$  và  $\gamma_{cf}$  - Tương ứng là các hệ số điều kiện làm việc của đất dưới mũi và trên thân cọc có xét đến ảnh hưởng của phương pháp hạ cọc đến sức kháng của đất.

Khi thiết kế móng cọc trong vùng động đất hoặc có xét tới ảnh hưởng của tải động, các giá trị  $q_b$  và  $f_l$  cần nhân với các hệ số giảm yếu tương ứng là  $\gamma_{eq1}$  và  $\gamma_{eq2}$ . Khi đó, sức chịu tải của cọc được xác định theo biểu thức (9):

$$R'_{c,u} = \gamma_c (\gamma_{eq1} \gamma_{eq2} q_b A_b + \gamma_{eq2} u \sum \gamma_{cf} f_l) \quad (9)$$

Các hệ số giảm yếu được xác định biểu thức sau:

$$\gamma_{eq1} = \frac{q_{b(eq)}}{q_b} \quad (10)$$

$$\gamma_{eq2} = \frac{f_{i(eq)}}{f_i} \quad (11)$$

Trong đó:  $q_{b(eq)}$ ,  $f_{i(eq)}$  - Tương ứng là cường độ sức kháng đầu mũi và cường độ sức kháng bên có xét tới động đất.

Về mặt lý thuyết, cường độ sức kháng mũi của đất loại cát được xác định như sau:

$$q_b = \sigma'_1 N_q \quad (12)$$

$$q_{b(eq)} = \sigma'_1 N_{q(eq)} \quad (13)$$

$N_q$  và  $N_{q(eq)}$  tương ứng là các hệ số phụ thuộc vào góc ma sát trong  $\varphi$  và  $\varphi_{red}$  của đất, có thể tra bảng hoặc tính theo biểu thức:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi} \tan^2 (45^\circ + \frac{\varphi}{2}) \quad (14)$$

$$N_{q(eq)} = e^{\pi \tan \varphi_{red}} \tan^2 (45^\circ + \frac{\varphi_{red}}{2}) \quad (15)$$

Thay (12), (13) vào (10) ta được:

$$\gamma_{eq1} = \frac{N_{q(eq)}}{N_q} = \frac{e^{\pi \tan \varphi_{red}} \tan^2 (45^\circ + \frac{\varphi_{red}}{2})}{e^{\pi \tan \varphi} \tan^2 (45^\circ + \frac{\varphi}{2})} \quad (16)$$

Tiến hành thay biểu thức (5), (6) vào biểu thức (16) và biến đổi, ta được:

$$\gamma_{eq1} = e^{(I_{red}-1)\pi \tan \varphi} \cdot \frac{\tan^2 (45^\circ + \frac{\varphi_{red}}{2})}{\tan^2 (45^\circ + \frac{\varphi}{2})} \quad (17)$$

Cường độ sức kháng bên cho đất cát được xác định theo các biểu thức:

$$f_i = \sigma'_1 \tan \varphi \quad (18)$$

$$f_{i(eq)} = \sigma'_1 \tan \varphi_{red} \quad (19)$$

Do đó:

$$\gamma_{eq2} = \frac{f_{i(eq)}}{f_i} = \frac{\tan \varphi_{red}}{\tan \varphi} = I_{red} \quad (20)$$

Như vậy, với nền đất cát có thể sử dụng các biểu thức (17), (20) để xác định các hệ số giảm yếu  $\gamma_{eq1}$  và  $\gamma_{eq2}$  từ các chỉ tiêu  $I_{red}$  và  $\varphi_{red}$  nếu biết tỷ số áp lực nước lỗ rỗng  $R_u$  từ đó xác định được sức chịu tải của cọc theo (9).

### 2.3. Phương pháp xác định $R_u$ theo hệ số an toàn chống hóa lỏng ( $FS_L$ )

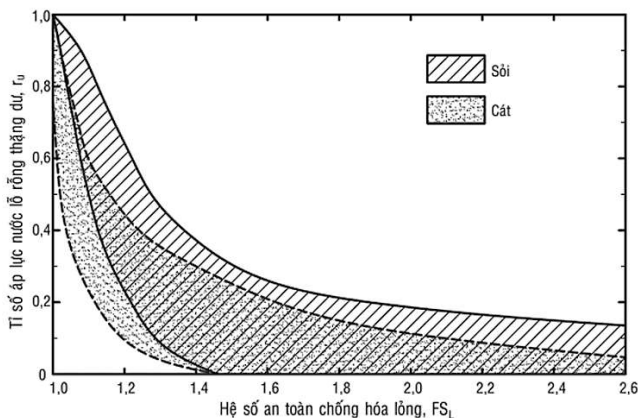
Hiện nay, có nhiều phương pháp xác định  $R_u$  như thí nghiệm ba trục động, cắt phẳng động hoặc theo hệ số an toàn chống hóa lỏng  $FS_L$ . Phương pháp dự tính  $R_u$  theo  $FS_L$  được sử dụng phổ biến do tính tiện lợi của nó. Khả năng hóa lỏng của cát bão hòa được đánh giá qua hệ số  $FS_L$ , khi

$FS_L \leq 1$ , đất bị hóa lỏng, đất nền mất sức chịu tải;  $FS_L > 1$  đất an toàn với hóa lỏng. Trường hợp  $FS_L > 1$  xảy ra khi điều kiện ứng suất, cường độ và thời gian tác dụng của tải trọng động chưa đủ gây ra hóa lỏng, nhưng vẫn làm phát sinh áp lực nước lỗ rỗng dư trong đất. Theo Dickenson và nnk (2002), có thể dự tính  $R_u$  theo  $FS_L$  như biểu đồ Hình 2.1. Theo đó, khi  $FS_L < 1,3$  thì  $R_u$  có mức độ gia tăng đáng kể, đạt tới trị số lớn nhất bằng 1 khi  $FS_L = 1$  (ngưỡng trạng thái hóa lỏng).  $FS_L$  càng lớn thì  $R_u$  càng giảm.

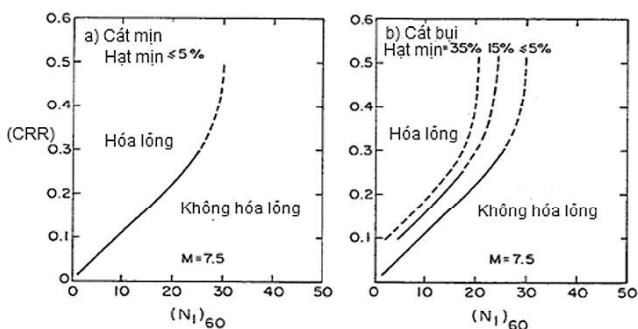
Để xác định  $R_u$  cần xác định  $FS_L$ . Hệ số  $FS_L$  bằng tỷ số giữa tỷ sức kháng hóa lỏng (CRR) với tỷ ứng suất động (CSR):

$$FS_L = \frac{CRR}{CSR} \quad (21)$$

CRR phụ thuộc vào loại cát, hàm lượng hạt mịn và độ chặt của cát, có thể được xác định bằng các liên hệ thực nghiệm với thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT), xuyên tĩnh có đo áp lực nước lỗ rỗng (CPTu) hoặc bằng thí nghiệm trực tiếp. Dựa vào trị số SPT ứng với 60% năng lượng của búa ( $N_1$ )<sub>60</sub>, Seed và Alba (1986) đã xây dựng biểu đồ cho phép xác định CRR tương ứng với cường độ động đất  $M = 7,5$  cho đất cát (theo hàm lượng hạt mịn) như Hình 2.2.



Hình 2.1: Quan hệ giữa  $FS_L$  với  $R_u$  của đất cát và sỏi (Dickenson và nnk, 2002)



Hình 2.2: Quan hệ giữa CRR với  $(N_1)_{60}$  (Seed và Alba, 1986)

CSR là tỷ số giữa ứng suất cắt động gây ra bởi động đất với ứng suất địa tầng hiệu quả, được xác định theo Seed và Idriss (1971):

$$CSR = 0,65 \left( \frac{a_g}{g} \right) r_d \left( \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \right) \quad (22)$$

Trong đó,  $a_g$  - Đỉnh gia tốc nền được xác định theo

bảng phân vùng nhỏ động đất;  $r_d$  - Hệ số điều chỉnh theo độ sâu,  $r_d = 1 - 0,012z$ , với  $z$  - Độ sâu (m);  $\sigma_{vo}$  - Áp lực địa tầng tổng.

Như vậy, có thể sử dụng kết quả thí nghiệm SPT để xác định CRR theo biểu đồ Hình 2.2, kết hợp với các biểu thức (21), (22) sẽ xác định được  $FS_L$ , từ đó xác định  $R_u$ . Trị số  $R_u$  được sử dụng để xác định hệ số bền  $I_{red}$  và góc ma sát trong của đất khi chịu tải trọng động  $j_{red}$ , từ đó xác định được các hệ số giảm yếu theo biểu thức (17) và (20).

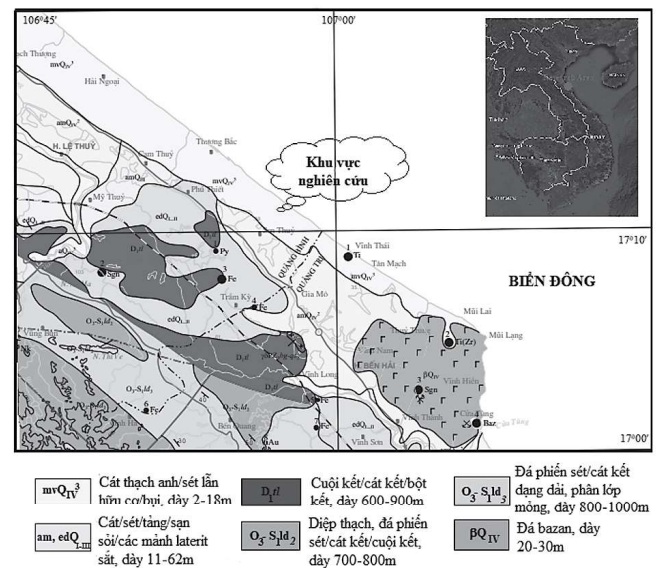
### 3. TÍNH TOÁN CHO MÓNG CỌC THÁP ĐIỆN GIÓ TẠI KHU VỰC VEN BIỂN TỈNH QUẢNG BÌNH

#### 3.1. Đặc điểm địa chất công trình khu vực nghiên cứu

Cụm trang trại điện gió B&T được xây dựng tại huyện Quảng Ninh và Lệ Thủy, tỉnh Quảng Bình (Hình 3.1) gồm 60 tháp điện gió, công suất 4,2 MW/tháp. Căn cứ vào kết quả khảo sát địa kỹ thuật do Phân viện Khoa học công nghệ xây dựng miền Nam thực hiện năm 2020, địa tầng khu vực nghiên cứu gồm các lớp đất đá từ trên xuống dưới như sau:

Bảng 3.1. Địa tầng đặc trưng khu vực nghiên cứu

Ký hiệu lớp	Độ sâu (m)		Bề dày trung bình (m)	Loại đất	Sức kháng xuyên tiêu chuẩn $N_{SPT}$ (búa)
	Mặt lớp	Đáy lớp			
1a	0	7,0	7,0	Cát cấp phối kém, xốp đến chặt vừa	8 - 12
1b	7,0	13,5	6,5	Cát cấp phối kém, chặt vừa đến chặt	27 - 35
1c	13,5	30,5	17,0	Cát cấp phối kém, chặt đến rất chặt	38 - 56
2	30,5	41,0	10,5	Sét - Sét lẫn cát, nửa cứng đến cứng	15 - 39
3	41,0	-	-	Sét/Bùn kết dính nẻ	-



Hình 3.1: Bản đồ địa chất và khoáng sản Việt Nam tỷ lệ 1:200.000, tờ E-48-XXIX và E-48-XXX (Cục Địa chất Việt Nam, 1996)

Dựa trên địa tầng đặc trưng khu vực nghiên cứu, có thể thấy giải pháp móng khả thi cho tháp điện gió tại khu vực nghiên cứu là móng cọc PHC và cọc khoan nhồi đặt vào lớp đất cát 1b hoặc 1c. Khi khai thác và vận hành tháp điện gió sẽ làm phát sinh tải trọng động và khi xảy ra động đất, các lớp đất cát chịu lực có nguy cơ suy giảm độ bền. Như vậy, để đánh giá ổn định móng cọc tháp điện gió trong khu vực nghiên cứu cần xác định được các hệ số giảm yếu và sự suy giảm sức chịu tải của móng cọc.

### 3.2. Kết quả tính toán

Trên cơ sở phương pháp đã trình bày ở mục 2, tiến hành áp dụng xác định các hệ số giảm yếu cho các lớp đất 1a, 1b, 1c theo độ sâu. Ở đây, giả thiết mũi cọc đặt vào lớp 1c ở các độ sâu 15 m, 20 m, 25 m và 30 m; đài cọc đặt ở độ sâu 4,0 m; cọc tiết diện tròn đường kính 0,6 m. Sử dụng kết quả thí nghiệm SPT để xác định  $(N_1)_{60'}$  từ đó tra biểu đồ Hình 2.2 để xác định CRR. Giá trị CSR được tính theo biểu thức (23) với  $a_0$  tại khu vực nghiên cứu bằng 0,1070 g. Từ đó, xác định được  $FS_L$  theo biểu thức (21) và  $R_u$  theo biểu đồ Hình 2.1. Tổng hợp kết quả tính toán được thể hiện trong Bảng 3.2.

Bảng 3.2. Kết quả xác định  $FS_L$  theo thí nghiệm SPT

Lớp đất	z (m)	$N_{SPT}$	$C_E$	$\sigma_{vo}$ (kPa)	U (kPa)	$\sigma'_{vo}$ (kPa)	$(N_1)_{60}$	CRR	CSR	$FS_L$	$R_u$
1a	6	10	0,7	108	0	108,0	6,6	0,10	0,065	1,55	0,25
1b	8	27	0,7	144	19,6	124,4	16,6	0,19	0,073	2,61	0,06
1b	10	31	0,7	180	39,2	140,8	17,9	0,20	0,078	2,56	0,06
1b	12	35	0,7	216	58,9	157,1	19,1	0,21	0,082	2,57	0,06
1c	15	38	0,7	270	88,3	181,7	19,3	0,21	0,085	2,48	0,07
1c	20	43	0,7	360	137,3	222,7	19,7	0,22	0,085	2,57	0,06
1c	25	52	0,7	450	186,4	263,6	21,9	0,29	0,083	3,49	0,03
1c	30	56	0,7	540	235,4	304,6	22,0	0,30	0,079	3,80	0,01

Từ trị số  $R_u$ , xác định được hệ số bền  $I_{red}$  và  $\varphi_{red}$  cho mỗi loại đất theo biểu thức (5), (6), với góc ma sát trong của các lớp cát được dự tính theo  $N_{SPT}$  (theo TCVN 9351:2012). Các hệ số giảm yếu được xác định theo các biểu thức (17) và (20). Tổng hợp kết quả tính toán được thể hiện trong Bảng 3.3.

Bảng 3.3. Kết quả xác định hệ số giảm yếu  $\gamma_{eq1}$  và  $\gamma_{eq2}$  cho đất nền tại khu vực nghiên cứu

Lớp đất	z (m)	$R_u$	$I_{red}$	$\varphi$	$\varphi_{red}$	$\gamma_{eq1}$	$\gamma_{eq2}$
				Độ	Độ		
1a	6	0,25	0,75	29,3	22,8	0,501	0,750
1b	8	0,06	0,94	31,4	29,8	0,837	0,940
1b	10	0,06	0,94	31,9	30,3	0,834	0,940
1b	12	0,06	0,94	32,4	30,8	0,832	0,940
1c	15	0,07	0,93	33,3	31,4	0,801	0,930
1c	20	0,06	0,94	33,4	31,8	0,826	0,940
1c	25	0,03	0,97	34,5	33,7	0,906	0,970
1c	30	0,01	0,99	35,0	34,7	0,967	0,990

Để đánh giá mức độ suy giảm sức chịu tải của cọc khi động đất, sử dụng biểu thức (8) xác định  $R_{cu}$  và biểu thức (9) xác định  $R'_{cu}$  với các hệ số giảm yếu xác định được trong Bảng 3.3. Kết quả nghiên cứu được tổng hợp trong Bảng 3.4. Với 4 phương án đặt mũi cọc khác nhau (15, 20, 25, 30 m), mức độ suy giảm sức chịu tải của móng cọc từ 4,9% đến 14,3% theo độ sâu đặt mũi cọc.

Bảng 3.4. Kết quả xác định  $R'_{cu}$  và độ suy giảm theo độ sâu đặt mũi cọc

Lớp đất	z (m)	$q_b$	$f_i$	$R_{cu}$	$\gamma_{eq1}$	$\gamma_{eq2}$	$R'_{cu}$	Tỷ số $R'_{cu}/R_{cu}$	Mức độ suy giảm sức chịu tải của cọc
		kPa	kPa	kN	-	-	kN	%	%
1a	6	-	42	-	-	0,750	-	-	

Lớp đất	z (m)	$q_b$	$f_i$	$R_{c,u}$	$\gamma_{eq1}$	$\gamma_{eq2}$	$R'_{c,u}$	Tỷ số $R'_{c,u}/R_{c,u}$	Mức độ suy giảm sức chịu tải của cọc
		kPa	kPa	kN	-	-	kN	%	%
1b	8	-	44	-	-	0,940	-	-	
1b	10	-	46	-	-	0,940	-	-	
1c	15	2.900	51	1.798	0,801	0,930	1.542	85,7	14,3
1c	20	3.200	56	2.411	0,826	0,940	2.128	88,3	11,7
1c	25	3.500	61	3.071	0,906	0,970	2.835	92,3	7,7
1c	30	3.800	66	3.777	0,967	0,990	3.593	95,1	4,9

So sánh kết quả này tương đối phù hợp với kết quả xác định bằng cách tra bảng theo Tiêu chuẩn TCVN 10304:2014. Một số giá trị lệch nhau là do bảng tra của tiêu chuẩn chỉ chia hai khoảng là “cát chặt vừa” và “cát chặt”, đó là một khoảng khá rộng khi giá trị  $N_{SPT}$  có thể thay đổi từ 10 búa đến 30 búa với cát chặt vừa và từ 30 búa đến 50 búa với cát chặt. Mặt khác, việc xác định  $FS_L$  theo thí nghiệm SPT, việc xác định giá trị  $FS_L$  trên biểu đồ Hình 2.1 cũng có những sai số nhất định.

#### 4. KẾT LUẬN

Việc tính toán thiết kế móng công trình đặt trong nền đất nhạy cảm với động đất, ngoài đánh giá nguy cơ hóa lỏng còn phải đánh giá mức độ suy giảm sức chịu tải của móng. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng:

- Mức độ nhạy cảm của cát bão hòa với động đất được phản ánh qua mức độ gia tăng tỷ số áp lực nước lỗ rỗng  $R_u$ . Ảnh hưởng của  $R_u$  với độ bền chống cắt của đất được đánh giá qua hệ số bền  $I_{red}$ . Các thông số  $I_{red}$  và  $\varphi_{red}$  được sử dụng làm các chỉ tiêu đặc trưng cho độ bền chống cắt của cát bão hòa có xét tới ảnh hưởng của động đất.

- Việc tính toán sức chịu tải của móng cọc chịu tác động của động đất cần kể tới hệ số giảm yếu  $\gamma_{eq1}$  và  $\gamma_{eq2}$  được xác định qua hệ số bền  $I_{red}$  và góc ma sát trong  $\varphi$  của đất nền.

- Kết quả áp dụng phương pháp trong việc đánh giá mức độ suy giảm sức chịu tải của móng cọc tháp điện gió tại khu vực ven biển tỉnh Quảng Bình cho thấy, mức độ suy giảm sức chịu tải của móng cọc từ 4,9% đến 14,3% tương ứng với độ sâu đặt mũi cọc từ 30 m đến 15 m.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học GTVT trong Đề tài mã số T2024-CT-031.

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. Dickenson, S. E., McCullough, N. J., Barkau, M. G., & Wavra, B. J. (2002), *Assessment and mitigation of liquefaction hazards to bridge approach embankments in Oregon*, Washington, DC, Federal Highway Administration, 75-76.
- [2]. Lương Thị Hằng và Trần Hồng Minh (2015), *Tính toán sức chịu tải của cọc đơn có kể đến hóa lỏng của đất nền khi động đất*, Tạp chí GTVT, số 6, tr.46-48.
- [3]. Lu-Qing Yu, Li-Zhong Wang (2015), *Long-term*

*dynamic behavior of monopile supported offshore wind turbines in sand*, Theoretical and Applied Mechanics Letters, 5, 80-84.

[4]. Nguyễn Văn Phóng (2023), *Nghiên cứu tính chất cơ học động của đất phục vụ thiết kế nền móng tháp điện gió, áp dụng cho khu vực ven biển Sóc Trăng*, Báo cáo Tổng kết Đề tài khoa học và công nghệ cấp Bộ mã số B2022-MDA-14, Trường Đại học Mở - Địa chất, 195tr.

[5]. Phân viện Khoa học công nghệ xây dựng miền Nam (2020), *Báo cáo khảo sát địa kỹ thuật Dự án Trang trại điện gió B&T Quảng Bình - Turbine No. WP02*, 150tr.

[6]. Seed H.B. and Idriss, I. M. (1971), *Simplified procedure for evaluating soil liquefaction potential*, Journal soil mechanics and foundation division, ASCE, SM9, 249-273.

[7]. Seed H.B. and De Alba P. (1986), *Use of SPT and CPT tests for evaluating the liquefaction resistance of sands*, In Proceedings of the Conference on Use of In Situ Tests in Geotechnical Engineering, Blacksburg, USA, ASCE, 281-302.

[8]. Tiêu chuẩn Quốc gia, TCVN 10304:2014, *Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế*, Bộ Khoa học và Công nghệ, 86tr.

[9]. Tiêu chuẩn Quốc gia, TCVN 9351:2012, *Đất xây dựng - Phương pháp thí nghiệm hiện trường - Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT)*, Bộ Khoa học và Công nghệ, 230tr.

[10]. Võ Phan và Nguyễn Đức Huy (2016), *Đánh giá sức chịu tải của nền cát hóa lỏng dưới móng bè*, Tạp chí Khoa học Trường Đại học Mở TP. Hồ Chí Minh, số 11 (1), 84-95.

Ngày nhận bài: 05/4/2024

Ngày nhận bài sửa: 19/4/2024

Ngày chấp nhận đăng: 04/5/2024