TẠP CHÍ
GIAO THÔNG vận tải
ISSN 2354-0818
CƠ QUAN THÔNG TIN CỦA BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI
Số 729 (Tháng 5/2023 - năm thứ 64) | tapchigiaothong.vn | e-ISSN 2615-9751

CÔNG TÁC ĐÀO TẠO, SÁT HẠCH VÀ CẤP GPLX: NHỮNG VẤN ĐỀ ĐẶT RA

Q. TỔNG BIÊN TẬP
NGUYỄN VĂN HƯỜNG
Điện thoại: 0913.54.55.66
Email: nguyenhuong.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; PGS. TSKH. ĐẶNG VĂN UY; PGS. TS. HOÀNG HÀ; PGS. TS. TRẦN ĐẮC SỬ; PGS. TS. NGUYỄN XUÂN KHANG; PGS. TS. NGUYỄN VĂN THƯ; PGS. TS. TỐNG TRẦN TÙNG; PGS. TS. ĐÀO VĂN ĐÔNG; PGS. TS. NGUYỄN BÁ HOÀNG; PGS. TS. NGUYỄN NGỌC LONG; PGS. TS. PHẠM DUY HÒA; 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; TS. TRẦN DOÃN THỌ; TS. NGUYỄN XUÂN SANG; TS. KHUẤT VIỆT HÙNG; TS. NGUYỄN NGỌC LONG; TS. LÝ HUY TUẤN; TS. PHẠM CÔNG TRỊNH; TS. TRẦN BẢO NGỌC; TS. NGUYỄN THANH PHONG; TS. VŨ HỒNG TRƯỜNG; PGS. TS. LÊ QUỐC TIẾN; TS. NGUYỄN QUANG TUẤN; TS. LÊ ĐỖ MƯỜI; TS. NGUYỄN VĂN TƯƠI; ThS. PHẠM HỮU SƠN; ThS. LÂM VĂN HOÀNG; ThS. NGUYỄN VĂN THẠCH; CN. NGUYỄN TƯƠNG.

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: tapchigtvt@mt.gov.vn

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

PHÒNG THƯ KÝ - BIÊN TẬP VÀ PHÓNG VIÊN THƯỜNG TRÚ

Thư ký - Biên tập
Điện thoại: (024) 3942.0744
Email: phongtkts.gtvt@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
Điện thoại & Fax: (028) 3914.1489
Email: tapchigtvtmn@gmail.com

PHÒNG PHÓNG VIÊN - TẠP CHÍ ĐIỆN TỬ
Điện thoại: (024) 3942.8737
Email: phongpv.gtvt@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: **Một sân phục vụ đào tạo và sát hạch lái xe được đầu tư hiện đại**
Trình bày bìa: Sinh Nguyễn

GIAO THÔNG vận tải
TRANSPORT MAGAZINE

Mục lục

CONTENTS • THÁNG 05 • (NĂM THỨ 64)

04 **Xã hội hóa đầu tư, phân cấp quản lý triệt để**
Socializing investment and thoroughly decentralizing management
HOÀNG LONG

06 **Chủ động kiểm tra, nhận diện sai phạm**
Proactively checking and identifying errors
KHÁNH HÀ

08 **Làm gì để khắc phục tồn tại trong quản lý đào tạo, sát hạch lái xe?**
What to do to tackle inadequacies in management of driving training and testing?
KHÁNH LÊ - MINH TÙNG

10 **Ứng dụng công nghệ số nâng cao chất lượng đào tạo, sát hạch**
Application of digital technology in training and testing quality improvement
MINH TÙNG - VĂN QUYẾT

12 **Kỷ niệm 133 năm ngày sinh Chủ tịch Hồ Chí Minh (19/5/1890 - 19/5/2023): Vì sao UNESCO tôn vinh Chủ tịch Hồ Chí Minh là "Nhân vật kiệt xuất", "Danh nhân văn hóa thế giới"?**
On the 133rd Birthday Anniversary of President Ho Chi Minh (May 19, 1890 - May 19, 2023)_ Why do the UNESCO honour President Ho Chi Minh as "Outstanding Person" and "World Cultural Celebrity"?
GS. TS. MẠCH QUANG THẮNG

14 **Bảo đảm ATGT dịp nghỉ lễ, tết: Kinh nghiệm từ kỳ nghỉ lễ 30/4 - 1/5 vừa qua**
Ensuring traffic safety during holidays and Tet: Experiences from the last holiday April 30 - May 1
VĂN HUẾ

16 **Tăng tốc phát triển hạ tầng giao thông**
Speeding up the development of transport infrastructures
VŨ THÀNH VŨ

18 **Kỷ niệm Ngày Khoa học và Công nghệ Việt Nam (18/5): Ngành GTVT làm chủ công nghệ hiện đại phát triển kết cấu hạ tầng**
Vietnam Science and Technology Day Anniversary (May 18): Transport Sector masters modern technology to develop infrastructures
HOÀNG NGÂN

20 **Hà Nội làm gì để giành lại vỉa hè cho người đi bộ?**
What should Hanoi do to regain sidewalks for pedestrians?
CẨM PHÚ

22 **Đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ khai thác (không khí) đến tuổi thọ của kết cấu áo đường mềm**
Evaluating effects of the operating temperature (the air) on the service life of the soft pavement structure
PGS. TS. NGUYỄN VĂN HÙNG; TS. NGUYỄN VĂN DU

25 **Dự đoán sức kháng cắt của dầm bê tông cốt thép bị ăn mòn bằng thuật toán tăng cường độ dốc**
Forecasting the shear strength of corroded reinforced concrete beams by gradient boosting algorithm
TS. NGUYỄN THÙY ANH

29 **Hành vi lái xe máy sau khi uống rượu bia ở Việt Nam: Mức độ và một số yếu tố ảnh hưởng**
Drink driving behaviors among motorcyclists in Vietnam: Prevelance and several underlying factors
TS. ĐỖ DUY ĐỈNH; KS. ĐINH ĐỨC THỊNH

33 **Nghiên cứu thực nghiệm một số chỉ tiêu cơ lý cơ bản của bê tông nhựa mô-đun cao (Enrobé à Module Élevé - EME)**
Experimental research on some mechanical and volumetric properties of high modulus asphalt concrete (Enrobé à Module Élevé - EME)
TS. TRẦN THỊ CẨM HÀ

37 **Xây dựng mô hình động lực học cho tính toán kết cấu cho tấm composite**
Building a dynamic model for structural calculations for composite panels
ThS. ĐINH NGHĨA DŨNG

Mục lục

CONTENTS • THÁNG 05 • (NĂM THỨ 64)

40 **Các biện pháp gia cố xử lý khu vực san gạt của dải cất hạ cánh - Áp dụng cho Cảng Hàng không Điện Biên**
Reinforcement measures for the leveling area of the runway strip_ application for Dien Bien Airport
TS. NGUYỄN TRỌNG HIỆP

44 **Phân tích dao động tự do của tấm cơ tính biến thiên có vết nứt đặt một phần trên nền đàn hồi**
Free vibration analysis of the cracked FG plate partially placed on elastic foundation
TS. LÊ VĨNH AN

49 **Nghiên cứu ảnh hưởng của phương pháp bảo dưỡng đến cường độ chịu nén và cường độ kéo khi uốn của bê tông xi măng làm mặt đường cất hạ cánh tại các cảng hàng không, sân bay ở Việt Nam**
Studying effects of the curing method on the compressive and tensile strength of cement concrete for airfield pavements in Viet Nam
TS. LƯƠNG XUÂN CHIỂU
KS. NGUYỄN TẤN LAI
TS. TRẦN DANH HỢI
ThS. NGUYỄN TRỊNH TRỌNG PHỤNG
ThS. NGUYỄN CHÍ CÔNG

53 **Dự đoán khả năng chịu lực theo điều kiện ổn định của cột thép hình côn đối xứng tiết diện ống bằng phương pháp Bubnov-Galerkin**
Predicting the critical buckling load of the symmetry double tapered column with tubular cross-section using Bubnov-Galerkin method
TS. PHAN VĂN TIẾN; TS. NGUYỄN TRỌNG HÀ

57 **Bước đầu nghiên cứu ảnh hưởng điều kiện hóa già đến các đặc tính kháng nứt của mặt rỉ đường mía thay thế một phần nhựa 60/70**
Initial study on effects of the aging condition on crack resistance properties of cane molasses partially replacing the 60/70 resin
PGS. TS. LÊ VĂN PHÚC
ThS. NGUYỄN CÔNG THỨC
TS. NGUYỄN VĂN LONG

60 **Tối ưu hóa mô hình catboost để dự đoán cường độ nén bê tông cốt liệu tái chế**
Optimizing the catboost model to predict the compressive strength of recycled aggregate concrete
ThS. VŨ THỊ HƯƠNG LAN
TS. NGUYỄN THÙY ANH
TS. LÝ HẢI BẰNG

64 **Xây dựng bộ tham số theo mức độ phát triển thông tin (LOD) cho kết cấu nhịp cầu đúc hẫng**
Building a parameter set as per the level of information development (LOD) for the cantilevered span structure
TS. NGUYỄN ĐẮC ĐỨC; ThS. NGUYỄN THẠCH BÍCH
ThS. LÊ HÀ LINH

68 **Sử dụng bê tông cốt sợi thép trong xây dựng mặt đường có nhiều xe tải trọng nặng trên địa bàn tỉnh Hà Nam**
Using steel fiber reinforced concrete in pavement construction subjected to many heavy trucks in Ha Nam province
TS. TRẦN THỊ THU HÀ; ThS. NGUYỄN HUỆ CHI

71 **Nghiên cứu ứng dụng mạng nơ-ron nhân tạo trong lập mô hình chuyển dịch theo phương đứng cầu**
Research to apply the artificial neural network in spherical vertical displacement modeling
ThS. NGUYỄN THÙY LINH

74 **Đánh giá khả năng kháng nứt của bê tông nhựa chặt sử dụng phụ gia Styrence-Butadiene-Styrence (SBS) và Tafpack-Premium (TPP) trộn trực tiếp với cốt liệu nóng**
Cracking resistance evaluation of compacted asphalt concrete using Styrence-Butadiene-Styrence (SBS) and Tafpack-Premium (TPP) as additives directly mixed with hot aggregates
TS. TRẦN DANH HỢI; KS. HOÀNG ĐĂNG SƠN

77 **Nghiên cứu sử dụng tro bay hàm lượng cao của Nhà máy Nhiệt điện Vĩnh Tân để chế tạo gạch bê tông tự chèn trong xây dựng cơ sở hạ tầng**
Study on use of high-volume fly ash from Vinh Tan thermal power plant to manufacture interlocking concrete bricks in infrastructure construction
ThS. NGUYỄN THỊ THU THỦY
ThS. NGUYỄN CÔNG HẬU

81 **Dynamic analysis of functionally graded graphene platelet reinforced composite plates resting on visco-elastic foundation and subjected to moving loads**
Assoc.Prof. VU HOAI NAM
MSc. LUU NGOC QUANG
MSc. DAO QUANG HUY

84 **Nghiên cứu ứng dụng GIS và viễn thám trong phân tích sự thay đổi cảnh quan từ tác động của đô thị hóa và phát triển du lịch**
Case study on application of GIS and remote sensing in analyzing landscape changes from the impact of urbanization and tourism development
TS. LÊ KHÁNH GIANG

88 **Nghiên cứu ứng dụng công nghệ GIS phân tích và xử lý dữ liệu Lidar phục vụ thành lập bản đồ biển**
Applying GIS technology to analyze and process Lidar data for marine mapping
ThS. NGUYỄN QUANG HUY

91 **Tác động của vôi thủy hóa đến cốt liệu và bitum trong hỗn hợp bê tông nhựa và các phương pháp thêm vôi thủy hóa vào hỗn hợp bê tông nhựa**
Effects of hydrated lime on aggregates and bitumen in asphalt concrete mix and methods of adding hydrated lime to asphalt concrete mix
TS. ĐỖ VƯƠNG VINH

95 **Ứng dụng vật liệu Neo - web trong thi công để ổn định mái dốc nền đường**
Application of Neo - web material in construction to stabilize the pavement slope
ThS. NGUYỄN THỊ QUỲNH NHƯ
ThS. NINH KHẮC TÔN

99 **Phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến ứng suất trong kết cấu mặt đường bê tông xi măng theo tiêu chuẩn thiết kế hiện hành**
Analysis of factors affecting the stress in cement concrete pavement as per the current design specifications
ThS. NGUYỄN THANH HẢI

102 **Nghiên cứu phương pháp cân bằng giới hạn tổng quát (GLEM) để tính toán ổn định mái dốc và so sánh với phương pháp tính theo Bishop**
Investigation into the general limit equilibrium method (GLEM) to calculate slope stability and compare it with Bishop method
ThS. TRẦN TRUNG DŨNG

105 **Tính dầm kép liên kết qua lớp đệm đàn hồi, tựa đơn bằng phương pháp giải tích**
Calculating simply supported double beams connected by elastic support using analytical method
ThS. ĐỖ THỊ HẰNG

108 **Nghiên cứu ảnh hưởng của xỉ đáy lò nhiệt điện đến độ bền chống ăn mòn sulfat của bê tông hạt nhỏ tính năng cao**
Study on effects of ground coal bottom ash on sulfate resistance of high performance fine-grained concrete
PGS. TS. LÊ THANH HÀ
ThS. NGUYỄN THỊ QUỲNH NHƯ

112 **Xác định khoảng cách trong hệ thống quan sát của robot tự hành**
Distance determination in the technical vision system of a mobile robot
ThS. VŨ DUY NGHĨA

“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”

114 **Nghiên cứu ứng dụng phao PE cho các vùng nước hạn chế ở Việt Nam**
Reseach on application of PE buoys for limited waters in Viet Nam
TS. NGUYỄN XUÂN THỊNH; ThS. ĐỖ HỒNG QUÂN
ThS. BÙI MINH THU

117 **Nghiên cứu ứng dụng mạng nơ-ron trong điều khiển hệ thống ca-bin sàn treo cho mô phỏng thủy phi cơ nhằm đáp ứng tính thời gian thực**
Research to apply the neural network in cabin model controlling for the seaplane simulation system to meet realtime response requirements
ThS. TRƯƠNG CÔNG MỸ; ThS. PHẠM MINH THẢO

121 **Nghiên cứu đặc điểm của lực cắt trong gia công micro vật liệu thép Niken Inconel 718 bằng phương pháp phần tử hữu hạn**
Studying characteristics of the shearing force in micro manufacturing Inconel 718 Niken steel material by finite element method
ThS. LÊ HUỲNH ĐỨC

124 **Cường độ và độ bền hóa học của bê tông sử dụng pozzolan tự nhiên và bột đá vôi**
Compressive strength and chemical resistance of concrete using natural pozzolan and limestone powder
TS. PHẠM VĂN TOÀN; ThS. PHẠM THỊ LY

128 **Xây dựng biên dạng bề mặt quang học trước của kính áp tròng đa tiêu sử dụng đường cong NURBS**
Design of the anterior optical surface profile of multifocal contact lens using NURBS curve
TS. VŨ THỊ LIÊN; TS. HOÀNG TIẾN ĐẠT
PGS. TS. VŨ NGỌC PI; TS. NGUYỄN THỊ QUỐC DUNG

132 **Nghiên cứu phương pháp chuyển đổi sản phẩm quy hoạch phân khu sang GIS phục vụ chuyển đổi số**
Research on methods to convert products of section planning to GIS for digital transformation
ThS. LÊ QUANG

135 **Phân tích cấu trúc cầu cảng biển dựa trên dữ liệu mạng cảm biến với giải thuật Fast-Marching**
Analysis of marine berthing structures based on sensor network data with Fast-Marching algorithm
PGS. TS. ĐẶNG XUÂN KIÊN; TS. ĐỖ VIỆT DŨNG
ThS. TRẦN TIẾN ĐẠT; TS. LƯU HOÀNG MINH
ThS. HỒ LÊ ANH HOÀNG

139 **Bộ xử lý tín hiệu cảm biến ngọn lửa sử dụng trong hệ thống điều khiển nồi hơi, lò đốt rác**
Flame detector relay in use for boilers or incinerators
PGS. TS. VƯƠNG ĐỨC PHÚC; ThS. BÙI VĂN TÚ

142 **Nghiên cứu ứng dụng GIS và viễn thám trong xây dựng mô hình dự báo vùng ngập do nước biển dâng phục vụ quy hoạch giao thông**
Research on application of GIS and remote sensing in building a flood prediction model based on sea level rise to serve transport planning
ThS. VŨ NGỌC PHƯỢNG

146 **Nghiên cứu, xây dựng mô hình thử nghiệm các bộ điều khiển cho các tàu chở hàng, tàu chở container có tương tác với các nhiễu loạn từ môi trường**
Research to build test models of controllers for cargo and container ships interacting with environmental disturbances
ThS. ĐOÀN HỮU KHÁNH; PGS. TS. ĐINH ANH TUẤN
PGS. TS. HOÀNG ĐỨC TUẤN

150 **Phát triển hệ thống kiểm soát an toàn hàng hải thông minh: Đề xuất các bước thực hiện và cấu trúc hệ thống cho vùng biển Hải Phòng - Quảng Ninh**
Developing a smart maritime safety control system_ Proposing implemntation steps and a system structure for Hai Phong - Quang Ninh sea area
PGS. TS. PHAN VĂN HƯNG; ThS. PHẠM TẤT TIỆP
ThS. NGÔ NHƯ TẠI; NGUYỄN THỊ KIỀU

153 **Ứng dụng mạng nơ-ron dự đoán nguy cơ đâm va giữa các tàu thuyền trên biển**
Application of the neuron network to predict risk collision between ships on the sea
ThS. HOÀNG HỒNG GIANG
PGS. TS. PHẠM VĂN THUẦN
PGS. TS. TRẦN VĂN LƯỢNG
TS. LƯƠNG TÚ NAM

156 **Nghiên cứu xây dựng quy trình kiểm soát an toàn trong xếp/dỡ hàng nguy hiểm cho tàu hóa chất Việt Nam**
Research to build a safety control process in loading/unloading hazadous goods on Vietnamese chemical ships
ThS. NCS. NGUYỄN THANH DIỆU; TS. MAI XUÂN HƯƠNG

159 **Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ mô hình đến sự thay đổi đặc tính dòng chảy bao quanh thân tàu bằng phương pháp CFD**
Numerical study of scale effects on the flow around the ship by CFD method
PGS. TS. TRẦN NGỌC TÚ
ThS. PHẠM THỊ THANH HẢI
ThS. NGUYỄN MẠNH CHIẾN

163 **Gia tăng tiện ích và công năng sử dụng tại các điểm dừng nhà chờ xe buýt nhằm nâng cao chất lượng dịch vụ và tăng tính thu hút cho dịch vụ vận tải xe buýt TP. Hồ Chí Minh**
Enhancing convenience and functionality at bus stop/bus shelters to enhance the service quality and attraction of HCMC bus transportation service
PGS. TS. NGUYỄN THỊ BÍCH HẰNG

166 **Nghiên cứu sự khác biệt trong đánh giá hiệu quả theo quan điểm doanh nghiệp và Nhà nước - trường hợp dịch vụ buýt Hà Nội**
Studying differences in bus efficiency evaluation from the perspectives of bus service providers and the State_ Case of Hanoi bus service
PGS. TS. NGUYỄN THANH CHƯƠNG
TS. NGUYỄN MINH HIẾU
ThS. HÀ THANH TÙNG

169 **Smart cities unfolding and its potentials_ What is it and how do the citizens initially perceive?**
Dr. NGUYEN VAN TIEP
Dr. NGUYEN HOAI NGHIA
Asc. Professor LEONIE HALLO

173 **Giải pháp quản lý, đầu tư, khai thác hiệu quả kho, bãi hàng tại các ga đường sắt trên hành lang vận tải Bắc - Nam**
Solutions for effective management, investment and exploitation of warehouses and yards at railway stations on the North-South transport corridor
ThS. LÊ THỊ TRÂM; ThS. PHẠM NGỌC SƠN

176 **Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến tính kết nối hàng hải của cảng biển**
Research on factors affecting maritime connectivity of seaports
TS. PHẠM THỊ YẾN
TS. NGUYỄN THỊ LỆ HẰNG
ThS. NGUYỄN THỊ HƯƠNG GIANG

179 **Phương án thi công thí điểm nền đường sử dụng cát biển**
Article 1: Pilot construction plan for road foundation using sea sand
BẢO CHÂU

TỪ TRANG 182 ĐẾN 196 LÀ CÁC BÀI VIẾT CỦA CÁC CHUYÊN MỤC:

Giao thông địa phương, Quốc tế, Môi trường, Phòng chống thiên tai - Tìm kiếm cứu nạn, Thế giới xe, Chuyên đề, Văn bản - Chính sách.

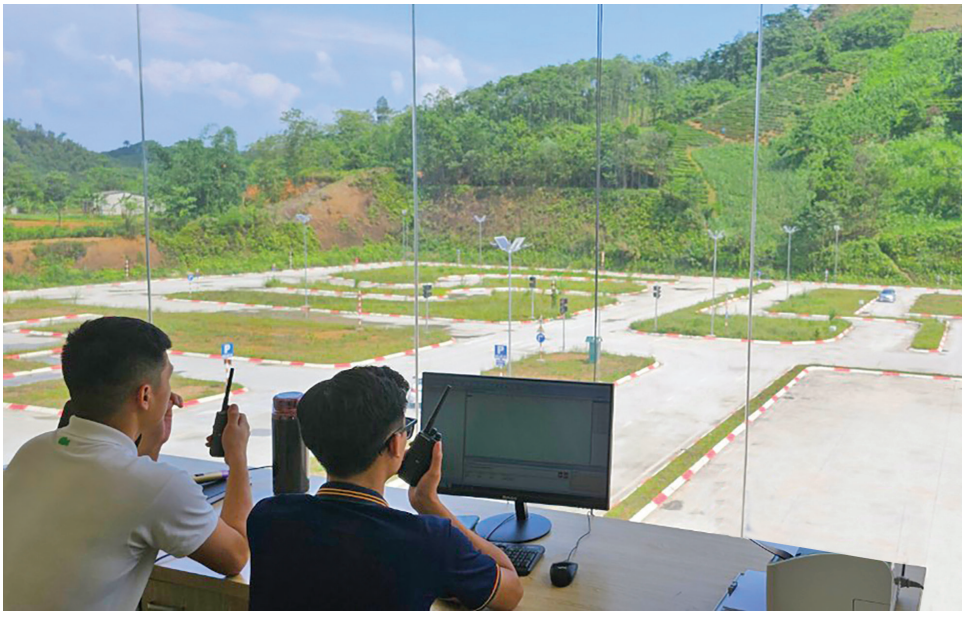
CÔNG TÁC ĐÀO TẠO, SÁT HẠCH VÀ CẤP GPLX: NHỮNG VẤN ĐỀ ĐẶT RA

Những quy định về công tác đào tạo, sát hạch, cấp GPLX đã khá đầy đủ, song từ cuộc "tổng kiểm tra" vừa qua đã phát lộ những lỗ hổng quản lý và tồn tại trong thực thi được ngành GTVT xem xét, khắc phục từ công tác sửa đổi, bổ sung hoàn thiện thể chế, đến việc cụ thể hóa phân cấp, phân quyền và kiểm tra giám sát để nâng cao hiệu lực, hiệu quả quản lý nhà nước và chất lượng đào tạo, phòng ngừa tiêu cực trong lĩnh vực đào tạo, sát hạch cấp GPLX đang được dư luận quan tâm.

Xã hội hóa đầu tư, phân cấp quản lý triệt để

HOÀNG LONG

Cơ sở đào tạo, sát hạch cấp GPLX thời gian qua "nở rộ" trên khắp các tỉnh thành. Đây là điều tất yếu khi cung gặp cầu, điều kiện kinh tế - xã hội ngày càng được nâng cao. Tuy nhiên, sự phát triển "nóng" này cũng đã bộc lộ một số tồn tại, vướng mắc cần được khắc phục sớm và triệt để.



Giám sát chặt công tác sát hạch lái xe

XÃ HỘI HÓA TRIỆT ĐỂ, PHÂN CẤP QUẢN LÝ CHO ĐỊA PHƯƠNG

Chủ trương xã hội hóa cơ sở đào tạo và trung tâm sát hạch lái xe theo Nghị định số 65/2016/NĐ-CP ngày 01/7/2016 của Chính phủ đã quy định về điều kiện kinh doanh dịch vụ đào tạo lái xe ô tô và dịch vụ sát hạch lái xe đã làm thay đổi cơ bản công tác đào tạo lái xe. Nhờ đó, cơ sở vật chất kỹ thuật đã được đầu tư nâng cấp, củng cố, tăng cường cả về số lượng và chất lượng, được phân bố hợp lý trong toàn quốc.

Theo thống kê của Cục ĐBVN, hiện nay cả nước có 371 cơ sở đào tạo lái xe ô tô phân bố ở 63 tỉnh, thành (trong đó tư nhân chiếm 70%, ngành Công an có 11 cơ sở, Quân đội có 3 cơ sở, số còn lại của ngành GTVT và một số bộ, ngành khác) với 48.419 giáo viên dạy thực hành lái xe, 40.682 xe tập lái các hạng, phần lớn là các xe ô tô thế hệ mới, niên hạn sử dụng dưới 10 năm.

Về trung tâm sát hạch lái xe ô tô hiện cả nước có 154 trung tâm (ngành Công an có 4 trung tâm, Quân đội có 2 trung tâm, 148 trung tâm sát hạch dân sự), phân bố trên 57 tỉnh, thành phố, còn 6 tỉnh chưa có trung tâm sát hạch lái xe ô tô là Yên Bái, Lai Châu, Tiền Giang, Trà Vinh, Vĩnh Long và Bạc Liêu.

Ông Lương Duyên Thống - Trưởng phòng Quản lý vận tải, phương tiện và người lái (Cục ĐBVN) cho biết, công tác đào tạo, sát hạch cấp GPLX được coi là ngành nghề kinh doanh có điều kiện. Nghị định số 65/2016/NĐ-CP đã quy định cụ thể từ điều kiện kinh doanh, cấp và thu hồi giấy phép đào tạo lái xe ô tô, giấy chứng nhận trung tâm sát hạch lái xe đủ điều kiện hoạt động. Trong đó, các cơ sở đào tạo lái xe, trung tâm sát hạch lái xe xã hội hóa, tất cả các thành phần kinh tế đều được tham gia đầu tư để đảm bảo cơ sở vật chất, trang thiết bị, tổ chức thực hiện việc đào tạo, duy trì dịch vụ. Cục ĐBVN (cơ quan quản lý chuyên ngành của Bộ GTVT) được giao nhiệm vụ tập trung

xây dựng và hoàn thiện thể chế, hệ thống văn bản quy phạm pháp luật, ứng dụng công nghệ thông tin phục vụ cho công tác quản lý nhà nước; tổ chức thanh tra, kiểm tra việc quản lý công tác đào tạo, sát hạch lái xe tại các sở GTVT. Sở GTVT thực hiện việc kiểm tra, cấp giấy phép đào tạo lái xe, trực tiếp thực hiện quản lý công tác đào tạo lái xe và tổ chức sát hạch, cấp GPLX cho người học lái của các cơ sở đào tạo lái xe tại địa phương.

Cũng theo ông Thống, công tác quản lý đào tạo, sát hạch lái xe được phân cấp triệt để cho địa phương, cơ sở đào tạo, sát hạch. Cụ thể, các cơ sở đào tạo, trung tâm sát hạch chịu trách nhiệm duy trì điều kiện cơ sở vật chất, tổ chức đào tạo lái xe đảm bảo thời gian, chương trình và nội dung theo quy định của pháp luật về giáo dục nghề nghiệp và của Bộ GTVT; các sở GTVT trực tiếp quản lý hoạt động các cơ sở đào tạo, trung tâm sát hạch tổ chức thanh tra, kiểm tra các cơ sở đào tạo, trung tâm sát hạch trong việc chấp hành quy định.

Trên thực tế, các trung tâm đào tạo đều có chính sách thu hút học viên. Ngoài việc nâng cao chất lượng đào tạo, môi trường thân thiện, đội ngũ giáo viên tận tình yêu nghề thì một số giáo viên ở một số cơ sở đào tạo đã "lôi kéo" học viên bằng nhiều chiêu trò như "bao luật, bao đỗ". Tuy nhiên, đây chỉ là hiện tượng cá biệt, không mang tính phổ biến.

QUẢN LÝ CÔNG TÁC ĐÀO TẠO LÁI XE THẬT HIỆU QUẢ

Ông Nguyễn Xuân Cường - Cục trưởng Cục ĐBVN cho biết, công tác quản lý đào tạo lái xe nhiều năm qua được tăng cường theo các quy định của Bộ GTVT. Các sở GTVT đã phối hợp chặt chẽ với cơ sở dạy nghề địa phương tổ chức thanh tra, kiểm tra, giám sát từ khâu học đến kiểm tra, thi cấp chứng chỉ nghề, cụ thể là: Về nội dung, chương trình đào tạo lái xe được quy định cụ thể tại Thông tư số 12/2017/TT-BGTVT và Thông tư số 38/2019/TT-BGTVT của Bộ GTVT. Theo đó, người học lái xe phải học 5 môn học lý thuyết, học lái xe trong sân tập lái và học lái xe trên đường. Hiện nay, thời gian đào tạo lái xe của Việt Nam tương đương với Trung Quốc và dài hơn so với Hàn Quốc, Nhật Bản, Singapore... Về giáo trình đào tạo lái xe ô tô gồm 5 môn học: Pháp luật giao thông đường bộ, Cấu tạo và sửa chữa thông thường ô tô, Nghiệp vụ vận tải, Kỹ thuật lái xe ô tô, Đạo đức và văn hóa giao thông.

Cũng theo ông Cường, công tác quản lý đào tạo lái xe được các sở GTVT tổ chức thực hiện và quản lý chặt chẽ, công khai, minh bạch; không được tuyển sinh qua trung gian; có trách nhiệm ký hợp đồng đào tạo với người học lái xe ô tô (trong đó thể hiện rõ nội dung, chương trình, kế hoạch đào tạo, thời gian hoàn thành khóa học, mức học phí, phương thức thanh toán, hình thức đào tạo, loại xe tập lái, chất lượng đạt được) và thu học phí trực tiếp của người học; bố trí đủ giáo viên thực hiện các quy định về nội dung chương trình đào tạo; soạn giáo án, ghi chép đầy đủ các nội dung trong sổ giáo vụ, chú trọng dạy môn Pháp luật giao thông đường bộ và thực hành lái xe; có quy chế cụ thể đối với học viên, giáo viên khi học thực hành lái xe, dã ngoại đường trường, chống các biểu hiện tiêu cực.

Cục ĐBVN đã xây dựng phần mềm quản lý thống nhất từ khâu đào tạo đến khi sát hạch, cấp GPLX, đồng thời đã triển khai quy định lắp đặt thiết bị để nhận dạng và giám sát thời gian học lý thuyết môn học Pháp luật giao thông đường đối với học viên học lái xe ô tô từ ngày 01/5/2020. Theo quy định, các học viên không học đủ thời gian tập trung tại cơ sở đào tạo sẽ không được dự sát hạch, cấp GPLX.

Công tác sát hạch lái xe là khâu quan trọng nhằm đánh giá kiến thức, kỹ năng trước khi cấp GPLX cho người đạt yêu cầu. Bộ GTVT đã tập trung chỉ đạo, siết chặt quy trình quản lý, tăng cường cơ sở vật chất, hiện đại hóa, công khai hóa và giám sát chặt chẽ quá trình sát hạch lái xe.

"Hiện nay, dữ liệu giám sát phòng sát hạch lý thuyết và các bài sát hạch lái xe trong hình của các trung tâm sát hạch lái xe trên toàn quốc đã được kết nối về Cục ĐBVN để chia sẻ đến các cơ quan có thẩm quyền giám sát công tác sát hạch từ ngày 01/01/2020. Với việc đổi mới, áp dụng thiết bị, công nghệ tự động tất cả các khâu sát hạch từ lý thuyết đến thực hành lái xe trong hình, lái xe trên đường và tổ chức giám sát các kỳ sát hạch, chất lượng sát hạch lái xe hiện nay được đánh giá là nâng cao rõ rệt, các tiêu cực đã được hạn chế tới mức thấp, được dư luận rất đồng tình, đánh giá cao", ông Cường nhấn mạnh.

Cũng theo ông Cường, quy định, quy chế thì đầy đủ, tuy nhiên tại các sở GTVT vẫn còn nhiều tồn tại, hạn chế, sai sót, tiềm ẩn một số nguy cơ vi phạm, tiêu cực như: Việc kiểm tra, giám sát công tác tổ chức tập huấn giáo viên dạy thực hành lái xe tại các cơ sở đào tạo chưa được quan tâm đúng mức; hồ sơ lưu trữ của một số giáo viên dạy thực hành lái xe chưa đầy đủ, việc cấp giấy chứng nhận giáo viên dạy thực hành lái xe chưa đảm bảo thời gian theo quy định; các giáo viên không đạt kỳ kiểm tra cấp giấy chứng nhận giáo viên dạy thực hành chưa được thông báo kịp thời. Bên cạnh đó, báo cáo đăng ký sát hạch (báo cáo 1), báo cáo đề nghị sát hạch (báo cáo 2) của một số cơ sở đào tạo được gửi trực tiếp đến sở GTVT, tuy nhiên báo cáo gửi trực tuyến qua hệ thống phần mềm quản lý còn chưa đủ thành phần hồ sơ theo quy định, có báo cáo còn thiếu nội dung (báo cáo chưa đóng dấu công văn đến, chưa thể hiện đầy đủ các khóa đào tạo đối với các trường hợp tồn, vắng, trượt; thời gian gửi báo cáo chậm theo quy định). Ngoài ra, kế hoạch thanh tra, kiểm tra công tác đào tạo, sát hạch, cấp GPLX ở một số địa phương chưa theo định hướng chương trình thanh tra chuyên ngành hàng năm của Bộ GTVT.

Một số địa phương chưa xây dựng, ban hành kế hoạch kiểm tra, giám sám làm cơ sở triển khai để bố trí cán bộ phù hợp; chưa có văn bản phân công, bố trí cán bộ thực hiện nhiệm vụ kiểm tra, giám sát để đảm bảo cơ sở pháp lý khi kiểm tra, giám sát tại đơn vị; chưa xác định cụ thể mục đích, phạm vi, nội dung kiểm tra, giám sát làm cơ sở thực hiện, đánh giá, kết luận và gắn trách nhiệm của người kiểm tra, giám sát; kết thúc kiểm tra, giám sát chưa có báo cáo kết quả để phục vụ công tác quản lý ❑

CÔNG TÁC ĐÀO TẠO, SÁT HẠCH VÀ CẤP GPLX: NHỮNG VẤN ĐỀ ĐẶT RA

Những quy định về công tác đào tạo, sát hạch, cấp GPLX đã khá đầy đủ, song từ cuộc "tổng kiểm tra" vừa qua đã phát lộ những lỗ hổng quản lý và tồn tại trong thực thi được ngành GTVT xem xét, khắc phục từ công tác sửa đổi, bổ sung hoàn thiện thể chế, đến việc cụ thể hóa phân cấp, phân quyền và kiểm tra giám sát để nâng cao hiệu lực, hiệu quả quản lý nhà nước và chất lượng đào tạo, phòng ngừa tiêu cực trong lĩnh vực đào tạo, sát hạch cấp GPLX đang được dư luận quan tâm.

Chủ động kiểm tra, nhận diện sai phạm

KHÁNH HÀ

Qua hoạt động thanh tra, kiểm tra, công tác đào tạo, sát hạch, cấp GPLX trên cả nước vẫn còn một số tồn tại. Với tinh thần nghiêm túc, cầu thị, nhìn thẳng vào khuyết điểm để sửa chữa, khắc phục, các trung tâm đào tạo sát hạch, cấp GPLX đã có những động thái quyết liệt, chấn chỉnh ngay những sai phạm, đồng thời tổ chức hoạt động một cách khoa học, đúng quy định của pháp luật.

Ứng dụng công nghệ trong đào tạo sát hạch lái xe nhằm nâng cao chất lượng người học

SAI PHẠM NGAY TỪ KHÂU TIẾP NHẬN HỒ SƠ

Thực hiện Quyết định số 80/QĐ-BGTVT ngày 09/02/2023, Kế hoạch số 954/KH-BGTVT ngày 03/02/2023 của Bộ trưởng Bộ GTVT, 3 đoàn kiểm tra của Bộ (Thanh tra Bộ GTVT: đoàn 1, Vụ Vận tải: đoàn 2 và Cục ĐBVN: đoàn 3) đã tiến hành kiểm tra, thanh tra công tác đào tạo, sát hạch lái xe tại các cơ sở đào tạo, trung tâm sát hạch tại 63 sở GTVT (371 cơ sở đào tạo và 154 trung tâm sát hạch lái xe ô tô).

Trao đổi với Tạp chí GTVT, đại diện đoàn kiểm tra của Bộ GTVT về công tác đào tạo sát hạch lái xe cho biết, qua kiểm tra, bên cạnh những

kết quả đạt được thì vẫn còn tồn tại. Cụ thể: Còn có hiện tượng đào tạo vượt lưu lượng; việc công khai cơ sở đào tạo trên trang thông tin điện tử của sở GTVT còn chưa cập nhật kịp thời; công tác kiểm tra, giám sát tập huấn cho giáo viên dạy thực hành lái xe còn có nơi chưa thực hiện; một số địa phương thực hiện công tác tiếp nhận báo cáo 1, báo cáo 2 chưa đảm bảo thời gian theo quy định; việc khai thác dữ liệu DAT để quản lý công tác đào tạo, dữ liệu của học viên để xác định hoàn thành chương trình đào tạo trước khi sát hạch còn hạn chế; chưa kiểm tra, giám sát khóa học, kỳ thi cấp chứng chỉ hoặc thực hiện còn hình thức; xét duyệt thí sinh dự sát hạch chưa đủ điều kiện dữ liệu DAT; công tác tổ chức sát hạch còn có nơi thực hiện chưa nghiêm; công tác thanh, kiểm tra hoạt động đào tạo, sát hạch còn chưa được quan tâm, thực hiện; việc bố trí công chức, nhân sự cho phòng chuyên môn làm công tác quản lý đào tạo, sát hạch vừa thiếu, vừa yếu, cá biệt có một số sở chỉ có 3 đến 5 người vừa thực hiện công tác này, vừa thực hiện công tác quản lý vận tải (đường thủy, đường bộ)... Đơn cử như tại Nghệ An, qua kiểm tra 9 trung tâm thì có 4 trung tâm có phương tiện vắng, gồm có: Trung tâm Đào tạo lái xe cơ giới đường bộ Sông Biển (vắng 2 xe); Trung tâm Đào tạo lái xe số 1 Nghệ An (vắng 4 xe), Trường Cao đẳng Việt Đức (vắng 1 xe), Trung tâm Đào tạo sát hạch lái xe Miền Trung (vắng 2 xe), cá biệt Trường Cao đẳng Việt Đức 3 xe chưa được đăng kiểm xác nhận đã cải tạo phanh phụ... Ngoài ra, 2 đơn vị chưa xây dựng quy chế tuyển sinh, đào tạo lái xe là Trường Cao đẳng Việt Đức và Trung tâm Đào tạo nghề vận tải đường bộ (Công ty Cổ phần Vận tải ô tô số 5)...

Hoặc như tại Thanh Hóa, có 2 học viên của Trường Cao đẳng nghề Kinh tế công nghệ Vicet bị nhầm ảnh từ 2 khóa học khác nhau, qua kiểm tra phát hiện lỗi xuất phát từ báo cáo 1 của 2 của khóa này. Bên cạnh đó, qua kiểm tra đã phát hiện 1 viên chức thuộc Sở GTVT đã không nghiêm túc trong việc giám sát các kỳ thi tốt nghiệp tại Trung tâm Dạy nghề, đào tạo, sát hạch lái xe thuộc Học viện Cảnh sát nhân dân tại Thanh Hóa. Do sơ xuất, chủ quan không kiểm tra nội dung Biên bản giám sát trước khi ký tên nên xảy ra lỗi thời gian bắt đầu cuộc họp và thời gian kết thúc cuộc họp không phù hợp so với thời gian giám sát thực tế.

CÔNG TÁC KIỂM TRA, GIÁM SÁT BỊ BUÔNG LỎNG

Tham gia đoàn Thanh tra số 3, ông Lương Duyên Thống - Trưởng phòng Quản lý vận tải, phương tiện và người lái (Cục ĐBVN) cho biết thêm, ở một sở GTVT, qua kiểm tra phát hiện chưa có phương án tổ chức đào tạo, sát hạch, cấp GPLX đặc thù cho các đối tượng là đồng bào dân tộc thiểu số, không biết đọc, không biết viết tiếng Việt. Bên cạnh đó, đơn vị chưa sâu sát, quyết liệt trong khâu quản lý; chưa thường xuyên tổ chức kiểm tra và giám sát khâu đào tạo tại các cơ sở đào tạo. Đặc biệt, sở GTVT này chưa kiểm tra, rà soát quá trình đào tạo, để cho một số cơ sở đào tạo vẫn có học viên chưa đủ điều kiện vẫn tham dự các kỳ sát hạch cấp GPLX. Trong quá trình sát hạch, qua giám sát trên hệ thống camera tại các trung tâm đào tạo sát hạch vẫn còn có hiện tượng học viên trao đổi bài trong quá trình sát hạch.

Đối với các cơ sở đào tạo, Đoàn kiểm tra đã phát hiện một số cơ sở đào tạo, sát hạch chưa thực hiện đúng nội dung, chương trình, kế hoạch và tiến độ đào tạo như tại Đồng Nai và Tiền Giang. Một số cơ sở đào tạo chưa kiểm tra, rà soát để các học viên chưa học đủ nội dung và chương trình vẫn được tham gia kiểm tra cấp chứng chỉ và tham dự các kỳ sát hạch cấp GPLX như tại Bà Rịa - Vũng Tàu, Bình Thuận. Ngoài ra, công tác quản lý giáo viên, quản lý xe tập lái chưa chặt chẽ, vẫn còn tình trạng thay đổi giáo viên, xe tập lái không đúng kế hoạch, tiến độ đào tạo, việc này không được báo cáo kịp thời lên các sở GTVT (nơi quản lý công tác đào tạo, sát hạch, cấp GPLX) như tại Cà Mau, Long An... ❑

Sân sát hạch lái xe được đầu tư khang trang, hiện đại

CÔNG TÁC ĐÀO TẠO, SÁT HẠCH VÀ CẤP GPLX: NHỮNG VẤN ĐỀ ĐẶT RA

Những quy định về công tác đào tạo, sát hạch, cấp GPLX đã khá đầy đủ, song từ cuộc "tổng kiểm tra" vừa qua đã phát lộ những lỗ hổng quản lý và tồn tại trong thực thi được ngành GTVT xem xét, khắc phục từ công tác sửa đổi, bổ sung hoàn thiện thể chế, đến việc cụ thể hóa phân cấp, phân quyền và kiểm tra giám sát để nâng cao hiệu lực, hiệu quả quản lý nhà nước và chất lượng đào tạo, phòng ngừa tiêu cực trong lĩnh vực đào tạo, sát hạch cấp GPLX đang được dư luận quan tâm.

Làm gì để khắc phục tồn tại trong quản lý đào tạo, sát hạch lái xe?

KHÁNH LÊ - MINH TÙNG

Thực tế cho thấy do còn một số bất cập cơ chế chính sách quản lý, tổ chức vận hành nên đã làm khó các cơ sở đào tạo, sát hạch lái xe. Bên cạnh đó, việc ứng dụng công nghệ mới, thiết bị mới khiến không ít cơ sở gặp lúng túng trong vận hành. Vì vậy, cần khẩn trương sửa đổi, bổ sung các quy định nhằm nâng cao năng lực quản lý nhà nước trong đào tạo, sát hạch, cấp GPLX.

Giờ học lý thuyết của học viên

CÒN NHIỀU BẤT CẬP

Chia sẻ với Tạp chí GTVT, ông Nguyễn Văn Hải - Phó Giám đốc Sở GTVT tỉnh Nghệ An cho biết, qua đợt thanh kiểm tra vừa qua, các đơn vị còn tồn tại, hạn chế mà đoàn thanh tra đã chỉ ra phải khẩn trương khắc phục như phòng học, sân tập, xe tập lái, công tác tuyển sinh, công tác đào tạo, giáo vụ, ca-bin học lái...

"Chúng tôi kiến nghị sửa đổi một số quy định đang gây khó khăn trong công tác đào tạo, ví dụ như: Trong văn bản Hướng dẫn số 09/VBHD-BGTVT ngày 09/6/2022 của Bộ GTVT quy định, cơ sở đào tạo xây dựng chương trình học phải tập trung, liên tục, học theo nhóm (học thực hành) trong khoảng thời gian cố định... Tuy nhiên, khi triển khai giảng dạy có sự điều chỉnh giáo viên, phương tiện, nhiều thời điểm học viên có nguyện vọng thay đổi lịch học, như vậy sẽ không đúng như chương trình gửi cho Sở GTVT theo báo cáo 1. Thực tế này không chỉ xảy ra ở Nghệ An mà rất nhiều địa phương khác cũng đang gặp phải", ông Hải kiến nghị.

Còn ông Đào Duy Phong - Phó Giám đốc Sở GTVT Hà Nội đề nghị nên sửa chuyên ngành của giáo viên dạy lý thuyết bởi theo quy định thì giáo viên dạy lý thuyết phải có bằng tốt nghiệp trung cấp trở lên một trong các ngành: luật, công nghệ ô tô, công nghệ kỹ thuật ô tô, lắp ráp ô tô; giáo viên dạy môn Kỹ thuật lái xe phải có GPLX tương ứng hạng xe đào tạo trở lên... Trong chương trình đào tạo lái xe có môn Đạo đức, văn hóa giao thông và phòng chống tác hại của rượu, bia khi tham gia giao thông, trong đó có nội dung học "Thực hành cấp cứu TNGT". Thực tế, các cơ sở đào tạo muốn tuyển

dụng, phân công giáo viên có trình độ nghiệp vụ liên quan đến y tế để giảng dạy, nhưng giáo viên có chuyên môn về y tế lại không đáp ứng tiêu chuẩn đối với giáo viên dạy lý thuyết.

Ngoài ra, cũng cần sửa đổi quy định về chương trình và phân bổ thời gian đào tạo. Theo đó, cần quy định rõ khung thời gian học được công nhận vào ban đêm đối với học viên...; giảm thời gian lưu trữ dữ liệu giám sát bằng camera phòng sát hạch lý thuyết; mô phỏng các tình huống sát hạch trên sân sát hạch xuống còn 1 năm...

Đặc biệt, lãnh đạo nhiều sở GTVT, địa phương và cơ sở đào tạo sát hạch lái xe phía Nam đồng kiến nghị việc sử dụng thiết bị DAT trong đào tạo bởi đây là nội dung mới, phức tạp về yếu tố kỹ thuật cũng như nhân lực vận hành. Trong khi đó, đường truyền không ổn định, nhiều lúc mất tín hiệu nên không lưu trữ được dữ liệu khi đi qua khu vực mất sóng, dẫn tới việc học viên phải học bổ sung, gây phiền phức, tốn kém cho cả người học và cơ sở đào tạo.

HOÀN THIỆN CƠ CHẾ QUẢN LÝ

Trao đổi với Tạp chí GTVT, ông Lương Duyên Thống - Trưởng phòng Quản lý vận tải, phương tiện và người lái (Cục ĐBVN) cho biết, qua kiểm tra đã phát hiện một số bất cập trong công tác đào tạo, sát hạch, cấp GPLX để kiến nghị Chính phủ, Bộ GTVT sửa đổi, bổ sung hoàn thiện thể chế giúp nâng cao hiệu lực, hiệu quả quản lý nhà nước, nâng cao chất lượng và phòng ngừa tiêu cực trong công tác đào tạo, sát hạch, cấp GPLX trong thời gian tới.

Ngày 08/5, Bộ trưởng Bộ GTVT Nguyễn Văn Thắng đã ký Chỉ thị số 05/CT-BGTVT về "Đổi mới, tăng cường quản lý, phòng, chống tiêu cực và nâng cao chất lượng công tác đào tạo, sát hạch, cấp GPLX cơ giới đường bộ". Bộ trưởng yêu cầu thủ trưởng các cơ quan, đơn vị có liên quan thuộc Bộ GTVT, giám đốc các sở GTVT khẩn trương chỉ đạo, tổ chức thực hiện rà soát văn bản quy phạm pháp luật, tiêu chuẩn, quy chuẩn về đào tạo, sát hạch, cấp GPLX cơ giới đường bộ để kịp thời phát hiện những nội dung không còn phù hợp để đề xuất sửa đổi, điều chỉnh, bổ sung cho phù hợp với tình hình thực tế.

Bộ trưởng đề nghị tiếp tục rà soát, hoàn thiện các tiêu chuẩn, điều kiện về cơ sở vật chất đối với các cơ sở đào tạo lái xe; có cơ chế kiểm soát chặt chẽ, chấm dứt tình trạng cấp GPLX cho người nghiện ma túy, người không đủ năng lực, hành vi, sức khỏe; đề xuất giải pháp quản lý lái xe sau đào tạo; tăng cường ứng dụng công nghệ thông tin trong công tác đào tạo, sát hạch, quản lý lái xe theo chỉ đạo của Thủ tướng Chính phủ tại Chỉ thị số 10/CT-TTg ngày 19/4/2023.

Bộ trưởng Nguyễn Văn Thắng yêu cầu Cục ĐBVN chấn chỉnh, nâng cao chất lượng công tác đào tạo, sát hạch, cấp GPLX; tăng cường công tác phòng, chống tham nhũng, tiêu cực trong công tác đào tạo, sát hạch, cấp, đổi GPLX cơ giới đường bộ; nâng cao chất lượng thanh tra, kiểm tra công tác đào tạo, sát hạch, cấp GPLX tại các sở GTVT, cơ sở đào tạo lái xe, trung tâm sát hạch lái xe theo quy định để kịp thời phát hiện, chấn chỉnh, khắc phục các tồn tại.

NGHIÊM TÚC CHẤN CHỈNH

Thượng tá Hoàng Tuấn Anh - Giám đốc Trung tâm Dạy nghề - Đào tạo và Sát hạch lái xe, Học viện Cảnh sát nhân dân cho biết: "Qua công tác thanh kiểm tra, Trung tâm đã nhận thấy còn nhiều tồn tại. Trên tinh thần khẩn trương và tích cực, chúng tôi đã trang bị lại đầy đủ các hình vẽ hệ thống báo hiệu đường bộ tại các phòng học môn Pháp luật giao thông đường bộ, đồng thời trong tháng 5 sẽ lắp đặt đủ thiết bị DAT trên 146 xe tập lái của Trung tâm (hiện đã lắp được 101/146 xe). Bên cạnh đó, tại biên bản của Đoàn kiểm tra có nêu một số học viên học lái xe đã hoàn thành việc học lái xe có thiết bị và dữ liệu DAT giám sát nhưng những học viên này lại học trên nhiều xe tập lái khác nhau của Trung tâm, một số trường hợp thiếu dữ liệu về giáo viên. Để khắc phục tình trạng này, Trung tâm đã tiến hành kiểm tra, rà soát toàn bộ dữ liệu của các lớp đang đào tạo lái xe của Trung tâm, đồng thời bổ sung kịp thời đủ dữ liệu theo quy định".

Ông Nguyễn Đỗ Hải Thuận - Phó Giám đốc Sở GTVT tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu cho biết, qua kiểm tra 6 xe sát hạch, trong đó có 2 xe sát hạch bổ sung hạng B1 số tự động trong hình và 4 xe thay thế hạng B1, B2 trong hình của Trung tâm Sát hạch lái xe Hải Vân, kết quả là các xe có cùng nhãn hiệu, kiểu loại, thông số kỹ thuật với ô tô sát hạch đang sử dụng tại các trung tâm sát hạch lái xe. Các xe có đầy đủ hồ sơ theo quy định; thiết bị chấm điểm tự động và được lắp trên các ô tô sát hạch lái xe có tự động báo lỗi, tự động trừ các lỗi về thay đổi mã số và chấm điểm theo quy định. Đồng thời, Sở GTVT tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu cũng đã kiểm tra sát hạch xe đang sử dụng, kết quả đều nằm trong danh sách xe sát hạch được Tổng cục ĐBVN (nay là Cục ĐBVN) cấp phép. Tuy nhiên, tại thời điểm kiểm tra do có bổ sung thêm xe sát hạch nên Trung tâm có thay đổi về ký hiệu xe sát hạch để thuận tiện cho việc quản lý và vận hành nên mới có sự thay đổi trên.

Trao đổi với Tạp chí GTVT, ông Trịnh Thanh Hùng - Phó Giám đốc Sở GTVT tỉnh Hậu Giang thông tin: "Sau khi có kết quả kiểm tra của Đoàn kiểm tra số 2 của Bộ GTVT, chúng tôi đã lập đoàn kiểm tra đối với Trung tâm Giáo dục nghề nghiệp đào tạo và Sát hạch lái xe TP. Vị Thanh với các vi phạm: Có dữ liệu DAT nhưng không đủ tiêu chuẩn (3 học viên hạng B2, 2 học viên hạng B1 học thiếu số giờ và km quãng đường); 129 học viên không có thông tin dữ liệu DAT".

Nguyên nhân của sự việc là do phiên học của học viên được lưu trong hệ thống của trung tâm đào tạo nhưng việc truyền tải dữ liệu DAT từ cơ sở lên hệ thống quản lý dữ liệu DAT của Cục ĐBVN hoạt động không ổn định, nhiều lúc bị treo nên nhiều phiên học của học viên chỉ ghi nhận kết quả ở máy chủ tại cơ sở đào tạo. Ngay sau đó, Sở GTVT đã yêu cầu lãnh đạo và nhân viên theo dõi phần mềm DAT của cơ sở đào tạo nghiêm túc kiểm điểm trách nhiệm khi để xảy ra sai sót trong quá trình đào tạo. ❑

CÔNG TÁC ĐÀO TẠO, SÁT HẠCH VÀ CẤP GPLX: NHỮNG VẤN ĐỀ ĐẶT RA

Những quy định về công tác đào tạo, sát hạch, cấp GPLX đã khá đầy đủ, song từ cuộc "tổng kiểm tra" vừa qua đã phát lộ những lỗ hổng quản lý và tồn tại trong thực thi được ngành GTVT xem xét, khắc phục từ công tác sửa đổi, bổ sung hoàn thiện thể chế, đến việc cụ thể hóa phân cấp, phân quyền và kiểm tra giám sát để nâng cao hiệu lực, hiệu quả quản lý nhà nước và chất lượng đào tạo, phòng ngừa tiêu cực trong lĩnh vực đào tạo, sát hạch cấp GPLX đang được dư luận quan tâm.

Ứng dụng công nghệ số nâng chất lượng đào tạo, sát hạch

MINH TÙNG - VĂN QUYẾT

Xây dựng thương hiệu bằng uy tín, chất lượng, đồng thời tăng cường ứng dụng khoa học công nghệ vào công tác đào tạo, sát hạch lái xe đã mang lại hiệu quả thiết thực cho nhiều cơ sở đào tạo, sát hạch cấp GPLX. Đây là hướng đi mới đang được nhiều địa phương áp dụng, góp phần minh bạch hóa thông tin dữ liệu, đặc biệt là trang bị cho người học những kỹ năng tốt nhất khi ngồi sau tay lái.

Hơn 60% học viên đến đăng ký học lái xe ở Trường Tiến Bộ là qua hình thức "truyền miệng"

ỨNG DỤNG KHOA HỌC CÔNG NGHỆ TRONG ĐÀO TẠO

Với những quy định chặt chẽ trong đào tạo, sát hạch lái xe đã giúp cho các trung tâm thay đổi mạnh mẽ việc ứng dụng khoa học công nghệ (KHCN). Đơn cử như tại tỉnh Sơn La, các cơ sở đào tạo đã hoàn thành việc ứng dụng công nghệ nhận dạng, theo dõi thời gian học lý thuyết môn học Pháp luật giao thông đường bộ để giám sát quá trình học của học viên. Đồng thời, 100% xe tập lái phục vụ công tác đào tạo lái xe trên đường đã được đầu tư lắp đặt thiết bị giám sát thời gian và quãng đường học thực hành lái xe. Ngoài ra, tại các đơn vị này đã hoàn thiện lắp camera giám sát tại phòng sát hạch lý thuyết, sân sát hạch lái xe trong hình và truyền dữ liệu về Cục ĐBVN để quản lý, giám sát, lưu trữ và chia sẻ dữ liệu với Sở GTVT từ ngày 01/01/2020, đảm bảo quá trình công khai, minh bạch kỳ sát hạch.

Ông Nguyễn Anh Cương - Trưởng phòng Quản lý vận tải, phương tiện và người lái (Sở GTVT tỉnh Sơn La) cho biết, với việc ứng dụng công nghệ giúp các cơ sở đào tạo trên địa bàn nâng cao chất lượng và học viên sau khi cầm tấm "bằng" nghề có thể tự tin thi sát hạch để cấp GPLX. Sau khi các khóa thi sát hạch kết thúc, căn cứ vào bài thi không đạt, các cơ sở đào tạo sẽ rà soát các lỗi người học lái xe còn yếu, thường xuyên mắc phải để có kế hoạch và phương pháp khắc phục, giảng dạy hiệu quả hơn...

Đồng quan điểm, ông Nguyễn Văn Gia - Phó Giám đốc Sở GTVT tỉnh Lâm Đồng cho hay, để thực hiện nhiệm vụ chuyển đổi số quốc gia và tạo thuận lợi cho học viên trong thực hiện thủ tục hồ sơ, chúng tôi yêu cầu các đơn vị nghiên cứu, triển khai xây dựng phần mềm ứng dụng trên internet để người dân đăng ký học lái xe qua mạng và thanh toán học phí không dùng tiền mặt.

"Việc chuyển đổi số áp dụng vào lĩnh vực đào tạo lái xe là một bước đi rất mới. Công việc kinh doanh của tôi khá bận rộn, giờ đây tôi không cần phải đến trực tiếp trung tâm để đăng

ký học lái xe nữa mà tất cả chỉ cần ngồi bên chiếc máy tính hoặc điện thoại thông minh là tôi có thể làm các thủ tục đăng ký nhập học", chị Vũ Thị Lý - một người đang làm thủ tục đăng ký tham gia khóa học lái xe trên địa bàn tỉnh Lâm Đồng chia sẻ.

KHÔNG CÓ KHÁI NIỆM "BỔ TÚC TAY LÁI"

Trải qua hơn 30 năm hoạt động trong lĩnh vực đào tạo, sát hạch lái xe, ông Nguyễn Anh Dũng - Phó Hiệu trưởng Trường Trung cấp Giao thông Tiến Bộ (Trường Tiến Bộ) cho biết: "Hiện nay, những ai có nhu cầu thực, cần bằng lái xe để hành nghề thì mới đi học, chứ không còn tình trạng học rồi để đó, bởi người học bị khống chế về thời gian. Những năm qua, Trường Tiến Bộ luôn đi đầu trong việc triển khai các quy định trong lĩnh vực đào tạo, sát hạch lái xe thông qua việc đầu tư, nâng cấp sân bãi, phòng học, phương tiện, thiết bị... để đáp ứng nhu cầu của học viên, như gần đây nhất là triển khai lắp đặt DAT, máy tính học mô phỏng, ca-bin điện tử... Tuy nhiên, quan điểm của chúng tôi là luôn chia sẻ với người học nên trường vẫn cố gắng "gồng gánh", không tăng học phí, duy trì ở mức mặt bằng chung hạng B2 là 20.900.000 đồng, hạng C là 21.900.0000 đồng".

Theo ông Dũng, từ trước đến nay, Trường Tiến Bộ không triển khai đăng quảng cáo bằng các chương trình giảm giá, khuyến mãi trên các trang mạng xã hội để thu hút học viên. Thay vào đó, chúng tôi lựa chọn tuyển sinh theo phương thức chăm sóc khách hàng thường xuyên và bền vững bằng cách xây dựng uy tín, thương hiệu để người học tự cảm nhận được chất lượng trong suốt quá trình học đến khi có bằng lái. Thành công của chúng tôi là có đội ngũ giáo viên dạy thực hành với bề dầy kinh nghiệm, kỹ năng sư phạm tốt, luôn lắng nghe và thấu hiểu tâm tư, nguyện vọng của học viên để truyền đạt những kiến thức nhằm nâng cao chất lượng đào tạo và tỉ lệ đậu sát hạch lái xe. Nhà trường quán triệt tuyệt đối không có hiện tượng giáo viên vòi vĩnh, thu tiền phát sinh ngoài mức học phí đã đóng.

"Trường Tiến Bộ không có khái niệm học viên kết thúc khóa học còn phải đăng ký bổ túc tay lái mà khi cầm bằng trên tay là tự tin lái xe để tham gia giao thông. Vì vậy, trải qua hơn 30 năm hoạt động trong lĩnh vực đào tạo sát hạch lái xe, chúng tôi tự tin hơn 60% học viên đến đăng ký học bằng lái xe ở Trường Tiến Bộ là qua hình thức "truyền miệng" từ những người học trước giới thiệu cho người thân, bạn bè. Đặc biệt, sau thời gian học tập và sát hạch cấp GPLX, học viên có nhu cầu hành nghề sẽ được Nhà trường tạo điều kiện giới thiệu đến các doanh nghiệp lớn uy tín để thi tuyển lái xe", ông Dũng tâm sự.

Đang tham gia khóa học B2 tại Trường Tiến Bộ, anh Nguyễn Văn Nam chia sẻ: "Do có nhu cầu học bằng lái xe B2 với mong muốn mua xe chạy dịch vụ, vì vậy khi được bạn bè giới thiệu là tôi tin tưởng đến đăng ký học. Khi tham gia khóa học, tôi mới cảm nhận được mức học phí phù hợp với chất lượng đào tạo. Phòng học lý thuyết sạch đẹp, thoải mái, nhà trường cung cấp tài liệu và có các khung giờ học lý thuyết rất linh động để học viên sắp xếp tham gia. Đặc biệt, xe học thực hành đời mới kết hợp với thầy giáo hướng dẫn chu đáo, nhiệt tình nên học viên dễ hiểu, dễ tiếp thu. Đến nay, tôi đã tự tin vững tay lái để chuẩn bị bước vào kỳ thi sát hạch lấy bằng lái xe".

"Việc áp dụng quy định gắn thiết bị DAT là cần thiết để quản lý giờ học lái xe của học viên. Tuy nhiên, các cơ quan chức năng nên xem xét giảm 810 km đường trường xuống còn 650 km là phù hợp và có thể tăng thêm số km học thực hành, như vậy sẽ thiết thực và nâng cao tay lái cho học viên. Ngoài ra, thời gian học trên ca-bin điện tử hiện nay đang áp dụng 3 giờ trong một khóa đào tạo nên xem xét có thể giảm xuống còn 1 giờ", ông Dũng kiến nghị ❑

Các học viên tập luyện tại Trung tâm Giáo dục nghề nghiệp và Sát hạch lái xe Lập Phương Thành

Chủ tịch Hồ Chí Minh đến thăm Nhà máy xe lửa Gia Lâm (ngày 19-5-1955), Người nhắc nhở cán bộ, công nhân phát huy truyền thống cách mạng của nhà máy, ra sức xây dựng miền Bắc, ủng hộ miền Nam. Ảnh: Tư liệu

KỶ NIỆM 133 NĂM NGÀY SINH CHỦ TỊCH HỒ CHÍ MINH (19/5/1890 - 19/5/2023)

VÌ SAO UNESCO TÔN VINH CHỦ TỊCH HỒ CHÍ MINH LÀ "NHÂN VẬT KIỆT XUẤT", "DANH NHÂN VĂN HÓA THẾ GIỚI"?

GS. TS. MẠCH QUANG THẮNG

Cuối năm 1974, tại Paris (Cộng hòa Pháp), Phiên họp lần thứ 18 Đại Hội đồng Tổ chức Khoa học, Giáo dục, Văn hóa của Liên hợp quốc (UNESCO) đã ra Nghị quyết, mang ký hiệu số 18C/4.351, trong đó viết rằng: sẽ định kỳ xét để "tổ chức lễ kỷ niệm các nhân vật kiệt xuất và sự kiện lớn tại các quốc gia thành viên nhằm góp phần làm cho mọi người biết đến tên của các nhân vật này và các sự kiện đã để lại dấu ấn trong sự phát triển của nhân loại".

13 năm sau, tại Khóa họp lần thứ 24 cuối năm 1987, trên cơ sở đề xuất

của phía Việt Nam và một số quốc gia khác, Đại Hội đồng UNESCO có một chương trình nghị sự thảo luận, xem xét và đã thông qua Nghị quyết, mang ký hiệu số 24C/16 về việc sẽ tổ chức kỷ niệm 6 nhân vật, trong đó có chương trình Kỷ niệm 100 năm ngày sinh Chủ tịch Hồ Chí Minh (Việt Nam).

Cuộc thảo luận về kỷ niệm các nhân vật kiệt xuất năm 1987 diễn ra trong bối cảnh nội bộ UNESCO đang diễn ra cuộc đấu tranh tập hợp lực lượng mới sau khi một số nước, trong đó có Mỹ rút khỏi UNESCO. Một số nước đề nghị để đến năm 1989, Phiên họp lần thứ 25 sẽ công nhận bởi đến lúc đó mới là kỷ niệm năm chẵn, nhưng nhiều đoàn đề nghị phải thông qua ngay trong năm 1987 thì mới đỡ cập rập cho năm 1990. Toàn bộ hồ sơ, biên bản của Phiên họp đã được in ấn, hiện Bảo tàng Hồ Chí Minh của Việt Nam đang lưu giữ quyển hồ sơ này.

Nghị quyết về Kỷ niệm 100 năm Ngày sinh của Chủ tịch Hồ Chí Minh có đoạn mở đầu nhắc lại Nghị quyết Phiên họp toàn thể lần thứ 18, số 18C/4351 như là mặc định phải tuân thủ rằng: "Xét thấy việc tổ chức kỷ niệm trên quy mô quốc tế những nhà trí thức lỗi lạc và danh nhân văn hóa là góp phần vào việc thực hiện những mục tiêu của UNESCO và vào sự hiểu biết trên thế giới".

Nhìn lại bối cảnh những năm cuối thập niên 80 của thế kỷ 20 để thấy rằng việc UNESCO tôn vinh Chủ tịch Hồ Chí Minh không hề dễ dàng, thậm chí không thể nếu nhân vật không phải là Hồ Chí Minh, bởi lúc đó (năm 1987) vấn đề Campuchia và vấn đề người Việt Nam vượt biên đang nổi lên. Trong lúc đó, hệ thống XHCN đang lún sâu vào cuộc khủng hoảng. Trong tổng số phiếu 159 nước thành viên Đại Hội đồng thì các nước XHCN chỉ có 8. Thế nhưng, cuộc thảo luận của Đại Hội đồng Phiên họp lần thứ 24 diễn ra với tình cảm chân thành đối với nhân vật được đề xuất trong hồ sơ là Chủ tịch Hồ Chí Minh. Gần 30 nước đã ký tên đồng tác giả dự thảo Nghị quyết về Kỷ niệm 100 năm Ngày sinh của Chủ tịch Hồ Chí Minh gửi lên Đại Hội đồng. Cuộc họp Tiểu ban các vấn đề văn hóa đã thảo luận dự thảo này và được thông qua tại Đại Hội đồng bằng biểu quyết với đa số tán thành.

Trong quá trình thảo luận, Chủ tọa phiên họp (quý bà người Thái Lan) cho rằng, tư tưởng Hồ Chí Minh là tài sản chung của nhân loại, có giá trị vĩnh hằng, là niềm tự hào của các dân tộc. Một đại biểu của Cộng hòa Dân chủ Đức cho rằng, chủ nghĩa nhân văn Hồ Chí Minh là chủ nghĩa nhân văn của mọi thời đại. Một đại biểu của Sri Lanca cho rằng, Hồ Chí Minh là một nhà tiên tri, là ngọn hải đăng của các dân tộc bị áp bức trên toàn thế giới. Còn ông Trưởng đoàn đại biểu của Ấn Độ thì cho rằng, Hồ Chí Minh là một danh xưng cao quý, không chỉ nằm ngay trong mỗi chúng ta, mà gắn với sự tiến bộ của thời đại, vì vậy việc kỷ niệm 100 năm Ngày sinh của Hồ Chí Minh vừa là một sự kiện quan trọng, vừa là niềm tự hào, niềm vinh dự lớn lao đối với mọi người lao động.

Nghị quyết trên đây của UNESCO ghi nhận rằng, "năm 1990 sẽ được đánh dấu bằng lễ kỷ niệm lần thứ 100 Ngày sinh của Chủ tịch Hồ Chí Minh, vị anh hùng giải phóng dân tộc và là nhà văn hóa kiệt xuất của Việt Nam". Nghị quyết còn khẳng định rằng: "Chủ tịch Hồ Chí Minh là một biểu tượng kiệt xuất về quyết tâm của cả một dân tộc, đã cống hiến trọn đời mình cho sự nghiệp giải phóng dân tộc của nhân dân Việt Nam, góp phần vào cuộc đấu tranh chung của các dân tộc vì hòa bình, độc lập dân tộc, dân chủ và tiến bộ xã hội... Sự đóng góp quan trọng về nhiều mặt của Chủ tịch Hồ Chí Minh trong các lĩnh vực văn hóa, giáo dục và nghệ thuật, là kết tinh của truyền thống văn hóa hàng nghìn năm của nhân dân Việt Nam và những tư tưởng của Người là hiện thân của những khát vọng của các dân tộc trong việc khẳng định bản sắc dân tộc mình và tiêu biểu cho việc thúc đẩy sự hiểu biết lẫn nhau". Do đó, Nghị quyết của UNESCO đã nêu rõ: "Khuyến nghị các quốc gia thành viên kết hợp kỷ niệm lần thứ 100 Ngày sinh của Chủ tịch Hồ Chí Minh bằng cách tổ chức những hoạt động đa dạng để tưởng niệm Người, để làm cho mọi người hiểu được tầm vóc to lớn của những tư tưởng và sự nghiệp của Người vì công cuộc giải phóng dân tộc".

UNESCO đánh giá và tôn vinh Chủ tịch Hồ Chí Minh như vậy còn là vì: Người là chiến sĩ tiên phong trong thế kỷ XX, thế kỷ phi thực dân hóa; là một con người đầy lòng vị tha, khoan dung; một chiến sĩ văn hóa, một hiệp sĩ của UNESCO tích cực giải quyết những vấn đề toàn cầu, trong đó lớn nhất và vĩ đại nhất là Người đã dành cả cuộc đời của mình cũng như hướng cả dân tộc Việt Nam cùng những dân tộc khác trên thế giới vào đấu tranh giải phóng con người. Từ mục tiêu chung nhất đó, Chủ tịch Hồ Chí Minh nêu lên và hướng vào giải quyết vấn đề hòa bình, hòa bình cho dân tộc Việt Nam và hòa bình cho thế giới, một nền hòa bình thật sự, hòa bình bền vững mà trên đó bảo đảm các quyền dân tộc cơ bản độc lập, chủ quyền, thống nhất và toàn vẹn lãnh thổ.

Phiên họp lần thứ 24 Đại Hội đồng UNESCO năm 1987 tại Paris đã thực hiện được một sứ mệnh lớn lao, có ý nghĩa quan trọng đối với việc làm cho các dân tộc hiểu biết nhau hơn, làm cho con người xích lại gần nhau hơn, làm cho thế giới đẹp hơn lên khi khuyến nghị các quốc gia thành viên có những hoạt động kỷ niệm, tưởng niệm những danh nhân, những sự kiện văn hóa theo tiêu chí của mình, trong đó có Chủ tịch Hồ Chí Minh. Điều đó có ý nghĩa văn hóa thật sự lớn lao, bất chấp độ dài của thời gian phát triển nhân loại ❑

Bài viết tham khảo "Biên bản của Đại Hội đồng UNESCO, Phiên họp lần thứ 24 tại Paris, từ ngày 20/10 đến ngày 20/11/l987"; đồng thời tham khảo cuốn sách của các tác giả Mạch Quang Thắng, Bùi Đình Phong, Chu Đức Tính: UNESCO với sự tôn vinh Chủ tịch Hồ Chí Minh - Anh hùng giải phóng dân tộc, Nhà văn hóa kiệt xuất, NXB. Chính trị quốc gia, Hà Nội, 2013.

BẢO ĐẢM ATGT DỊP NGHỈ LỄ, TẾT

Kinh nghiệm từ kỳ nghỉ lễ 30/4 - 1/5 vừa qua

Lực lượng CSGT điều khiển flycam giúp điều tiết giao thông khu vực hay xảy ra ùn tắc

VĂN HUẾ

Để chủ động đảm bảo trật tự ATGT, phòng ngừa và giải quyết UTGT trong dịp nghỉ lễ, tết tại Thủ đô Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh, Cục CSGT và công an các địa phương giáp ranh đã chủ động xây dựng phương án phân luồng giao thông từ xa, giải quyết UTGT khu vực cửa ngõ.

BAY FLYCAM "SOI" GIẢI QUYẾT ÙN TẮC GIAO THÔNG

Thượng tá Tạ Thị Hồng Minh - Phó Trưởng phòng Hướng dẫn tuyên truyền, điều tra, giải quyết TNGT (Cục CSGT, Bộ Công an) chia sẻ một số kinh nghiệm trong công tác đảm bảo ATGT dịp nghỉ lễ, 30/4 - 1/5 năm nay (dài 5 ngày) tại Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh.

Theo Thượng tá Minh, nhìn từ thực tế địa bàn Hà Nội, Cục CSGT đã phối hợp với Công an Thành phố thực hiện đồng bộ nhiều biện pháp nghiệp vụ nhằm bảo đảm trật tự ATGT, trong đó có việc thí điểm sử dụng bay flycam trên các tuyến đường tại Hà Nội (gồm nút giao Pháp Vân - Vành đai 3; nút giao Đại lộ Thăng Long - Khuất Duy Tiến - Trần Duy Hưng; nút giao Nguyễn Trãi - Khuất Duy Tiến - Nguyễn Xiển; nút giao Cổ Linh - cao tốc Hà Nội - Hải Phòng; nút giao cầu Phù Đổng - QL.5 - cầu Thanh Trì), qua đó kịp thời phát hiện, tiếp cận và giải quyết ngay các sự cố một cách linh hoạt.

"Qua hình ảnh truyền về trung tâm, chúng tôi đã có phương án và phối hợp với các cơ quan báo chí kịp thời đưa tin về tình hình giao thông, thời tiết cực đoan ảnh hưởng đến giao thông và phương án điều tiết phân luồng của lực lượng CSGT trên VOV giao thông, giúp người tham gia giao thông trên tuyến chủ động lựa chọn lộ trình, thời gian di chuyển phù hợp, tránh đi vào khu vực giao thông phức tạp, hạn chế tối đa ùn tắc kéo dài. Đây là một cách thức mới mà lực lượng CSGT đưa vào hoạt động nghiệp vụ trong dịp cao điểm nghỉ lễ vừa qua", Thượng tá Tạ Thị Hồng Minh nói.

Tài xế Lê Văn Thiết - lái xe của Công ty Cổ phần Xe khách Ninh Bình cho biết rất bất ngờ khi diễn biến giao thông ở đường Vành đai 3 trên cao được cập nhật trên kênh giao thông. Chiều ngày 28/4 vừa qua, trước giờ xuất bến, cánh tài xế rất lo lắng vì không biết tình hình giao thông từ đường Giải Phóng ra Pháp Vân như thế nào? Liệu có phải thay đổi hành trình đi vào QL.1 hay không khi đoàn người ùn ùn đổ về quê. Quả thực, chưa năm nào mà trong ngày cao điểm việc di chuyển từ bến xe Giáp Bát ra bến xe Nước Ngầm lại thuận tiện như vậy.

Trao đổi với Tạp chí GTVT, Thượng tá Phạm Quang Huy - Phó Cục trưởng Cục CSGT (Bộ Công an) thông tin thêm, việc thí điểm bay flycam để xác định vị trí ùn tắc hoặc xảy ra sự cố trên tuyến Vành đai 3 và cửa ngõ phía Nam Hà Nội, từ đó có phương án phối hợp cùng lực lượng CSGT Hà Nội điều tiết phân luồng giao thông, xử lý sự cố cũng như các vụ va chạm TNGT trên đường.

Bên cạnh đó, Cục CSGT đã thành lập 9 tổ công tác đi xe mô tô tuần tra lưu động trên các tuyến đường để tiếp cận điểm xung đột, đồng thời phối hợp nhịp nhàng giữa các đơn vị

và địa phương. Tại các nút giao đều có cán bộ chiến sĩ CSGT đứng điều tiết, tất cả đều sử dụng mô tô cho cơ động.

CHỦ ĐỘNG CÁC PHƯƠNG ÁN PHÂN LUỒNG GIAO THÔNG TỪ XA

Theo Thượng tá Tạ Thị Hồng Minh, để chủ động phương án phân luồng từ xa, Cục CSGT đã có kế hoạch cụ thể gửi công an các địa phương giáp ranh, đặc biệt là tại các điểm ra vào tuyến cao tốc.

Thượng tá Minh đưa ra dẫn chứng, đối với địa bàn TP. Hà Nội đi cao tốc Pháp Vân - Cầu Giẽ - Ninh Bình và QL.1A từ Hà Nội đến Ninh Bình, Thanh Hóa và ngược lại; tuyến QL.32 tiếp giáp Hà Nội (Nam Từ Liêm, Bắc Từ Liêm); tuyến cao tốc Nội Bài - Lào Cai và QL.2A (đoạn tiếp giáp Hà Nội); tuyến cao tốc Hà Nội - Thái Nguyên và QL.3 (đoạn giáp Hà Nội), các phương tiện không lưu thông được đều có phương án phân luồng cho các địa phương rất cụ thể.

Tương tự, tại TP. Hồ Chí Minh, tuyến QL.13 phía Tây Nguyên ra vào cửa ngõ TP. Hồ Chí Minh; tuyến QL.1 phía Bắc ra vào cửa ngõ vào TP. Hồ Chí Minh; tuyến cao tốc Hồ Chí Minh - Trung Lương vào TP. Hồ Chí Minh; tuyến cao tốc TP. Hồ Chí Minh - Long Thành - Dầu Giây vào TP. Hồ Chí Minh; tuyến QL.22 ra vào cửa ngõ TP. Hồ Chí Minh, các phương tiện không lưu thông được đều có phương án đi các tuyến đường địa bàn giáp danh.

Về một số kinh nghiệp trong công tác đảm bảo trật tự ATGT trên tuyến cao tốc với địa bàn giáp ranh, Thượng tá Nguyễn Mạnh Thắng - Đội trưởng Đội Tuần tra kiểm soát giao thông Đường bộ số 3 (Đội 3), Phòng Hướng dẫn tuần tra kiểm soát giao thông đường bộ (Cục CSGT, Bộ Công an) cho biết, tuyến cao tốc Pháp Vân - Cầu Giẽ - Cao Bồ - Mai Sơn - Ninh Bình luôn có phương tiện đông lưu thông rất đông, đặc biệt vào các ngày cao điểm dịp nghỉ lễ, tết và vào dịp cuối tuần. Theo đó, Đội 3 luôn có phương án chốt, trực trên tuyến, kết hợp với tuần tra lưu động đảm bảo hướng dẫn phương tiện, sẵn sàng phương án phân luồng từ xa khi phương tiện trên tuyến tăng đột biết, đảm bảo cho nhân dân đi lại được thuận tiện, an toàn.

Được biết, tuyến cao tốc Bắc - Nam, đoạn từ Mai Sơn (Ninh Bình) đến nút giao Đông Xuân (huyện Đông Sơn - tỉnh Thanh Hóa) đã thông tuyến và nối với QL.47 qua địa bàn tỉnh Thanh Hóa vốn đã có lưu lượng phương tiện đông. Nhằm đảm bảo trật tự ATGT, Phòng CSGT Công an tỉnh Thanh Hóa đã chủ trì, phối hợp cùng với các cơ quan, đơn vị chức năng thực hiện theo phương án phân luồng phương tiện tạm thời từ nay đến ngày 31/12/2023. Tuy nhiên, do hệ thống biển báo hiệu, chỉ dẫn, vạch kẻ đường, gờ giảm tốc... hiện chưa được lắp đặt đầy đủ nên gây khó khăn cho lực lượng chức năng cũng như phương tiện tham gia giao thông, nhất là các phương tiện ngoại tỉnh chưa quen thuộc địa bàn.

Phòng CSGT Công an tỉnh Thanh Hóa đề nghị lắp đặt cụm đèn tín hiệu để chỉ huy điều khiển giao thông tại ngã 3 giao đường lên xuống cao tốc và QL.47 để giải quyết 3 xung đột giao thông tại nút giúp khắc phục nguyên nhân dẫn tới va chạm, TNGT, UTGT (gồm các xung đột giữa dòng phương tiện đi từ phía Tây xuống để rẽ trái vào cao tốc với dòng phương tiện trên QL.47 đi hướng Đông - Tây và dòng phương tiện đi từ cao tốc rẽ trái QL.47 về TP. Thanh Hóa...

Thượng tá Phạm Quang Huy cho biết thêm, thường cứ vào dịp nghỉ lễ, tết, trên các tuyến đường, đặc biệt là các điểm đầu vào tuyến cao tốc, quốc lộ... đều có lưu lượng phương tiện đông, bà con nhân dân trước khi về quê chú ý theo dõi trên các phương tiện thông tin đại chúng, không dừng phương tiện cá nhân trên đường, góp phần chống ùn ứ giao thông, đảm bảo trật tự ATGT cho chính mình và người tham gia giao thông ❑

Lối lên đường Vành đai 3 trên cao hướng đi cầu Thanh Trì

Tăng tốc phát triển hạ tầng giao thông

Thủ tướng Chính phủ Phạm Minh Chính cắt băng khánh thành 2 cao tốc tại điểm cầu cao tốc Phan Thiết - Dầu Giây, ngày 29/4/2023

VŨ THÀNH VŨ

Với khối lượng công việc "khổng lồ" của năm 2023, Bộ GTVT đang quyết tâm tối đa và đã có những kết quả cụ thể, tạo ra kỳ vọng thiết lập những kỷ lục về phát triển hạ tầng giao thông.

KHÁNH THÀNH 7 ĐOẠN TUYẾN CAO TỐC TRONG NĂM 2023

Vừa qua, sau hơn 1.000 ngày đêm thi công, 2 dự án thành phần thuộc cao tốc Bắc - Nam giai đoạn 2017 - 2020 là đoạn Mai Sơn - QL.45 và đoạn Phan Thiết - Dầu Giây đã khánh thành đưa vào khai thác, kịp thời phục vụ người dân đúng vào cao điểm dịp Lễ Giỗ Tổ Hùng Vương (10/3 Âm lịch), lễ 30/4, 1/5 theo chỉ đạo của Thủ tướng Chính phủ.

Với 4 làn xe cao tốc, vận tốc thiết kế 80 km/h trong giai đoạn phân kỳ đầu tư, cao tốc Mai Sơn - QL.45 giúp cung đường Hà Nội - Thanh Hóa rút ngắn thời gian di chuyển chỉ còn 2 giờ thay vì khoảng 3 giờ khi phải đi trên QL.1 vốn có mật độ phương tiện rất lớn.

Tại phía Nam, cao tốc Phan Thiết - Dầu Giây đã được đưa vào khai thác với 99 km cao tốc 4 làn xe hoàn chỉnh, vận tốc thiết kế 120 km/h. Tuyến đường đã hiện thực hóa những kỳ vọng của người dân về việc di chuyển trong ngày trên cung đường TP. Hồ Chí Minh - thành phố biển Phan Thiết.

Đặc biệt, với việc cao tốc Phan Thiết - Dầu Giây kết hợp với cao tốc TP. Hồ Chí Minh - Long Thành - Dầu Giây dài 55 km, lần đầu tiên khu vực Đông Nam bộ và Nam Trung bộ có đoạn tuyến cao tốc liền mạch được đưa vào khai thác dài nhất với hơn 150 km, hứa hẹn tạo ra "cú hích" đáng kể cho tăng trưởng kinh tế - xã hội, bảo đảm an ninh - quốc phòng cho khu vực trọng yếu này.

Trong tháng 5/2023, 2 dự án thành phần cao tốc Bắc - Nam là đoạn Vĩnh Hảo - Phan Thiết (dài 100,8 km) và đoạn Nha Trang - Cam Lâm (dự án PPP, dài 49,1 km) cũng đồng thời khánh thành, đưa vào khai thác dịp 19/5/2023.

Bộ GTVT đang đặt quyết tâm tối đa để thực hiện cho được mục tiêu hoàn thành 3 dự án thành phần cao tốc Bắc - Nam khác là cao tốc QL.45 - Nghi Sơn (dài 43,28 km), Nghi Sơn - Diễn Châu (dài khoảng 50 km), cầu Mỹ Thuận 2 và đường dẫn 2 đầu trong quý III và quý IV/2023.

Như vậy, trong 11 dự án thành phần cao tốc Bắc - Nam phía Đông giai đoạn 2017 - 2020 có tổng chiều dài 652,86 km, đến tháng 5/2023 có 6 dự án khánh thành đưa vào khai

thác gồm: Cao Bồ - Mai Sơn, Mai Sơn - QL.45, QL.45 - Nghi Sơn, Nha Trang - Cam Lâm, Vĩnh Hảo - Phan Thiết, Phan Thiết - Dầu Giây. Cuối năm 2023, số dự án thành phần hoàn thành dự kiến là 9/11. Trong năm 2024, Bộ GTVT dự kiến hoàn thành 2 đoạn còn lại là Diễn Châu - Bãi Vọt (dự án PPP, dài 49,3 km) và Cam Lâm - Vĩnh Hảo (dự án PPP, dài 78,5 km).

RỐT RÁO "TĂNG TỐC" CÁC DỰ ÁN GIAO ĐỊA PHƯƠNG LÀM CHỦ ĐẦU TƯ

Song hành với việc khánh thành 7 đoạn tuyến cao tốc, Bộ trưởng Bộ GTVT Nguyễn Văn Thắng vừa qua đã nhấn mạnh yêu cầu "các dự án trọng điểm có thời hạn hoàn thành trong năm 2023 dứt khoát phải đạt được, không được chậm trễ, không được chủ quan, đảm bảo tiến độ, nhất là chất lượng công trình".

Theo thống kê của Bộ GTVT, hiện nay nhiều dự án giao thông chậm tiến độ, thậm chí chưa giải ngân, đặc biệt là nhóm dự án giao các địa phương làm chủ đầu tư. Nguyên nhân chủ yếu vẫn tồn tại ở khâu thực hiện công tác GPMB, chuyển đổi mục đích sử dụng đất rừng, di dời hạ tầng kỹ thuật, điều chỉnh tổng mức đầu tư...

Để thúc đẩy tiến độ đầu tư xây dựng của dự án, Bộ trưởng Nguyễn Văn Thắng yêu cầu Sở GTVT tỉnh Lạng Sơn khẩn trương phối hợp với cơ quan tham mưu của Bộ Tài nguyên và Môi trường để hoàn chỉnh thủ tục báo cáo đánh giá tác động môi trường, hoàn chỉnh các thủ tục về đầu tư để thẩm định, trình Bộ GTVT phê duyệt dự án QL.4B (tỉnh Lạng Sơn), đồng thời khẩn trương triển khai các thủ tục liên quan để sớm khởi công dự án.

Đối với các dự án chưa phê duyệt thiết kế triển khai sau thiết kế cơ sở, dự toán, Bộ trưởng yêu cầu các Sở GTVT: Hà Tĩnh, Quảng Trị, Đà Nẵng cần quyết liệt chỉ đạo tư vấn thiết kế khẩn trương hoàn chỉnh hồ sơ thiết kế bản vẽ thi công, dự toán, đảm bảo chất lượng, trình thẩm định, phê duyệt để khởi công dự án theo tiến độ đã được chấp thuận.

Đối với các dự án đang thi công, không hoàn thành kế hoạch năm 2022, Bộ trưởng Nguyễn Văn Thắng yêu cầu Sở GTVT các tỉnh: Điện Biên, Yên Bái, Hà Nam, Nghệ An, Thanh Hóa phối hợp chặt chẽ với các đơn vị liên quan khẩn trương hoàn chỉnh các thủ tục điều chỉnh chủ trương đầu tư, điều chỉnh dự án, điều chỉnh thời gian hoàn thành dự án ngay khi được Thủ tướng Chính phủ chấp thuận.

Đối với các dự án hoàn thành kế hoạch năm 2023, Bộ trưởng yêu cầu Sở GTVT các tỉnh: Hưng Yên, Hà Nam và Ban QLDA Công trình giao thông và Nông nghiệp phát triển nông thôn tỉnh Đắk Lắk chỉ đạo các nhà thầu huy động đầy đủ máy móc, thiết bị, nhân lực, vật tư, vật liệu..., tranh thủ điều kiện thời tiết thuận lợi, làm "3 ca, 4 kíp", bố trí đủ mũi thi công nhằm đẩy nhanh tiến độ dự án; khẩn trương phối hợp chặt chẽ với các đơn vị liên quan giải quyết dứt điểm các khó khăn, vướng mắc liên quan đến GPMB để hoàn thành dự án theo kế hoạch.

Đối với các dự án hoàn thành kế hoạch sau năm 2023, Bộ trưởng yêu cầu Sở GTVT các tỉnh: Cao Bằng, Tuyên Quang, Quảng Bình, Đồng Tháp chỉ đạo các nhà thầu tập trung thi công, bám sát kế hoạch đã được chấp thuận; phối hợp chặt chẽ với các đơn vị liên quan giải quyết dứt điểm các khó khăn, vướng mắc liên quan đến GPMB để hoàn thành dự án theo kế hoạch.

Các chủ đầu tư chủ động rà soát các khó khăn, vướng mắc để kịp thời giải quyết theo thẩm quyền hoặc báo cáo cấp có thẩm quyền xem xét giải quyết để đẩy nhanh tiến độ giải ngân vốn đầu tư công đã được bố trí năm 2023. Định kỳ hàng tuần hoặc đột xuất, các chủ đầu tư có văn bản tổng hợp báo cáo Bộ GTVT về tình hình thực hiện dự án, nêu rõ các khó khăn, vướng mắc, đề xuất giải pháp xử lý để kịp thời theo dõi, đôn đốc, xử lý theo thẩm quyền hoặc báo cáo cấp có thẩm quyền xử lý trong quá trình thực hiện dự án ❑

Nghiêm cấm các ban QLDA thỏa thuận với nhà thầu về việc "chung chi"

Bộ GTVT vừa ban hành Công điện về tăng cường công tác quản lý, thực hiện nhiệm vụ, công vụ, phòng ngừa, ngăn chặn tiêu cực liên quan đến hoạt động quản lý dự án để đảm bảo chất lượng, tiến độ, kế hoạch giải ngân các dự án đầu tư xây dựng kết cấu hạ tầng giao thông do Bộ GTVT quản lý. Đáng chú ý, Bộ GTVT nghiêm cấm các chủ đầu tư, ban QLDA có các hành vi sau:

- Thông đồng, móc ngoặc để hợp thức hóa hồ sơ thủ tục, làm sai lệch hồ sơ, kết quả công việc, tăng khống khối lượng; lợi dụng chức vụ, quyền hạn để chèn ép, nhũng nhiễu, gây khó khăn cho đối tác để thu lợi cá nhân; áp đặt chỉ định mỏ vật liệu, chỉ định nguồn gốc, xuất xứ, gửi nhà thầu, nhà thầu phụ, nhà thầu cung cấp hàng hóa, vật tư, vật liệu cho dự án;

- Lựa chọn nhà thầu không có đủ năng lực, kinh nghiệm theo các quy định pháp luật và quy định của hồ sơ mời thầu, hồ sơ yêu cầu; dàn xếp, thông thầu; quy định các điều kiện bất hợp lý, không phù hợp theo quy định pháp luật trong hồ sơ mời thầu, hồ sơ yêu cầu; có hành vi cản trở, hạn chế sự tham gia của nhà thầu; tiết lộ thông tin trong đấu thầu dẫn đến có đơn, thư khiếu nại không đúng làm việc lựa chọn nhà thầu bị kéo dài, phức tạp;

- Thông đồng, hợp thức hóa hồ sơ thủ tục cho các sai sót trong công tác giám sát, kiểm định, nghiệm thu kết quả khảo sát; thông đồng với tư vấn để đưa một số loại vật liệu vào hồ sơ thiết kế, hoặc "gửi giá, nâng giá" trong hồ sơ dự toán;

- Thỏa thuận với nhà thầu về việc "chung chi" để bỏ qua các sai sót về thủ tục, chất lượng; "gửi giá" qua các nhà cung cấp vật liệu đưa vào công trình; nhũng nhiễu, gây khó khăn khi ký hồ sơ nghiệm thu, thanh toán.

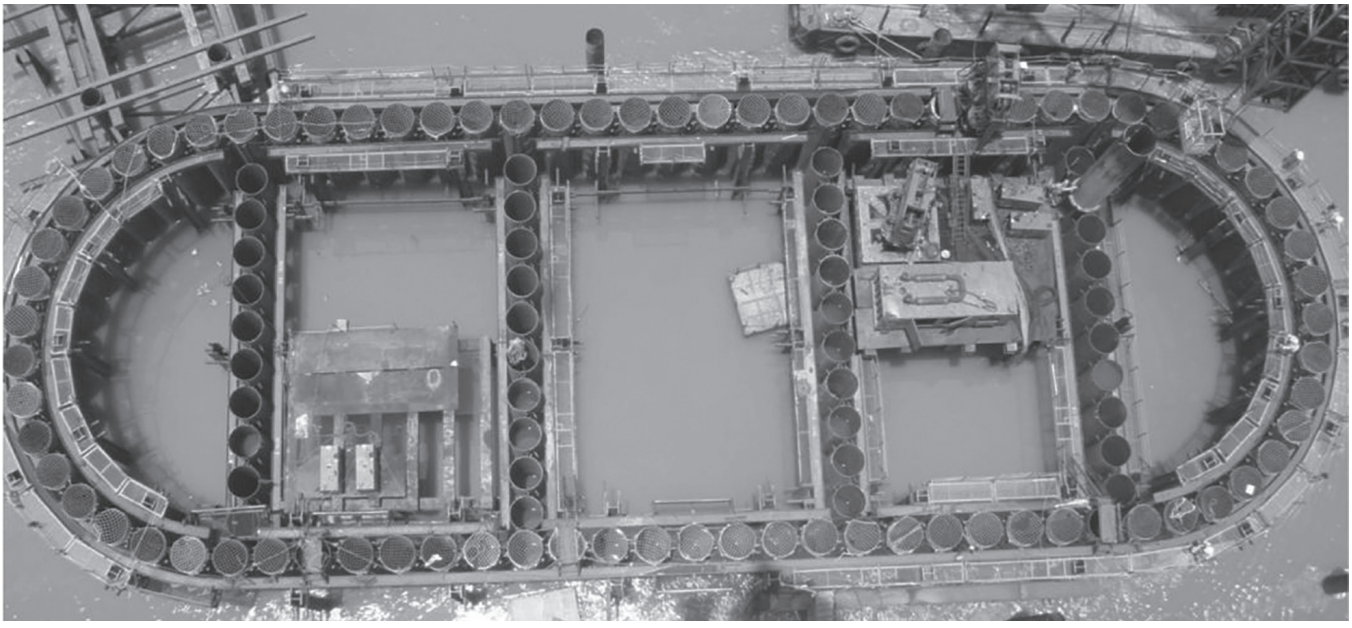
- Vi phạm quy định pháp luật về chuyển nhượng thầu, quản lý nhà thầu phụ không đúng quy định của pháp luật.

KỶ NIỆM NGÀY KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM (18/5)

Ngành GTVT làm chủ công nghệ hiện đại phát triển kết cấu hạ tầng

HOÀNG NGÂN

Thời gian qua, ngành GTVT xác định ứng dụng khoa học công nghệ (KHCN) trong phát triển kết cấu hạ tầng giao thông là một nhiệm vụ trọng tâm trong chiến lược phát triển Ngành để thực hiện thành công mục tiêu Đại hội Đảng khóa XIII: Xây dựng hệ thống kết cấu hạ tầng đồng bộ, hiện đại cả về kinh tế và xã hội; ưu tiên phát triển một số công trình trọng điểm quốc gia về giao thông.



Công nghệ móng cọc ống thép dạng giếng được ứng dụng ở cầu Nhật Tân

Với chủ đề "Khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo - Đẩy nhanh quá trình phục hồi, phát triển kinh tế - xã hội", năm 2023, lĩnh vực KHCN của các bộ, ngành nói chung và GTVT nói riêng sẽ phải nỗ lực nhiều hơn, tạo động lực cho đà phục hồi và làm "bệ phóng" cho tiến trình hiện đại hóa kỷ nguyên công nghệ 4.0.

LÀM CHỦ CÔNG NGHỆ THI CÔNG CẦU

Những năm 90 của thế kỷ trước, đất nước vừa bước ra khỏi chiến tranh, hệ thống hạ tầng giao thông bị tàn phá, xuống cấp nghiêm trọng, từ đó đặt ra bài toán phát triển kết cấu hạ tầng giao thông cho đất nước. Bài toán đặt ra lúc này là ứng dụng công nghệ nào trong làm cầu. Công nghệ đúc hẫng thi công cầu bê tông nhịp vượt khẩu độ lớn đã được triển khai ở nhiều nước trên thế giới, song đối với Việt Nam hoàn toàn mới mẻ. Đứng trước yêu cầu đó, đội ngũ thợ cầu Việt Nam đã tập trung nghiên cứu quyết tâm làm chủ công nghệ này.

Trong ký ức của PGS. TS. Tống Trần Tùng (nguyên Phó Vụ trưởng phụ trách Vụ KHCN, Bộ GTVT) - Tổ trưởng Tổ cố vấn Bộ trưởng GTVT vẫn khắc ghi dấu ấn đột phá đầu tiên trong công nghệ làm cầu tại Việt Nam. Giữa thời điểm đó, việc xây dựng cầu Phú Lương (Hải Dương) trên QL.5 trở nên vô cùng cấp thiết vì nhu cầu vận tải tăng cao. Với sự trợ giúp, chỉ dẫn tỉ mỉ, chuyển giao công nghệ tận tình của các chuyên gia hãng VSL Thụy Sỹ, cây cầu bê tông dự ứng lực vượt khẩu độ 102 m thi công bằng công nghệ đúc hẫng đầu tiên đã được xây dựng thành công ở Việt Nam và đưa vào khai thác vào năm 1994. Hai năm sau, cầu Sông Gianh vượt khẩu độ 120 m do Tổng công ty Xây dựng Thăng Long thi công với sự trợ giúp kỹ thuật của Pháp được cắt băng khánh thành.

Có được những kết quả bước đầu đó là sự quyết tâm của lãnh đạo Bộ GTVT trong việc chọn hướng đi là đổi mới công nghệ, chủ động nghiên cứu lựa chọn công nghệ xây dựng cầu tiên tiến của các nước phát triển nhưng phải phù hợp với điều kiện thực tiễn ở Việt Nam để tiến tới tiếp nhận, nắm bắt và làm chủ các công nghệ đó.

Đi cùng tiếp nhận và làm chủ công nghệ đúc hẫng, một bước đột phá lớn khác về công nghệ làm cầu ở Việt Nam là áp dụng công nghệ thiết kế, thi công cọc khoan nhồi đường kính lớn. Đầu năm 1997, cầu dây văng Mỹ Thuận được xây dựng bằng nguồn vốn, kỹ thuật của Úc và các chuyên gia nước ngoài. Qua chương trình đào tạo và chuyển giao công nghệ, đội ngũ ngành cầu Việt Nam đã học hỏi được nhiều kinh nghiệm. Chỉ trong thời gian ngắn, chúng ta đã tự thiết kế, thi công cầu dây văng Rạch Miễu vào đầu năm 2000, tiếp đến là cầu Phú Mỹ, rồi cầu Thuận Phước, cầu Rồng, cầu Trần Thị Lý..., mới nhất là cầu Bạch Đằng với dây văng nhiều nhịp, đòi hỏi kỹ thuật rất cao.

Không chỉ có vậy, những công nghệ, kỷ lục về làm cầu luôn được đội ngũ thợ cầu Việt Nam liên tiếp lập kỷ lục như: cầu Thanh Trì - Hà Nội (2002 - 2007) sử dụng 1.339 cọc khoan nhồi đường kính các loại 1,0 - 1,5 và 2,0 m, chiều dài từ 50 - 57 m. Cầu Nhật Tân - Hà Nội (2014) bên cạnh sử dụng móng cọc ống thép dạng giếng cho các trụ tháp chính còn sử dụng đến 950 cọc khoan nhồi đường kính 1,5 m, chiều dài đến 42 m; cầu Rồng - Đà Nẵng (2013) sử dụng 157 cọc khoan nhồi đường kính 1,5 - 2,0 m, chiều dài đến 36 m; cầu Cần Thơ (2010) sử dụng 240 cọc khoan nhồi đường kính 1,2 - 2,5 m, chiều dài đến 95 m; cầu Vàm Cống (2015) sử dụng 690 cọc khoan nhồi đường kính 1,5 - 2,5 m, chiều dài đến 116 m; tuyến cao tốc Sài Gòn - Trung Lương (2010) sử dụng 4.898 cọc khoan nhồi đường kính 1,0 - 2,0 m, chiều dài đến 60 m... Những số liệu đó đủ để khẳng định công nghệ cọc khoan nhồi đang là công nghệ chủ lực cho các giải pháp móng công trình chịu tải trọng lớn, cầu nhịp lớn ở Việt Nam.

Trải dài từ Bắc vào Nam, từ miền núi Tây Bắc đến đồng bằng sông Cửu Long, từ biên giới đến hải đảo, những công trường xây dựng, những cây cầu bê tông vượt nhịp hàng trăm mét với những bộ xe đúc hẫng do các đơn vị thi công trong nước tự chế tạo hiển hiện như một minh chứng cho sự nỗ lực vượt bậc của những con người Việt Nam, được ví như những kỳ tích. Song song với thành công trong việc tiếp nhận và làm chủ công nghệ đúc hẫng nói trên, các công nghệ hiện đại và thích hợp với điều kiện xây dựng cầu ở Việt Nam cũng được triển khai có hiệu quả. Đó là công nghệ thiết kế và thi công móng sâu chịu tải trọng lớn bằng cọc khoan nhồi, bằng sự mạnh dạn nhập thiết bị và chuyển giao công nghệ.

Một trong những dấu mốc quan trọng đối với người thợ cầu đó là thi công cầu Rạch Miễu kết cấu cầu dây văng hiện đại bằng nguồn vốn và trí tuệ người Việt Nam. Nếu như cầu Quán Hàu được xây dựng trên QL.1 là nơi hội tụ những công nghệ mới trong xây dựng cầu ở Việt Nam bằng nội lực của chính mình vào cuối thế kỷ 20 thì cầu Rạch Miễu là nơi hội tụ những công nghệ đã được kế thừa kết hợp với công nghệ mới nhất trong xây dựng cầu ở Việt Nam hồi đầu thế kỷ 21. Đó là công nghệ cọc khoan nhồi đường kính lớn, dầm bê tông dự ứng lực thi công đúc hẫng, dầm super T..., đặc biệt là kết cấu dây văng vượt nhịp lớn 270 m với dầm chủ bằng bê tông dự ứng lực được thi công bằng phương pháp đúc hẫng kết hợp căng kéo dây văng và trụ tháp bê tông cao hơn 100 m được thi công bằng hệ thống ván khuôn leo - trượt. Chúng ta đã làm chủ công nghệ xây dựng cầu dây văng nhịp lớn và về đích trước 1 năm so với lộ trình công nghệ xây dựng giao thông lúc bấy giờ.

ỨNG DỤNG NHIỀU VẬT LIỆU MỚI TRONG XÂY DỰNG VÀ BẢO TRÌ ĐƯỜNG BỘ

Một vật liệu ưu việt trong bảo trì đường bộ là công nghệ bảo trì bằng vật liệu Microsurfacing. Công nghệ này có nguồn gốc từ Tây Ban Nha, Pháp. Công nghệ Microsufacing gồm việc sử dụng nhũ tương nhựa đường polimer kết hợp với cốt liệu đá kích cỡ nhỏ phù hợp với mặt đường BTN bị rạn nứt hoặc hằn lún nhỏ đã được sử dụng rộng rãi trong bảo trì dự phòng.

Thời gian qua, Bộ GTVT đã chỉ đạo các cơ quan hữu quan đẩy mạnh nghiên cứu ứng dụng và chuyển giao công nghệ như: đánh giá công nghệ dầm cánh rộng áp dụng cho các dự án hạ tầng giao thông ở Việt Nam; công nghệ mới, vật liệu mới (phụ gia Geostab để gia cố đất, hỗn hợp đất - đá làm nền, móng đường ô tô; thử nghiệm phụ gia tăng dính bám đá nhựa Tough Fix Hyper trong hỗn hợp bê tông nhựa; thử nghiệm xỉ thép trong xây dựng nền đường, kết cấu áo đường ô tô; công nghệ tái chế nóng bê tông nhựa với hàm lượng RAP từ 25 - 75% tại trạm trộn theo công nghệ của Công ty Taisei Rotec; thử nghiệm hộ lan PVC; công nghệ tái chế nóng bê tông nhựa với hàm lượng RAP từ 25 - 50% tại trạm trộn truyền nhiệt trực tiếp và sử dụng chất tái sinh).

Bên cạnh đó, ngành GTVT đã ứng dụng công nghệ gia cố nền đất yếu sử dụng hệ thống CMS theo phương pháp MITS; tổ chức tổng kết, đánh giá công tác thử nghiệm công nghệ mặt đường bán mềm; chấp thuận kết quả thử nghiệm hệ thống rào chắn bánh xoay ETI và giao Tổng cục ĐBVN (nay là Cục ĐBVN) xây dựng tiêu chuẩn cơ sở trong năm 2020 để có thể áp dụng đại trà hệ thống rào chắn bánh xoay nhằm tăng cường đảm bảo ATGT; chấp thuận kết quả dự án khảo sát kiểm chứng hỗ trợ khu vực tư nhân phổ biến các công nghệ của Nhật Bản cho giải pháp thi công neo đất phòng trượt đất đá tại mái dốc thuộc công trình đường bộ, giao Cục ĐBVN công bố Tiêu chuẩn cơ sở "Tiêu chuẩn thiết kế, thi công và nghiệm thu neo đất theo công nghệ SEEE". Thời gian qua, ngành GTVT cũng đã xem xét áp dụng công nghệ bê tông nhựa rỗng thoát nước tại Dự án đầu tư xây dựng đoạn đường bộ cao tốc Phan Thiết - Dầu Giây.

Với mục tiêu đẩy mạnh nghiên cứu ứng dụng và chuyển giao công nghệ, thời gian qua ngành GTVT đã làm chủ nhiều công nghệ hiện đại trong xây dựng cầu, vật liệu mới làm mặt đường cao tốc..., từ đó thực hiện thắng lợi mục tiêu phát triển kết cấu hạ tầng giao thông mà Đại hội Đảng lần thứ XIII đã nhấn mạnh ❑

Hà Nội làm gì để giành lại vỉa hè cho người đi bộ?

Người đi bộ phải lách qua phần đường hẹp khi vỉa hè bị chiếm dụng. *Ảnh: Tố Linh*

CẨM PHÚ

Mới đây, Ban Chỉ đạo 197 TP. Hà Nội đã ban hành Kế hoạch số 01/KH-BCĐ197 về tổng kiểm tra, xử lý, giải quyết vi phạm về trật tự, ATGT, trật tự đô thị, trật tự công cộng trên địa bàn TP. Hà Nội năm 2023, trong đó "giành lại vỉa hè cho người đi bộ" là nội dung rất được quan tâm. Nhiều giải pháp đã được đưa ra và thực hiện, song làm thế nào để đạt được hiệu quả lâu dài, bền vững, thuận tình đạt lý thì cần phải nhìn nhận một cách tổng thể, xem xét tới nhiều đối tượng, đồng thời mạnh dạn áp dụng khoa học công nghệ để quản lý trật tự vỉa hè, trật tự giao thông đô thị.

CHẬM CÒN HƠN KHÔNG

Vi phạm về trật tự ATGT, lấn chiếm lòng đường, hè phố để kinh doanh, buôn bán, trông giữ phương tiện sai quy định, tập kết vật tư, vật liệu xây dựng, dựng lều lán, mái che, họp chợ, xây bục bệ cầu dẫn xe, treo đặt biển quảng cáo, băng-rôn sai quy định, che khuất tầm nhìn cản trở giao thông, gây mất ATGT, ảnh hưởng đến sự thông thoáng của hè phố, gây mất mỹ quan đô thị... là thực trạng đang diễn ra phổ biến ở hầu hết trên các tuyến đường ở Hà Nội. Việc chính quyền quyết tâm trả lại vỉa hè cho người đi bộ ở thời điểm này tuy muộn nhưng được dư luận đồng thuận. Định hướng của TP. Hà Nội là hợp lòng dân, bảo đảm quyền lợi của nhân dân, giúp hạn chế UTGT, ngăn chặn TNGT và rủi ro tiềm ẩn cho người đi bộ.

Theo ghi nhận, nhiều biện pháp "mạnh tay", đồng bộ đã được các lực lượng chức năng áp dụng, nhiều tuyến phố tại Thủ đô đã được trả lại không gian thông thoáng cho người đi bộ, cảnh quan đô thị đã có nhiều chuyển biến tích cực. Tuy nhiên, công tác duy trì chống tái lấn chiếm tại một số khu vực còn lỏng lẻo, trong khi ý thức chấp hành của nhiều hộ kinh doanh trên địa bàn còn thấp, chưa thật sự nghiêm túc; việc ký cam kết còn mang tính chất đối phó... và nhiều khó khăn, vướng mắc hiện hữu khác.

CÁC NƯỚC PHẠT NẶNG CHIẾM DỤNG VỈA HÈ

Trong Luật Giao thông đường bộ, Pháp cũng đặt ra quy định về kích thước vỉa hè, cụ thể chiều rộng tối thiểu của lối đi và vỉa hè phải là 1,40

m. Tuy nhiên, vỉa hè vẫn thường được khuyến nghị với kích thước chiều rộng 1,80 m. Điều R.412-34 của Luật Đường bộ quy định, vỉa hè chỉ dành quyền sử dụng cho người đi bộ. Tuy nhiên, quy định cũng đã được mở rộng cho "phương tiện xe đạp chở trẻ em, xe chở người bệnh hoặc xe của người khuyết tật hoặc bất kỳ loại xe cỡ nhỏ nào khác không có động cơ" và người ngồi xe lăn (có động cơ hoặc không có động cơ). Người điều khiển phương tiện cơ giới (xe mô tô điện, xe thăng bằng loại hoverboard, loại segway hoặc một bánh) cũng như người đi xe đạp (có động cơ hoặc không) không được phép điều khiển phương tiện trên vỉa hè, trừ phần đường được quy định cho phép.

Ngoại trừ các vạch kẻ trên mặt đất quy định bởi chính quyền từng thành phố, việc đỗ xe cơ giới (ô tô, xe mô tô, xe ba bánh, xe gắn máy...) trên vỉa hè đều không được phép. Trong lần vi phạm đầu tiên, người điều khiển phương tiện sẽ bị xử phạt hành chính với mức phạt 35 euro, hoặc thậm chí 75 euro nếu người vi phạm không thanh toán trong thời gian quy định. Trong trường hợp vi phạm lần hai, mức phạt sẽ tăng lên 135 euro, thậm chí 375 euro nếu không thanh toán theo yêu cầu. Ở Pháp, việc kinh doanh trên vỉa hè phải có sự đồng ý của chính quyền địa phương và phải có giấy phép kinh doanh theo quy định.

Tại Thủ đô Bangkok của Thái Lan, từ năm 2005, chính quyền thành phố đã có quy định cụ thể về quản lý hàng rong trên vỉa hè. Ngoài việc phải đăng ký hoạt động và có giấy phép kinh doanh thì các tiểu thương phải nộp mức phí khoảng 300 bạt/năm, trong đó 200 bạt là tiền giấy phép và 100 bạt là phí vệ sinh. Ngoài ra, những người kinh doanh trên vỉa hè ở Bangkok còn bắt buộc thực hiện các quy định khác theo từng thời điểm.

Tuy nhiên, bất chấp những quy định, nhiều khu vực vẫn xảy ra tình trạng vỉa hè bị chiếm dụng. Sau một thời gian nghiên cứu, tháng 02/2023, Chính quyền TP. Bangkok đã triển khai thí điểm Dự án "Hello Hab-Re" (Xin chào những người bán hàng rong) tại khu vực bên ngoài khu mua sắm phức hợp Samyan Mitrtown trên đường Rama IV. Chủ sở hữu khu phức hợp Samyan Mitrtown đã đồng ý dành một khu vực để chính quyền đưa hàng chục quán hàng rong khu vực quanh đó về hoạt động tập trung trong một khu vực để bán hàng và trả lại không gian đường phố.

ĐƯA CÔNG NGHỆ VÀO QUẢN LÝ VỈA HÈ

Cứ sau mỗi đợt ra quân, triển khai kế hoạch rầm rộ của lực lượng chức năng thì việc chiếm dụng vỉa hè đâu lại vào đấy. Đây quả thực là bài toán vô cùng nan giải.

Ở đây, chúng ta cần nhìn nhận vào thực tế của đô thị Việt Nam, đặc biệt là các thành phố lớn như Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh để đảm bảo hài hòa lợi ích giữa công việc kinh doanh trên hè phố và quyền lợi của người bộ hành. Trước hết, cần phải xây dựng quy hoạch khoa học, sau đó việc xử lý vi phạm sẽ sử dụng máy móc thiết bị để hỗ trợ.

Một chuyên gia đang công tác tại Đại học James Cook (Australia) đề xuất, để quản lý tốt vỉa hè ở các thành phố lớn tại Việt Nam, chúng ta có thể sử dụng một phần mềm học thuật để quan sát từng khu vực, từng góc phố. Chương trình sẽ tự động nhận diện biển số xe và đếm người qua lại một cách dễ dàng thông qua việc lắp camera và các thiết bị nhận diện thông minh. Chương trình sử dụng AI đơn giản để tự động phân loại xe máy và ô tô, sau đó tự động gửi email thông báo (kèm ảnh chụp minh chứng) là vùng nào đang có xe đỗ lâu hơn 5 phút hoặc bị vật thể không xác định chiếm dụng. Việc sử dụng công nghệ sẽ giúp thay thế nhiều nhân lực trong công cuộc giành lại vỉa hè. Chương trình được vận hành tự động nên kết quả thu được là rất khách quan, bền bỉ. Đã đến lúc công nghệ 4.0 vào cuộc để giúp quản lý trật tự giao thông đô thị, ATGT vỉa hè, tuyến phố, giảm thiểu TNGT và nâng tầm mỹ quan thành phố.

Việc ứng dụng khoa học công nghệ vào quản lý trật tự vỉa hè là cần thiết, song trước tiên cần có sự quyết liệt, quyết tâm, đồng bộ của các cấp chính quyền, lực lượng chức năng thành phố, không thể "đầu voi, đuôi chuột" như thời gian vừa qua.

CẦN CÓ CÁCH "TIẾP CẬN" MỚI VỀ KHÔNG GIAN VỈA HÈ

Nhìn lại các quy định về sử dụng vỉa hè thấy rằng hiện tồn tại một số bất cập, thiếu hợp lý như việc chính quyền một số địa bàn vẫn tiến hành sơn kẻ vạch, tổ chức sắp xếp phương tiện theo đúng quy định tại Điều 10, Quyết định 09/2018/QĐ-UBND quy định về quản lý, khai thác và bảo trì hệ thống đường đô thị trên địa bàn TP. Hà Nội, trong khi diện tích vỉa hè các tuyến đường ở Hà Nội không đồng nhất, chỗ nhỏ, chỗ rộng, nhiều đoạn còn không đủ chiều rộng để người dân để xe máy, chưa nói đến 1,5 m tối thiểu dành cho người đi bộ - tức là không đủ diện tích sắp xếp phương tiện.

Đó là bất cập trong quy định, còn trên phương diện thực tế thì nhiều nhà hàng, cơ sở kinh doanh, trông giữ phương tiện bám mặt đường đua nhau lấn chiếm hè, đường, chấp nhận bị xử phạt vì nguồn lợi thu về rất lớn. Không ít trường hợp còn tận dụng các mối quan hệ xã hội để xin xỏ, gây khó khăn cho lực lượng chức năng.

Nên chăng, Hà Nội cần một cách tiếp cận khác, coi vỉa hè là một khu vực kinh doanh, nếu sắp xếp, quản lý tốt vừa có thể thu lợi cho Nhà nước, người dân, vừa tạo nên một trật tự rõ rệt, lâu dài.

Vỉa hè Hà Nội được ví như "mỏ vàng", vì vậy càng cấm càng sinh ra tâm lý chiếm đoạt, tiêu cực. Do đó, có thể đã đến lúc cần tiếp cận vấn đề theo một cách "mềm" hơn trong tổng hòa mối quan hệ xung quanh như có thể cân nhắc việc cho thuê vỉa hè để kinh doanh đối với những khu vực có diện tích rộng hoặc khoán cho từng phường, quận để quản lý. Ở đây, vỉa hè được nhìn nhận như một khu vực đa chức năng, có tiềm năng để khai thác và sinh lời. Vấn đề đặt ra là làm sao đảm bảo hài hòa giữa quyền lợi của người đi bộ, không gian văn hóa đô thị và nhu cầu kinh doanh vỉa hè.

Ngoài các giải pháp mang tính căn cơ như trên thì công tác tuyên truyền cần phải thực hiện thường xuyên, liên tục, sâu rộng đến mọi tầng lớp nhân dân Thủ đô. Đặc biệt, để một bộ phận người dân không còn lấn chiếm hè đường nữa thì cần mở ra cho họ một con đường sống mới, không còn phụ thuộc vào vỉa hè như bấy lâu nay ❑

Đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ khai thác (không khí) đến tuổi thọ của kết cấu áo đường mềm

■ **PGS. TS. NGUYỄN VĂN HÙNG; TS. NGUYỄN VĂN DU**(*)
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: (*)dunv_ph@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Trên cơ sở kết quả đo phân bố nhiệt được thực hiện trên một tuyến đường thực tế, kết quả thí nghiệm mô-đun đàn hồi động, tĩnh của mẫu bê tông nhựa (BTN) và thí nghiệm hằn lún vệt bánh xe ở các nhiệt độ khác nhau và sử dụng phần mềm MEPDG, bài báo đã đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ không khí đến tuổi thọ của kết cấu áo đường mềm.

TỪ KHÓA: Ảnh hưởng của nhiệt độ, mô-đun đàn hồi, bê tông nhựa, tuổi thọ của áo đường mềm, MEPDG.

ABSTRACT: Based on the the results of the temperature distribution in the asphalt concrete (AC) performed on the actual road, the experimental results of the AC modulus and AC rutting corresponding to different temperatures and using MEPDG software, the paper evaluated the effects of temperature to pavement performance life.

KEYWORDS: Temperature effect, modulus, asphalt concrete, flexible performance life, MEPDG.

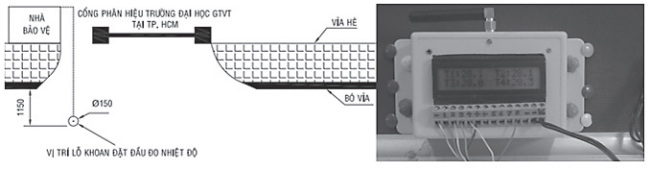
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nằm trong vùng Đông Nam của châu Á, Việt Nam là nước có khí hậu nhiệt đới, nóng ẩm, địa hình khá phức tạp, kéo dài theo vĩ tuyến 8°27' - 23°23' Bắc, nên có nhiều vùng khí hậu khác nhau, với phân vùng nhiệt độ giữa các tỉnh, thành phố có sự khác biệt rõ rệt, đặc biệt giữa các tỉnh khu vực phía Bắc và các tỉnh khu vực phía Nam [1, 2].

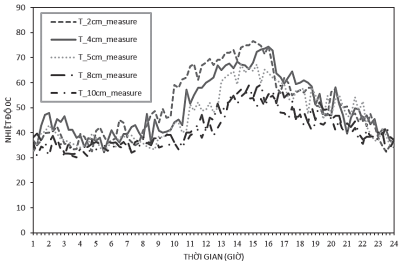
Kết cấu áo đường BTN rất nhạy cảm với biến đổi của nhiệt độ bởi vì BTN là vật liệu đàn hồi - nhớt - dẻo. Khi nhiệt độ tăng cao thì mô-đun đàn hồi của BTN sẽ bị giảm, giảm khả năng kháng cắt, dễ dàng làm xuất hiện các biến không hồi phục, biểu hiện qua các hư hỏng dạng hằn lún vệt bánh xe. Ngược lại, khi ở nhiệt độ thấp, mặt đường trở nên giòn dễ phát sinh hiện tượng nứt gãy. Hiện nay, ở Việt Nam, tiêu chuẩn thiết kế kết cấu áo đường mềm TCCS38:2022/TCĐBVN [3] quy định khi kiểm toán kết cấu áo đường theo 3 tiêu chuẩn trạng thái giới hạn, tương ứng với 3 điều kiện nhiệt độ của mô-đun lần lượt là 30^{0}C, 60^{0}C và 10 - 15^{0}C, đã không xét đến phân vùng khí hậu và phân bố nhiệt trong các lớp kết cấu áo đường. Trên thực tế, phân bố nhiệt độ trong các lớp BTN rất phức tạp phụ thuộc vào vùng khí hậu, chiều dày lớp BTN, tính chất vật liệu BTN... Để hạn chế các hư hỏng mặt đường BTN trong quá trình khai thác cần phải lượng hóa được ảnh hưởng của nhiệt độ của không khí và phân bố nhiệt trong các lớp kết cấu áo đường mềm đến tuổi thọ của kết cấu.

2. NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ KHÔNG KHÍ ĐẾN QUY LUẬT PHÂN BỐ NHIỆT TRONG CÁC LỚP BTN MẶT ĐƯỜNG

Để nghiên cứu quy luật phân bố nhiệt độ trong các lớp kết cấu áo đường mềm, tác giả sử dụng thiết bị do TS. Lương Xuân Chiểu (Trường Đại học GTVT) chế tạo, bằng cách gắn các cảm biến trong các lớp BTN chặt của kết cấu áo trên đường Lê Văn Việt, TP. Thủ Đức, TP. Hồ Chí Minh. Kết cấu áo đường gồm các lớp vật liệu: lớp mặt gồm BTNC 12.5 dày 5 cm, BTNC 19 dày 7 cm và lớp móng cấp phối đá dăm. Các cảm biến nhiệt được đặt tại các vị trí bên trong lớp BTN ở các độ sâu tính từ bề mặt đường lần lượt là 2 cm, 4 cm, 5 cm, 8 cm và 10 cm *(Hình 2.1)*. Kết quả đo nhiệt độ trong lớp BTN ở các độ sâu khác nhau được thể hiện trên *Hình 2.2*.



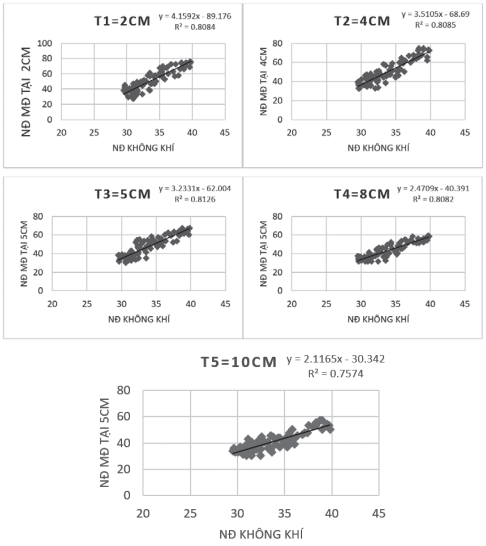
Hình 2.1: Sơ đồ bố trí thiết bị đo nhiệt độ không khí và nhiệt độ mặt đường trên đường Lê Văn Việt, TP. Thủ Đức, TP. Hồ Chí Minh



Hình 2.2: Phân bố nhiệt độ theo giờ trong ngày ở các chiều sâu khác nhau trong các lớp BTN

Từ *Hình 2.2* và kết quả [1, 2] cho thấy, phân bố nhiệt độ cao nhất và thấp nhất trong các lớp BTN thay đổi theo thời gian trong một ngày đêm, nhiệt độ đạt giá trị lớn nhất trong khoảng thời gian từ 13h00 đến 15h00. Nhiệt độ giảm dần theo chiều sâu, đường phân bố nhiệt luôn là những đường cong và chiều cong biến đổi liên tục, bởi vậy trong kết cấu áo đường luôn tồn tại ứng suất nhiệt riêng, tạo thành vùng kéo, nén trong kết cấu.

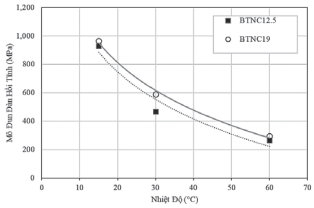
Ngoài ra, từ các kết quả nghiên cứu đã xây dựng được mối liên hệ giữa nhiệt độ không khí và nhiệt độ ở các độ sâu trong lớp BTN thể hiện ở *Hình 2.3*.



Hình 2.3: Kết quả đo nhiệt độ không khí, nhiệt độ của BTN ở các độ sâu khác nhau

3. PHÂN TÍCH ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ ĐẾN MÔ-ĐUN ĐÀN HỒI CỦA MẪU BTN (ĐỘNG VÀ TĨNH) TRONG PHÒNG THÍ NGHIỆM

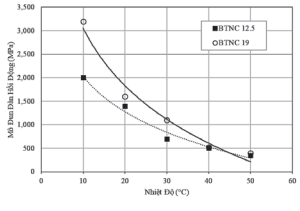
Thực hiện thí nghiệm mô-đun đàn hồi tĩnh trong phòng ở 10^{0}C, 30^{0}C và 60^{0}C, trên mẫu BTN C12,5 và BTN C19 (thí nghiệm tại phòng thí nghiệm LAS-XD 1398 thuộc Công ty Cổ phần UTC2 và phòng thí nghiệm LAS-XD, Trung tâm KHCN, Trường Đại học GTVT). Kết quả thí nghiệm thể hiện ở *Hình 3.1*.



Hình 3.1: Mô-đun đàn hồi tĩnh của BTN ở các nhiệt độ khác nhau

Từ *Hình 3.1* cho thấy, khi nhiệt độ tăng thì mô-đun đàn hồi tĩnh giảm rất nhanh theo sự thay đổi nhiệt độ cho cả 2 loại BTNC 12.5 và BTNC 19, cho thấy nhiệt độ ảnh hưởng rất lớn đến giá trị mô-đun đàn hồi tĩnh và trạng thái ứng suất biến dạng kết cấu áo đường mềm. Do vậy, việc lựa chọn giá trị mô-đun đàn hồi tĩnh theo tiêu chuẩn hiện hành TCCS38:2022/TCĐBVN [3] cần phải xét đến phân vùng khí hậu của kết cấu áo đường và vị trí của các lớp BTN trong kết cấu.

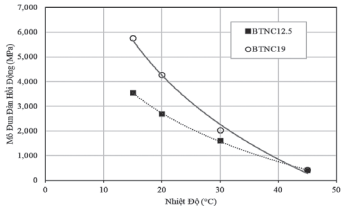
BTN là vật liệu đàn hồi - nhớt - dẻo, ứng xử của BTN phụ thuộc rất lớn vào thông số nhiệt độ và tần số gia tải. Trong nghiên cứu này, tiến hành thí nghiệm mô-đun đàn hồi động ở các nhiệt độ khác nhau cho kết quả như *Hình 3.2*.



Hình 3.2: Mô-đun đàn hồi động ở các nhiệt độ khác nhau

Tương tự như kết quả thí nghiệm mô-đun đàn hồi tĩnh, ở cùng một tần số gia tải động, khi nhiệt độ tăng thì mô-đun đàn hồi động giảm mạnh. Cụ thể, giá trị mô-đun đàn hồi động động ở 10^{0}C lớn hơn gấp 4 lần và 6 lần giá trị mô-đun đàn hội động ở 40^{0}C tương ứng với BTN C19 và BTNC 12.5. Điều này cho thấy, nhiệt độ có ảnh hưởng rất lớn đến giá trị mô-đun đàn hồi động của BTN.

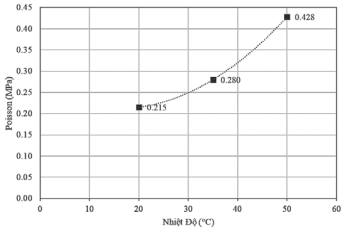
Ngoài ra, nghiên cứu [4] đã thực hiện thí nghiệm mô-đun đàn hồi động ở 4 cấp nhiệt độ 15^{0}C, 20^{0}C, 30^{0}C và 45^{0}C trên cho 2 cấp phối BTNC 12.5 và BTNC 19. Kết quả thí nghiệm được thể hiện ở *Hình 3.3*.



Hình 3.3: Mô-đun đàn hồi động ở các nhiệt độ khác nhau

Trên *Hình 3.3* cho thấy, khi nhiệt độ tăng, mô-đun đàn hồi động giảm. Cụ thể, giá trị mô-đun đàn hồi động ở 15^{0}C lớn hơn gấp 9 lần và 13 lần giá trị mô-đun đàn hồi động ở 45^{0}C, tương ứng với BTN C 19 và BTNC 12.5.

Trong phân tích kết cấu áo đường hiện nay, đối với lớp BTN thì hệ số poisson thường được lấy với giá trị 0,35. Tuy nhiên, giá trị hệ số poisson thay đổi theo nhiệt độ được thể hiện theo một nghiên cứu thể hiện ở *Hình 3.4* [5].

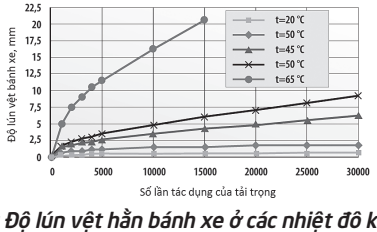


Hình 4.3: Hệ số poisson ở các nhiệt độ khác nhau

Từ *Hình 3.4* cho thấy, quan hệ nhiệt độ - hệ số poisson là phi tuyến (đồng biến). Cụ thể, nhiệt độ ở 50^{0}C thì giá trị hệ số poisson gấp 2 lần so với nhiệt độ ở 20^{0}C. Do vậy, trong công tác thiết kế kết cấu áo đường mềm cần xem xét giá trị hệ số poisson thay đổi theo nhiệt độ (tức là cần xét đến nhiệt độ không khí, vị trí các lớp BTN).

4. PHÂN TÍCH ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ ĐẾN BIẾN DẠNG DƯ CỦA BTN TRONG PHÒNG THÍ NGHIỆM (HẰN LÚN VỆT BÁNH XE)

Thực hiện thí nghiệm hằn lún vệt bánh xe cho lớp BTNC 12.5 ở các nhiệt độ khác nhau. Kết quả thí nghiệm thể hiện trên *Hình 4.1* [5, 6].



Hình 4.1: Độ lún vệt hằn bánh xe ở các nhiệt đô khác nhau

Từ kết quả thí nghiệm trên *Hình 4.1* cho thấy, nhiệt độ BTN ảnh hưởng rất lớn đến chiều sâu hằn lún vệt bánh xe. Cụ thể, với cùng số lần tác dụng tải trọng là 15.000 lần thì độ lún vệt bánh xe trong lớp BTN ở 65^0C gấp khoảng 21 lần so với ở nhiệt độ 20^0C. Điều này có thể kết luận rằng, khi nhiệt độ tăng cao thì khả năng kháng hằn lún vệt bánh xe của lớp BTN giảm, dẫn đến giảm tuổi thọ kết cấu áo đường mềm.

5. NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ KHÔNG KHÍ ĐẾN TUỔI THỌ THIẾT KẾ CỦA ÁO ĐƯỜNG MỀM BẰNG MEPDG

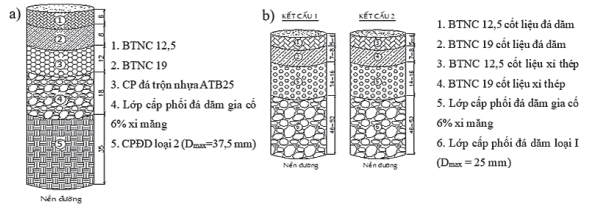
BTN là vật liệu đàn - dẻo - nhớt, nên yếu tố nhiệt độ ảnh hưởng rất lớn đến tuổi thọ của kết cấu áo đường. Do vậy, trong nghiên cứu này sử dụng:

- Số liệu về điều kiện khí hậu, thời tiết (nhiệt độ không khí, độ ẩm...) cho thời gian 20 năm;

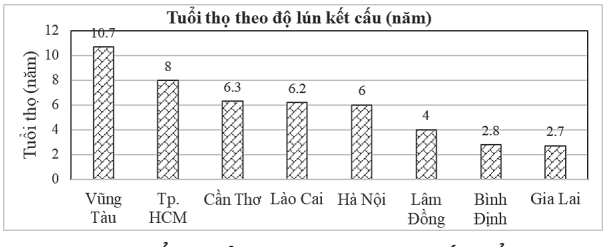
- 8 vùng khí hậu khác nhau của Việt Nam, các kết cấu áo đường được chọn để phân tích là các kết cấu điển hình, được sử dụng phổ biến (mặt đường BTN 2 lớp), với tải trọng trục tiêu chuẩn P_{tc}=100 KN, V = 80 km/h *(Hình 5.1a)*;

- 2 kết cấu áo đường BTN 2 lớp với cốt liệu là đá dăm và xỉ thép, cho 2 vùng khí hậu đặc trưng là Hà Nội (phía Bắc) và Vũng Tàu (phía Nam) *(Hình 5.1b)*.

Các kết cấu phân tích ở trên có chỉ tiêu kỹ thuật đạt theo tiêu chuẩn hiện hành [3]. Tuổi thọ thiết kế kết cấu áo đường theo tiêu chuẩn về tổng vết nứt, độ bằng phẳng mặt đường IRI có khác biệt nhưng không nhiều khi ở các vùng khí hậu khác nhau, tuổi thọ về độ lún tổng cộng của kết cấu áo đường có sự khác biệt rất lớn giữa các tỉnh, thành, được thể hiện trên *Hình 5.2*.



Hình 5.1: Kết cấu áo đường mềm sử dụng phân tích



Hình 5.2: Ảnh hưởng các vùng khí hậu đến tuổi thọ thiết kế kết cấu áo đường mềm

Kết quả trên *Hình 5.2* cho thấy, khí hậu ở mỗi tỉnh, thành có ảnh hưởng rất lớn đến tuổi thọ thiết kế kết cấu áo đường mềm. Cụ thể, ở cùng một loại kết cấu, điệu kiện giao thông, ở các vùng khác nhau thì tuổi thọ của kết cấu chênh lệch rất lớn (từ 2 - 8 năm). Ngoài ra, phân tích kết cấu áo đường có lớp mặt BTN sử dụng cốt liệu đá dăm và cốt liệu xỉ thép cũng cho kết quả tương tự, trong điều kiện khí hậu phía Nam (điển hình là Vũng Tàu) có tuổi thọ luôn cao hơn trong điều kiện khí hậu phía Bắc (Hà Nội) [8].

6. KẾT LUẬN

Trong bài báo này đã đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ không khí đến quy luật phân bố nhiệt trong các lớp BTN và ảnh hưởng của nhiệt độ đến trị số mô-đun đàn hồi (tĩnh và động), hệ số poisson của BTN.

Trên cơ sở phương pháp cơ học thực nghiệm, số liệu về khí hậu của các tỉnh thành của Việt Nam, kết quả quan trắc trên một kết cấu áo đường cụ thể, kết quả tính toán cho một số kết cấu áo đường đang được sử dụng phổ biến ở Việt Nam với các vùng khí hậu khác nhau cho thấy:

- Quy luật phân bố nhiệt độ không khí ở các tỉnh, thành của Việt Nam có sự khác nhau rõ rệt và ảnh hưởng rất lớn đến tuổi thọ của mặt đường BTN.

- Khi thiết kế kết cấu áo đường mềm theo tiêu chuẩn hiện hành, cần phải xét đến phân vùng khí hậu và vị trí của lớp BTN trong kết cấu.

Tài liệu tham khảo

[1]. Nguyễn Xuân Vinh (2003), *Các chuyên đề nâng cao, Thiết kế đường ô tô và điều khiển giao thông bằng đèn tín hiệu*, NXB. Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.

[2]. Trần Văn Thiện (2009), *Nghiên cứu ảnh hưởng của biến thiên nhiệt độ đến trị số mô-đun đàn hồi của BTN và kiến nghị trị số thiết kế trong điều kiện TP. Hồ Chí Minh,* Luận văn Thạc sỹ.

[3]. Bộ GTVT (2022), *TCCS 38 : 2022/TCĐBVN, Áo đường mềm - Các yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế*.

[4]. Lê Trung Thành (2016), *Nghiên cứu xác định trị số modun đàn hồi động trong phòng thí nghiệm để tính toán kết cấu áo đường mềm,* Luận văn thạc sỹ.

[5]. Nguyễn Văn Hùng (2023), *Đánh giá ảnh hưởng của việc lựa chọn cấu tạo áo đường mềm đối với đường ô tô có nhiều xe tải trọng nặng lưu thông đến tuổi thọ của chúng và đề xuất giải pháp khắc phục*, Báo cáo chuyên đề.

[6]. Nguyễn Văn Hùng (6/2014), *Đề xuất bổ sung chỉ tiêu kiểm toán ổn định lún vệt bánh xe mặt đường BTN vào tiêu chuẩn thiết kế áo đường mềm 22TCN 211-06,* Hội thảo khoa học: "Nguyên nhân và giải pháp khắc phục hằn lún vệt bánh xe trên mặt đường BTN", Trường Đại học GTVT, TP. Hồ Chí Minh.

[7]. Nguyễn Văn Hùng, Nguyễn Văn Long, Lê Văn Phúc, Nguyễn Văn Du (2020), *Các phương pháp hiện đại thiết kế kết cấu áo đường mềm có xét đến ảnh hưởng động của dòng xe*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật.

[8]. Nguyễn Văn Hùng, Nguyễn Quang Phúc, Nguyễn Văn Du (2016), *Phân tích tuổi thọ kết cấu áo đường mềm sử dụng BTN cốt liệu xỉ thép bằng phương pháp cơ học thực nghiệm*, Tạp chí GTVT, số 6.

[9]. NCHRP (2004), *Guide for Mechanistic-Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures*, Project 37-1A, National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board, National Research Council, Washington DC.

Ngày nhận bài: 17/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 25/4/2023
Người phản biện: TS. Lê Văn Phúc
TS. Nguyễn Văn Long

Dự đoán sức kháng cắt của dầm bê tông cốt thép bị ăn mòn bằng thuật toán tăng cường độ dốc

■ **TS. NGUYỄN THÙY ANH**
Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải
Email: anhnt@utt.edu.vn

TÓM TẮT: Sức kháng cắt của dầm bê tông cốt thép (BTCT) bị ăn mòn là một trong những yếu tố quan trọng đánh giá độ an toàn và tuổi thọ của công trình. Do đó, việc xây dựng một mô hình dự đoán sức kháng cắt của dầm BTCT bị ăn mòn là cần thiết. Trong nghiên cứu này, một mô hình máy học (Machine Learning - ML) dựa trên thuật toán tăng cường độ dốc (Gradient Boosting - GBR) được thiết lập để dự đoán sức kháng cắt của dầm BTCT bị ăn mòn. Bộ dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu bao gồm 158 kết quả thí nghiệm được thu thập từ các mẫu dầm BTCT bị ăn mòn. Hiệu suất của mô hình được đánh giá bằng ba tiêu chí thống kê phổ biến là hệ số xác định (R2), căn của sai số toàn phương trung bình (RMSE) và sai số tuyệt đối trung bình (MAE). Ngoài ra, để dễ dàng sử dụng mô hình dự đoán sức kháng cắt của dầm BTCT bị ăn mòn, một giao diện người dùng đồ họa được thiết lập. Với giao diện này, người dùng có thể dễ dàng nhập dữ liệu và thu được kết quả dự đoán về sức kháng cắt của dầm BTCT bị ăn mòn.

TỪ KHÓA: Máy học (ML), thuật toán tăng cường độ dốc (GBR), dầm bê tông cốt thép bị ăn mòn, sức kháng cắt.

ABSTRACT: The shear strength of corroded reinforced concrete (CRC) beams is an important factor in assessing the structure's safety and durability. Therefore, building a predictive model for the shear strength of CRC beams is necessary. In this study, a machine learning model based on the Gradient Boosting algorithm is established to predict the shear strength of CRC beams. The dataset used in the study includes 158 experimental results collected from CRC beam samples. The performance of the model is evaluated using three popular statistical criteria: coefficient of determination (R2), root mean square error (RMSE) and mean absolute error (MAE). In addition, a graphical user interface is developed to facilitate the use of the predictive model for the shear strength of CRC beams. With this interface, users can easily input data and obtain predicted results for the shear strength of CRC beams.

KEYWORDS: Machine Learning (ML), Gradient Boosting (GBR), corroded reinforced concrete (CRC) beams, shear strength.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Một trong những nguyên nhân chính gây phá hủy kết cấu BTCT là sự ăn mòn cốt thép, dẫn đến việc giảm tuổi thọ của kết cấu. Việc ăn mòn cốt thép làm giảm tiết diện, thay đổi tính chất cơ học của cốt thép và làm mất đặc tính liên kết giữa thép và bê tông [1]. Do đó, các hư hỏng có thể thay đổi từ dạng uốn sang dạng cắt, mặc dù dầm được thiết kế tốt. Sự cố cắt của dầm BTCT có thể xảy ra một cách bất ngờ và không có cảnh báo trước [2]. Vì vậy, việc dự báo chính xác sức kháng cắt của dầm BTCT bị ăn mòn là rất quan trọng, đặc biệt là trong toàn bộ vòng đời của chúng, để đảm bảo tính toàn vẹn và an toàn của kết cấu.

Để xác định khả năng chịu cắt của dầm BTCT bị ăn mòn, một số mô hình thực nghiệm và lý thuyết đã được đưa ra, xem xét ảnh hưởng của ăn mòn thép đến ứng xử cắt của dầm [3, 4]. Nhìn chung, các mô hình thực nghiệm hiện có để xác định khả năng chịu cắt của dầm BTCT bị ăn mòn thường dựa trên lý thuyết hoặc tiêu chuẩn thiết kế về khả năng chịu cắt của dầm BTCT không bị ăn mòn, chẳng hạn như các mô hình dựa trên lý thuyết cân bằng giới hạn [5], mô hình thanh chống và thanh giằng [6], lý thuyết trường nén sửa đổi [7], lý thuyết giàn tương đương [4] và tiêu chuẩn thiết kế như ACI, BS 8110, JSCE 2007, BIS 2000 và Eurocode 2. Các mô hình này đã tính đến các hiệu ứng ăn mòn bằng cách thêm hệ số giảm hoặc sửa đổi các thông số của mô hình. Tuy nhiên, các hệ số sửa đổi này thường được xác định dựa trên kinh nghiệm từ một số thí nghiệm [5], vì vậy không đảm bảo được tính tổng quát khi xác định khả năng chịu cắt cho dầm BTCT bị ăn mòn.

Một cách tiếp cận mới sử dụng kỹ thuật máy học (Machine Learning - ML) đang được phát triển trong thời gian gần đây. Trên thực tế, ML đã được áp dụng thành công để giải quyết các vấn đề kỹ thuật phức tạp trong các lĩnh vực khác nhau liên quan đến kỹ thuật kết cấu [8], khoa học vật liệu [9]. Trong đó, một số nghiên cứu có liên quan đã được thực hiện bằng cách sử dụng ML để dự đoán khả năng chịu

cắt của các dầm BTCT [10], đã được chứng minh là có hiệu quả. Tuy nhiên, các nghiên cứu với dầm BTCT bị ăn mòn còn hạn chế. Do đó, mục tiêu của bài báo này là phát triển một mô hình máy học, mô hình tăng cường độ dốc (Gradient Boosting Regression- GBR) để dự đoán sức kháng cắt của dầm BTCT bị ăn mòn dựa trên bộ dữ liệu gồm 158 kết quả thí nghiệm được thu thập. Bên cạnh đó, giao diện người dùng đồ họa (Graphical User Interface - GUI) được cung cấp dựa trên mô hình ML đã phát triển, nhằm ước tính nhanh chóng sức kháng cắt của dầm BTCT bị ăn mòn.

2. CƠ SỞ DỮ LIỆU VÀ MÔ HÌNH DỰ BÁO

2.1. Dữ liệu thí nghiệm

Để thiết lập mô hình dự đoán, bộ cơ sở dữ liệu gồm 158 mẫu thí nghiệm khả năng chịu cắt của dầm BTCT bị ăn mòn thu thập từ 11 tài liệu tham khảo và được tóm tắt trong tài liệu của Lu và cộng sự [11]. Tất cả các mẫu thí nghiệm trong cơ sở dữ liệu có mặt cắt ngang hình chữ nhật và được đặt tải tại một điểm hoặc hai điểm đối xứng. Mô hình ML được xây dựng với 12 thông số đầu vào, được chia làm ba nhóm liên quan đến kích thước hình học, đặc tính vật liệu và tỷ lệ hao hụt cốt thép do hiện tượng ăn mòn gây ra. Sức kháng cắt của dầm BTCT bị ăn mòn là đầu ra của mô hình. *Bảng 2.1* trình bày chi tiết về ký hiệu, đơn vị cũng như phân tích thống kê của các thông số đầu vào và đầu ra trong nghiên cứu này.

Bộ dữ liệu được chia ngẫu nhiên thành hai bộ dữ liệu con bao gồm: Phần thứ nhất (70% dữ liệu) dùng để huấn luyện mô hình ML, được gọi là tập dữ liệu đào tạo; phần thứ hai (30% dữ liệu còn lại) dùng để kiểm chứng mô hình, sẽ được gọi tắt là tập dữ liệu kiểm chứng. Tỷ lệ phân chia này được chọn để đảm bảo hiệu quả trong quá trình huấn luyện và kiểm tra mô hình.

Bảng 2.1. Phân tích thống kê của cơ sở dữ liệu

	No	Đơn vị	Mean	Std	Min	Median	Max
Thông số đầu vào							
Cường độ nén của bê tông	f_c'	MPa	28,12	7,11	20,00	27,14	44,40
Chiều rộng mặt cắt ngang dầm	b	mm	159,19	37,53	120,00	150,00	254,00
Chiều cao dầm	h	mm	257,34	98,49	180,00	230,00	610,00
Tỷ lệ cốt thép dọc	ρ_l	%	2,17	0,46	1,22	2,15	3,27
Tỷ lệ cốt thép đai	ρ_v	%	0,35	0,19	0,14	0,32	0,90
Cường độ chảy của cốt dọc	f_y	MPa	430,59	109,77	210,00	416,00	706,00
Cường độ chảy của cốt đai	f_{yv}	MPa	397,46	109,62	275,00	335,50	626,00
Bước cốt đai	s	mm	155,67	47,60	80,00	150,00	305,00
Tỷ lệ nhịp cắt và chiều cao có hiệu	a/d	-	2,33	0,89	1,00	2,00	4,70
Tỷ lệ hao hụt cốt dọc	$\eta_{sn,l}$	%	3,01	5,12	0,00	5,27	26,00
Tỷ lệ hao hụt cốt đai	$\eta_{sn,w}$	%	23,43	23,96	0,00	20,87	97,20
Chiều cao có hiệu	d	mm	215,10	90,95	130,00	184,00	521,00
Thông số đầu ra							
Cường độ nén	Y	MPa	118,55	94,14	26,60	99,00	594,00

2.2. Thuật toán tăng cường độ dốc (Gradient Boosting - GBR)

Thuật toán tăng cường độ dốc (GBR) [12] là một phương pháp học máy dựa trên việc tạo ra một chuỗi các mô hình dự đoán yếu, sau đó kết hợp chúng thành một mô hình dự đoán mạnh. Mỗi mô hình dự đoán trong chuỗi được tạo ra bằng cách tối ưu hàm mất mát thông qua phương pháp Gradient Descent. Thuật toán GBR hoạt động bằng cách sử dụng một tập dữ liệu huấn luyện để tạo ra một mô hình dự đoán ban đầu, sau đó sử dụng sai số giữa kết quả dự đoán và giá trị thực tế để tạo ra một mô hình dự đoán tiếp theo. Quá trình này được lặp lại cho đến khi đạt được một mô hình dự đoán tối ưu. Cụ thể, tại mỗi bước lặp, thuật toán GBR sẽ xác định đạo hàm của hàm mất mát tại điểm dữ liệu, sau đó cập nhật các trọng số của mô hình dự đoán để giảm thiểu sai số tại điểm đó. Các trọng số của mô hình được cập nhật bằng cách sử dụng một hằng số (còn được gọi là learning rate) nhân với đạo hàm của hàm mất mát. Thuật toán GBR thường được sử dụng để giải quyết các bài toán hồi quy và phân loại và đã được áp dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau.

2.3. Kỹ thuật xác thực chéo

Kỹ thuật xác thực chéo (K-fold cross-validation) là một kỹ thuật phổ biến được sử dụng để đánh giá hiệu suất, đánh giá tính tổng quát của các mô hình dự đoán trên một tập dữ liệu và tránh tình trạng quá khớp (overfitting). Kỹ thuật xác thực chéo được thực hiện bằng cách chia tập dữ liệu đào tạo thành k phần bằng nhau. Sau đó, sử dụng (k-1) phần để huấn luyện mô hình và phần còn lại để đánh giá hiệu suất của mô hình. Quá trình này được thực hiện k lần với kết quả trung bình được sử dụng để đánh giá hiệu suất của mô hình. Việc sử dụng kỹ thuật xác thực chéo cho phép mô hình được đánh giá trên toàn bộ tập dữ liệu và giúp cho kết quả đánh giá của mô hình trở nên chính xác hơn. Ngoài ra, kỹ thuật này cũng giúp giảm thiểu tác động của việc chọn ngẫu nhiên tập dữ liệu ban đầu trên kết quả đánh giá của mô hình.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

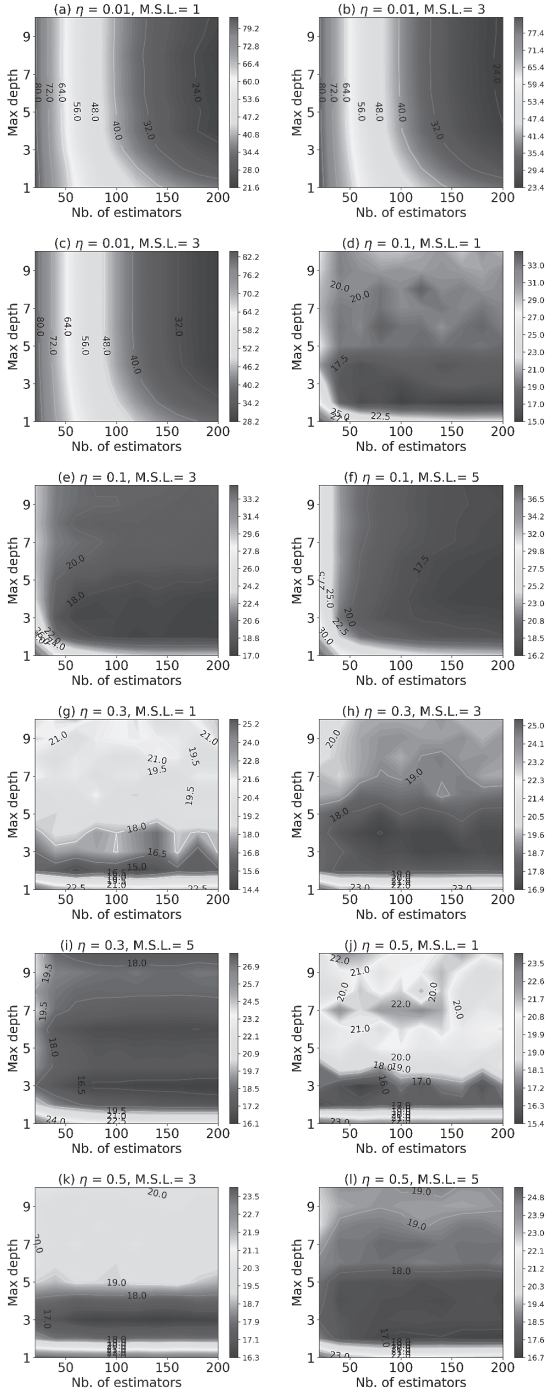
3.1. Tối ưu hóa siêu tham số mô hình GBR

Tối ưu hóa siêu tham số là một quá trình quan trọng trong việc xây dựng mô hình ML, giúp tìm ra các giá trị siêu tham số tốt nhất để cải thiện hiệu suất dự đoán của mô hình trên một tập dữ liệu. Mô hình ML với các siêu tham số tối ưu có thể có độ chính xác và độ ổn định cao hơn so với các mô hình không được tối ưu. Trong nghiên cứu này, kỹ thuật tìm kiếm lưới được sử dụng để điều chỉnh siêu thông số của mô hình GBR. Bốn siêu tham số có ảnh hưởng lớn đến thuật toán GBR được chọn để điều chỉnh, bao gồm, n_estimators, learning_rate, max_depth, và min_sample_leaf. Miền tìm kiếm của bốn siêu tham số này được trình bày trong *Bảng 3.1*. Với các siêu tham số còn lại của mô hình GBR, cài đặt mặc định trong Python được áp dụng. Bên cạnh đó, tập dữ liệu xác thực tạo ra từ kỹ thuật xác thực chéo 5 lần được sử dụng trong quá trình điều chỉnh siêu tham số và đánh giá mô hình. Mục tiêu của bài toán là giảm sai số giữa kết quả thực tế và kết quả dự đoán. Do đó, tiêu chí RMSE được sử dụng để đánh giá hiệu suất của mô hình trong quá trình điều chỉnh siêu tham số. Bộ siêu tham số tốt nhất cho mô hình GBR được chọn tương ứng khi hiệu suất của mô hình

được đánh giá bởi RMSE có giá trị thấp nhất. Ảnh hưởng của 4 siêu tham số đến hiệu suất của mô hình trên tập dữ liệu xác thực được minh họa bằng biểu đồ nhiệt trên *Hình 3.1*. Có thể thấy rằng, giá trị RMSE thấp nhất đạt được là 14,4 (kN) và tương ứng với giá trị RMSE này có thể xác định được bộ siêu tham số tốt nhất của mô hình GBR như được trình bày trong *Bảng 3.1*.

Bảng 3.1. Miền tìm kiếm của các siêu tham số trong mô hình XGBoost

	n_estimators	learning_rate (η)	max_depth	min_sample_leaf (M.S.L)
Miền tìm kiếm	20 - 200	0,01 - 0,5	1 - 10	1 - 5
Giá trị tốt nhất	60	0,3	2	1

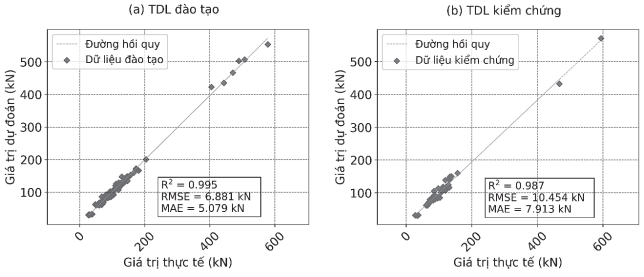


Hình 3.1: Kết quả tối ưu hóa siêu tham số của mô hình GBR đánh giá theo tiêu chí RMSE

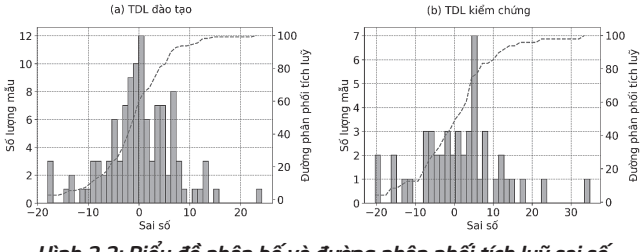
3.2. Kết quả dự báo của mô hình

Phần này trình bày kết quả điển hình của mô hình GBR với các siêu tham số tối ưu để dự đoán sức kháng cắt của dầm BTCT bị ăn mòn. Biểu đồ hồi quy trên *Hình 3.2* mô tả mối tương quan giữa giá trị sức kháng cắt dự đoán và giá trị thực nghiệm của dầm BTCT bị ăn mòn, trong đó *Hình 3.2a* đại diện cho tập dữ liệu đào tạo và *Hình 3.2b* đại diện cho tập dữ liệu kiểm chứng. Có thể thấy, các dữ liệu đào tạo và dữ liệu kiểm chứng nằm khá sát với đường hồi quy tuyến tính, chứng tỏ mối tương quan chặt chẽ giữa sức kháng cắt thực tế và dự đoán.

Hơn nữa, sự tương quan tốt này được xác nhận bằng biểu đồ phân bố và đường phân phối tích luỹ của sai số giữa giá trị sức kháng cắt dự đoán và thực nghiệm trên tập dữ liệu đào tạo *(Hình 3.3a)* và tập dữ liệu kiểm chứng *(Hình 3.3b)*. Kết quả cho thấy giá trị sai số của tập dữ liệu đào tạo và tập dữ liệu kiểm chứng tương đối nhỏ, phổ biến trong phạm vi [-10, 10] kN. Ngoài ra, *Bảng 3.2* cung cấp giá trị định lượng cho 3 tiêu chí đánh giá hiệu suất của mô hình, cho thấy khả năng dự đoán của mô hình GBR là tuyệt vời. Vì vậy, ứng dụng mô hình GBR để dự đoán sức kháng cắt của dầm BTCT bị ăn mòn là khả thi với độ chính xác cao, giúp tiết kiệm thời gian và kinh phí cho các thí nghiệm.



Hình 3.2: Biểu đồ hồi quy giữa giá trị dự đoán bằng mô hình GBR và giá trị thí nghiệm: a) - Tập dữ liệu đào tạo; b) - Tập dữ liệu kiểm chứng



Hình 3.3: Biểu đồ phân bố và đường phân phối tích luỹ sai số giữa giá trị dự đoán bằng mô hình GBR và giá trị thí nghiệm: a) - Tập dữ liệu đào tạo; b) - Tập dữ liệu kiểm chứng

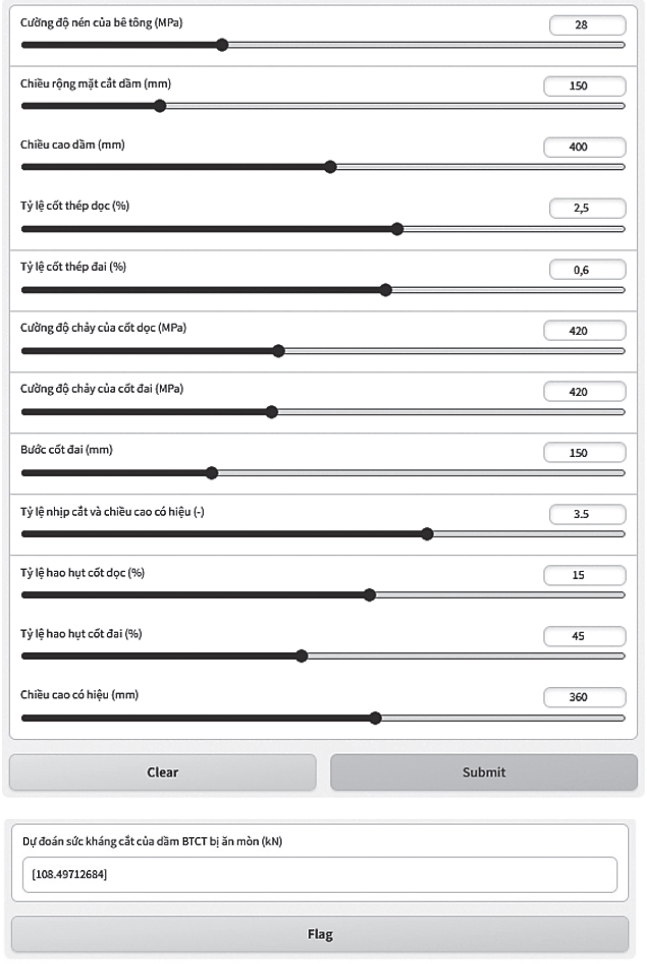
Bảng 3.2. Giá trị các tiêu chí thống kê cho mô hình GBR

	RMSE (kN)	MAE (kN)	R^2
TDL đào tạo	6,881	5,079	0,995
TDL kiểm chứng	10,454	7,913	0,987
Toàn bộ dữ liệu	8,134	5,940	0,992

3.3. Ứng dụng thực tế

Phần này giới thiệu giao diện người dùng đồ họa (GUI) để dự báo sức kháng cắt của dầm BTCT bị ăn mòn. Việc ứng dụng mô hình GBR được đề xuất trong thiết lập GUI giúp cho việc dự đoán sức kháng cắt của dầm BTCT bị ăn mòn trở nên đơn giản và hiệu quả hơn. Với mô hình GBR, dữ liệu

ăn mòn và các thông số khác của dầm BTCT đã được sử dụng để xây dựng một mô hình dự đoán. Sau đó, mô hình này được tích hợp vào GUI, cho phép người dùng nhập thông tin về dầm BTCT và các thông số liên quan đến ăn mòn để mô hình dự đoán sức kháng cắt. *Hình 3.4* trình bày giao diện chính của GUI, đơn giản và dễ sử dụng. Người dùng có thể nhập giá trị của các thông số đầu và sức kháng cắt của dầm BTCT bị ăn mòn, sau đó được hiển thị trực tiếp bằng cách nhấp vào nút "Submit".



Hình 3.4: Giao diện GUI cho người dùng

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Trong bài báo này, thuật toán Gradient Boosting (GBR) được đề xuất để dự đoán sức kháng cắt của dầm BTCT bị ăn mòn dựa trên bộ dữ liệu gồm 158 kết quả thí nghiệm được thu thập. GBR là một thuật toán học có giám sát thường được sử dụng để giải quyết các vấn đề dự đoán, đặc biệt là trong lĩnh vực ML và khoa học dữ liệu. Qua quá trình xử lý và phân tích dữ liệu, một mô hình GBR được xây dựng với hiệu suất dự đoán tốt dựa trên giá trị của 3 tiêu chí thống kê phổ biến là hệ số xác định (R^2), căn của sai số toàn phương trung bình (RMSE) và sai số tuyệt đối trung bình (MAE). Kết quả đạt được cho thấy mô hình GBR có khả năng dự đoán sức kháng cắt của dầm BTCT bị ăn mòn với độ chính xác cao, đồng thời giúp giảm thiểu sai số trong quá trình dự đoán. Ngoài ra, để đưa mô hình GBR vào ứng dụng thực tế, giao diện GUI được thiết lập để dự báo sức kháng cắt của dầm BTCT bị ăn mòn, tăng tính tiện lợi của mô hình. Kết quả này sẽ có ý nghĩa quan trọng trong việc ứng dụng mô hình GBR cho các bài toán dự đoán khác trong nhiều lĩnh vực khác nhau.

Tài liệu tham khảo

[1]. I. Fernandez, J. M. Bairán, and A. R. Marí (2015), *Corrosion effects on the mechanical properties of reinforcing steel bars. Fatigue and σ–ε behavior*, Construction and Building Materials, vol.101, pp.772-783.

[2]. J. G. Cabrera (1996), *Deterioration of concrete due to reinforcement steel corrosion*, Cement and concrete composites, vol.18, no.1, pp.47-59.

[3]. G. Campione, F. Cannella and L. Cavaleri (2017), *Shear and flexural strength prediction of corroded RC beams*, Construction and Building Materials, vol.149, pp.395-405.

[4]. C. Higgins et al. (2003), *Shear capacity assessment of corrosion-damaged reinforced concrete beams*, Oregon. Dept. of Transportation. Research Unit.

[5]. S. H. Xu and D. T. Niu (2004), *The shear behavior of corroded simply supported reinforced concrete beam*, J. Build. Struct, vol.25, pp.98-104.

[6]. A. A. Torres-Acosta, S. Navarro-Gutierrez and J. Terán-Guillén (2007), *Residual flexure capacity of corroded reinforced concrete beams*, Engineering structures, vol.29, no.6, pp.1145-1152.

[7]. Y. Ma, J. Zhang, L. Wang and Y. Liu (2013), *Probabilistic prediction with Bayesian updating for strength degradation of RC bridge beams*, Structural Safety, vol.44, pp.102-109.

[8]. Q. H. Nguyen, H.-B. Ly, T.-A. Nguyen, V.-H. Phan, L. K. Nguyen and V. Q. Tran (2021), *Investigation of ANN architecture for predicting shear strength of fiber reinforcement bars concrete beams*, Plos one, vol.16, no.4, p. e0247391.

[9]. H.-V. T. Mai, T.-A. Nguyen, H.-B. Ly and V. Q. Tran (2021), *Investigation of ann model containing one hidden layer for predicting compressive strength of concrete with blast-furnace slag and fly ash*, Advances in Materials Science and Engineering, vol.2021, pp.1-17.

[10]. H.-B. Ly, T.-T. Le, H.-L. T. Vu, V. Q. Tran, L. M. Le and B. T. Pham (2020), *Computational hybrid machine learning based prediction of shear capacity for steel fiber reinforced concrete beams*, Sustainability, vol.12, no.7, p.2709.

[11]. Z.-H. Lu, H. Li, W. Li, Y.-G. Zhao and W. Dong (2018), *An empirical model for the shear strength of corroded reinforced concrete beam*, construction and Building materials, vol.188, pp.1234-1248.

[12]. J. H. Friedman (2001), *Greedy function approximation: a gradient boosting machine*, Annals of statistics, pp.1189-1232.

Ngày nhận bài: 26/02/2023
Ngày chấp nhận đăng: 19/3/2023
Người phản biện: TS. Bùi Thị Quỳnh Anh
TS. Nguyễn Thị Thanh Xuân

Hành vi lái xe máy sau khi uống rượu bia ở Việt Nam: Mức độ và một số yếu tố ảnh hưởng

■ **TS. ĐỖ DUY ĐỈNH**(*)
Trường Đại học Xây dựng Hà Nội
■ **KS. ĐINH ĐỨC THỊNH**
Ban Quản lý dự án Đầu tư xây dựng các công trình giao thông TP. Hải Phòng
Email: (*)dinhdd@nuce.edu.vn

TÓM TẮT: Bài báo trình bày kết quả một khảo sát bằng bảng câu hỏi về hành vi lái xe máy sau khi uống rượu bia (LXM-URB) ở Việt Nam. Kết quả rút ra từ các phản hồi của 451 người lái xe máy cho thấy, có tới 42,13% số người được hỏi vi phạm quy định về nồng độ cồn khi lái xe máy trong vòng 6 tháng trước thời điểm tham gia khảo sát. Mặc dù thái độ của người lái xe máy đối với hành vi lái xe máy sau khi uống rượu bia là tích cực, tuy nhiên còn có tới 39,25% người lái xe máy còn chưa hiểu rõ quy định về các mức phạt hiện nay đối với hành vi này. Nghiên cứu cũng đã xây dựng được mô hình hồi quy để tìm ra được một số yếu tố có ảnh hưởng đáng kể đến việc thực hiện hành vi LXM-URB ở Việt Nam.

TỪ KHÓA: Lái xe, uống rượu bia, người lái xe máy.

ABSTRACT: This paper presents results of a questionnaire survey on motorcyclists' drink driving behaviors in Vietnam. The findings from the reponses of 451 motorcyclists show that, 42.13% of the sample violated drink driving regulations while riding a motorcycle during the last six months. Although, attitudes towards drink driving were positive, however there were 39.25% of respondents in the survey did not well understand about the penalties for drink driving behaviors in the current regulations. The present research also built regression models to find out significant factors of LXM-URB in Vietnam.

KEYWORDS: Driving, alcohol drinking, motorcyclists.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lái xe sau khi uống rượu bia là một hành vi nguy hiểm có thể dẫn đến TNGT. Dưới tác dụng của chất cồn từ rượu bia, người điều khiển phương tiện bị giảm tập trung, phản xạ chậm hơn so với bình thường, buồn ngủ; làm ảnh hưởng xấu đến khả năng điều khiển xe an toàn. Mặc dù các quốc gia trên thế giới và Việt Nam đã có nhiều cố gắng trong việc kiểm soát, hạn chế hành vi lái xe sau khi uống rượu bia, tuy nhiên hành vi này vẫn diễn ra rất phổ biến và được xem là mối lo ngại có tính toàn cầu.

Theo Ủy ban ATGT Quốc gia, Việt Nam là nước có lượng xe máy lưu thông trên đường lớn với khoảng 58,17 triệu xe máy đăng ký lưu thông vào năm 2018 và tiếp tục tăng lên trong những năm gần đây. Tỷ lệ số xe máy theo dân số ở Việt Nam đạt mức khoảng 645 xe máy/1.000 dân. Trong khi dòng xe ở nhiều nước trên thế giới, đặc biệt là những nước phát triển, thường gồm phần lớn xe ô tô, trái lại dòng xe trên đường ô tô ở Việt Nam có lượng xe máy vượt trội. Bên cạnh đó, Việt Nam cũng là quốc gia có mức độ tiêu thụ rượu bia khá lớn, với lượng tiêu thụ rượu bia trên đầu người là 8,3 lít/người vào năm 2016 [1]. Trong bối cảnh như vậy, hành vi LXM-URB ở Việt Nam được xem là khá phổ biến và đã gây ra những lo ngại về ATGT. So với người lái xe ô tô, người lái xe máy thường ít được bảo hộ hơn và dễ bị thương vong hơn trong các vụ TNGT. Mặc dù không có các số liệu thống kê cụ thể, tuy nhiên nhiều vụ TNGT nghiêm trọng ở Việt Nam đã xảy ra do hành vi LXM-URB. Để có biện pháp giảm thiểu tình trạng vi phạm quy định về nồng độ cồn khi lái xe máy, cần có các nghiên cứu làm rõ thực trạng của hành vi LXM-URB cũng như xác định được các yếu tố ảnh hưởng đến hành vi này ở Việt Nam.

Nhiều nghiên cứu trên thế giới đã được thực hiện để làm rõ mức độ phổ biến của hành vi lái xe sau khi uống rượu bia cũng như các yếu tố ảnh hưởng đến hành vi này. Ví dụ, Trung tâm ATGT của bang New South Wales (Úc) đã tiến hành nghiên cứu về thái độ và hành vi đối với việc lái xe ô tô sau khi uống rượu bia [2]. Các nghiên cứu của Freeman cùng các cộng sự (2020) [3] và Yadav cùng các cộng sự (2022) [4] là những nghiên cứu được thực hiện gần đây nhằm làm rõ mức độ của hành vi lái xe sau khi uống rượu bia và các yếu tố ảnh hưởng đến hành vi hoặc ý định thực hiện hành vi này. Tuy nhiên, các nghiên cứu đã được công bố trên thế giới về chủ đề này hiện mới chỉ tập trung vào đối tượng người lái xe ô tô mà chưa đề cập đến đối tượng người lái xe máy.

Đến nay, chưa có nhiều nghiên cứu được thực hiện ở Việt Nam về hành vi LXM-URB. Một nghiên cứu được công bố trên truyền thông là "Nghiên cứu ảnh hưởng của việc lạm dụng đồ uống có cồn đến hành vi điều khiển mô tô, xe máy tại Việt Nam" do nhóm nghiên cứu đến từ Trung tâm Nghiên cứu GTVT Việt Đức - Trường Đại học Việt Đức thực hiện [5]. Nghiên cứu này cho biết, tỷ lệ thực khách ở các nhà hàng, quán nhậu tự điều khiển phương tiện sau khi uống rượu bia chiếm tỉ lệ 68% (xe máy 62%, ô tô 6%) và khoảng 40% người đi nhậu ra về trong tình trạng bị say rượu bia. Các tác giả cũng chỉ ra những hạn chế trong nhận thức về các tác động của rượu bia lên sức khỏe và khả năng kiểm soát tình huống nguy hiểm khi lái xe trong tình trạng đã uống rượu bia.

Để có thể đưa ra các biện pháp hiệu quả giúp giảm thiểu hành vi LXM-URB ở Việt Nam, cần phải thực hiện nhiều hơn nữa các nghiên cứu về hành vi này. Nghiên cứu này vì vậy được thực hiện nhằm để góp phần làm rõ mức độ của hành vi LXM-URB ở Việt Nam cũng như thái độ, nhận thức, cảm nhận của người lái xe máy liên quan đến hành vi này. Nghiên cứu cũng nhằm để xác định được một số yếu tố ảnh hưởng đến việc thực hiện hành vi LXM-URB trong điều kiện Việt Nam.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Để có số liệu phục vụ nghiên cứu, các tác giả đã tiến hành một cuộc khảo sát bằng bảng câu hỏi đến đối tượng là người lái xe máy ở Hà Nội, Hải Phòng và Đồng Nai (Việt Nam). Bảng câu hỏi được thiết kế để thu thập được các thông tin về mức độ thực hiện hành vi LXM-URB; thái độ và cảm nhận rủi ro của người lái đối với hành vi này cũng như cảm nhận, hiểu biết và thái độ của người lái đối việc cưỡng chế vi phạm quy định về nồng độ cồn khi lái xe. Ngoài ra, bảng câu hỏi cũng bao gồm các câu hỏi về nhân khẩu học và đặc điểm lái xe. Trên cơ sở các số liệu thu thập được, nghiên cứu này đã tiến hành thực hiện các phân tích thống kê về hành vi, thái độ, nhận thức, cảm nhận liên quan đến việc LXM-URB và xây dựng các mô hình hồi quy để đưa ra các yếu tố ảnh hưởng đến hành vi LXM-URB ở Việt Nam.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Thông tin về mẫu nghiên cứu

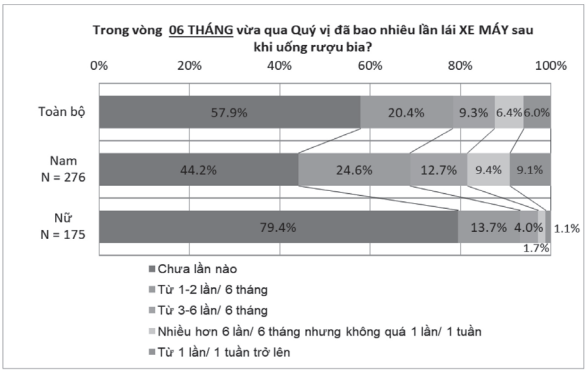
Kết quả khảo sát thu thập được phản hồi của 451 người lái xe máy với thông tin về mẫu nghiên cứu được trình bày trong *Bảng 3.1*.

Bảng 3.1. Thống kê mô tả về các biến nhân khẩu học và đặc điểm lái xe

Tên biến	Giá trị có thể nhận	Tần suất	Tỷ lệ (%)	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn
x1. Giới tính	0. Nam	276	61,2		
	1. Nữ	175	38,8		
x2. Age	*1. 18-24; 2. 25-34; 3. 35-44; 4. 45-54; 5. 55-64; 6. Trên 64*			2,35	1,20
x3. Kinh nghiệm lái xe máy	*1. Khoảng 1 năm; 2. Từ 1 - 3 năm; 3. Từ 3 - 5 năm ; 4. Từ 5 - 10 năm ; 5. Từ 10 - 20 năm ; 6. Trên 20 năm*			4,02	1,33
x4. Đã từng bị tai nạn hoặc suýt bị tai nạn	0. *Chưa lần nào*	109	24,2		
	1. *Từ 1 lần trở lên*	342	75,8		
x5. Đã từng bị cảnh sát dừng xe để kiểm tra nồng độ cồn	0. *Chưa lần nào*	331	73,4		
	1. *Từ 1 lần trở lên*	120	26,6		
x6. Đã từng bị cảnh sát xử phạt vì vi phạm quy định về nồng độ cồn khi lái xe	0. *Chưa lần nào*	419	92,9		
	1. *Từ 1 lần trở lên*	32	7,1		

3.2. Mức độ phổ biến của hành vi LXM-URB

Trong cuộc khảo sát, số người được hỏi cho biết họ đã từng thực hiện hành vi LXM-URB từ 1 lần trở lên trong vòng 6 tháng vừa qua chiếm 42,13% (nam là 55,80%, nữ là 20,57%.



Hình 3.1: Mức độ thực hiện hành vi LXM-URB trong 6 tháng vừa qua

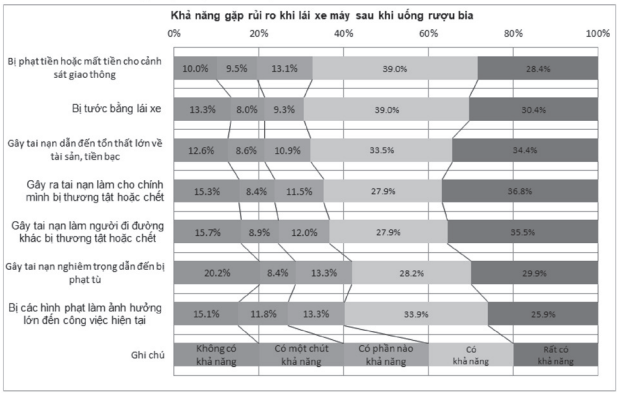
3.3. Thái độ đối với hành vi LXM-URB

Nghiên cứu này sử dụng thang đo gồm 20 biến quan sát để đo lường thái độ đối với hành vi LXM-URB. Mỗi biến là một phát biểu liên quan đến hành vi vi phạm quy định về nồng độ cồn hoặc hành vi lái xe được xem là nguy hiểm (ví dụ: lái xe máy sau khi uống một hoặc vài cốc rượu bia thì không sao miễn là bạn có thể kiểm soát tốt việc lái xe; tôi tin rằng LXM-URB là nguy hiểm...). Người được hỏi sẽ cho biết mức độ đồng ý với các nhận định này trên thang đo Likert 5 mức độ từ 1. Rất không đồng ý đến 5. Rất đồng ý.

Kết quả cho thấy, giá trị trung bình của hầu hết các biến đo lường thái độ đều nhỏ hơn 2,50. Như vậy, tính trung bình người lái xe máy trong cuộc khảo sát có thái độ tích cực đối với vấn đề LXM-URB (không ủng hộ hoặc không đồng ý với hành vi này).

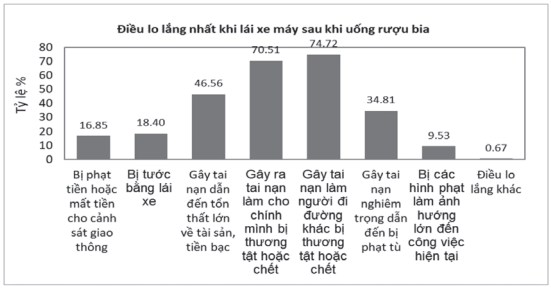
3.4. Nhận thức về các rủi ro của hành vi LXM-URB

Để đo lường cảm nhận về rủi ro khi thực hiện hành vi LXM-URB, nghiên cứu này đã sử dụng thang đo gồm 7 biến quan sát, mỗi biến là phát biểu về một rủi ro mà người lái có thể gặp khi thực hiện hành vi *(Hình 3.2)*. Người được hỏi sẽ lựa chọn câu trả lời trên thang đo Likert 5 mức độ từ 1. Không có khả năng đến 5. Rất có khả năng. Phần đông số người được hỏi (từ 58,09 - 69,40%) cho rằng các rủi ro có khả năng xảy ra hoặc rất có khả năng xảy ra *(Hình 3.2)*.



Hình 3.2: Đánh giá về khả năng gặp rủi ro khi thực hiện hành vi LXM-URB

Trong cuộc khảo sát, người đi xe máy cũng được hỏi đâu là những điều lo lắng nhất khi họ LXM-URB (mỗi người có thể đưa ra tối đa 3 câu trả lời). Kết quả được thể hiện trên *Hình 3.3.*

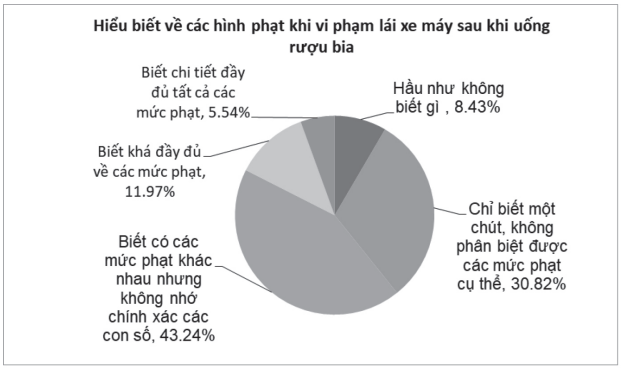


Hình 3.3: Tỷ lệ lựa chọn điều lo lắng nhất khi thực hiện hành vi LXM-URB

3.5. Cảm nhận, hiểu biết và thái độ đối với việc cưỡng chế vi phạm quy định về nồng độ cồn khi lái xe

Cảm nhận về mức độ thực hiện việc kiểm soát, xử lý vi phạm về nồng độ cồn khi lái xe được đo bằng thang đo với 2 biến quan sát. Người được hỏi thể hiện sự mức độ đồng ý với hai phát biểu gồm: 1) Kiểm tra nồng độ cồn không được làm thường xuyên trong khu vực tôi thường đi qua và 2) Tôi hiếm khi thấy cảnh sát kiểm tra nồng độ cồn trong khu vực tôi thường đi qua. Kết quả cho thấy khoảng 40% số người tham gia khảo sát đồng ý hoặc rất đồng ý với ý các phát biểu này.

Trong cuộc khảo sát, 31,71% số người được hỏi cho rằng các hình phạt hiện nay đối với lỗi lái xe sau khi uống rượu bia là tương đối nặng hoặc quá nặng, trong khi 22,39% số người tham gia khảo sát xem các hình phạt hiện nay là tương đối nhẹ hoặc quá nhẹ. Có tới 41,24% số người trong cuộc khảo sát không đồng ý hoặc rất không đồng ý với ý kiến cho rằng nên phạt tù những người lái xe trong tình trạng say rượu ngay cả khi không gây ra tai nạn. Tỷ lệ này gần gấp 2 lần so với 21,73% số người đồng ý hoặc rất đồng ý với ý kiến trên. Mức độ hiểu biết về các mức phạt khi vi phạm LXM-URB được thể hiện trên *Hình 3.4.*



Hình 3.4: Hiểu biết về các mức phạt khi vi phạm LXM-URB

Trong cuộc khảo sát, 17,29% số người được hỏi cho biết họ luôn luôn hoặc khá thường xuyên cố gắng tránh các vị trí kiểm tra nồng độ cồn lưu động. Tuy nhiên, phần lớn những người được hỏi (63,41%) ít khi hoặc hầu như không thực hiện việc này.

3.6. Mô hình xác định một số yếu tố ảnh hưởng đến việc thực hiện hành vi lái xe máy sau khi uống rượu bia

Nghiên cứu này đã xây dựng mô hình hồi quy nhị thức để xác định các yếu tố có ảnh hưởng đến việc thực hiện hành vi LXM-URB *(Bảng 3.2)*. Biến phụ thuộc trong mô hình được hình thành trên cơ sở chia các đối tượng tham gia cuộc khảo sát thành hai nhóm gồm: nhóm 1 là những người không vi phạm LXM-URB trong vòng 6 tháng vừa qua và nhóm 2 gồm những người còn lại. Giá trị của các biến độc lập sử dụng thang đo gồm nhiều biến quan sát là giá trị trung bình của tất cả các biến quan sát trong thang đo. Các thông số của các mô hình cho thấy các mô hình này có ý nghĩa thống kê.

Bảng 3.2. Mô hình hồi quy nhị thức về các yếu tố ảnh hưởng đến hành vi LXM-URB

BIẾN ĐỘC LẬP	MÔ TẢ	HỆ SỐ CRONBACH'S ALPHA	MÔ HÌNH 1		MÔ HÌNH 2	
			B	P-VALUE	B	P-VALUE
Nhóm 1	*Các đặc điểm nhân khẩu học và đặc điểm lái xe*					
x1	Giới tính		-1.240	.000*	-1.246	.000*
x2	Tuổi		-.033	.797		
x3	Kinh nghiệm lái xe		.024	.840		
x4	Đã từng bị tai nạn hoặc suýt bị tai nạn		.866	.004*	.847	.004*
x5	Đã từng bị cảnh sát dừng xe để kiểm tra nồng độ cồn		-.145	.617		
x6	Đã từng bị cảnh sát xử phạt vì vi phạm quy định về nồng độ cồn khi lái xe		1.434	.009*	1.330	.011*
Nhóm 2	*Thái độ và cảm nhận rủi ro đối với hành vi LXM-URB*					
x7	Thái độ	0,91	1.145	.000*	1.110	.000*
x8	Cảm nhận rủi ro	0,97	.064	.541		
Nhóm 3	*Cảm nhận, hiểu biết và thái độ đối việc cưỡng chế vi phạm quy định về nồng độ cồn khi lái xe*					
x9	Cảm nhận về mức độ thực hiện việc cưỡng chế vi phạm về nồng độ cồn khi lái xe	0,77	.307	.022*	.316	.017*
x10	Các hình phạt đối với lỗi lái xe sau khi uống rượu bia đang áp dụng hiện nay là nặng/ nhẹ? (Lựa chọn trả lời từ 1. Quá nhẹ đến 5. Quá nặng)		.427	.003*	.454	.001*

BIẾN ĐỘC LẬP	MÔ TẢ	HỆ SỐ CRONBACH'S ALPHA	MÔ HÌNH 1		MÔ HÌNH 2	
			B	P-VALUE	B	P-VALUE
x11	Hiểu biết thế nào về các hình phạt hiện nay đối với lỗi lái xe sau khi uống rượu bia? (Lựa chọn trả lời từ 1. Hầu như không biết gì đến 5. Biết chi tiết đầy đủ tất cả các mức phạt)		.003	.981		
x12	Khi đi đường có thường cố gắng tránh các vị trí kiểm tra nồng độ cồn lưu động hay không? (Lựa chọn trả lời từ 1. Luôn luôn đến 5. Hầu như không)		-.470	.000*	-.464	.000*
Constant			-3.932	.001*	-3.742	.000*
Nagelkerke R^2			.459		.457	
Omnibus test (c^2, df, sig.)			187.751;12; .000		187.080; 7; .000	
Hosmer & Lemeshow (c^2, df, sig.)			5.526; 8; .700		5.612; 8; .691	
Hit ratio (%)			78.0		77.4	

4. THẢO LUẬN

Kết quả khảo sát cho thấy việc vi phạm quy định về nồng độ cồn khi lái xe máy ở Việt Nam là khá phổ biến nhất là đối với nam giới. Tỷ lệ 42,13% số người tham gia khảo sát đã từng LXM-URB từ 1 lần trở lên trong vòng 6 tháng vừa qua cao hơn nhiều so với tỷ lệ 25% số người lái xe ô tô vi phạm quy định về nồng độ cồn trong khoảng thời gian tương tự theo một nghiên cứu ở Úc [2].

Nghiên cứu này đã chỉ ra rằng, người lái xe máy ở Việt Nam có thái độ tích cực đối với vấn đề LXM-URB và phần lớn họ cảm nhận rằng họ có thể gặp các rủi ro khi lái xe trên đường khi thực hiện hành vi này. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra nhiều người lái xe máy (39,25% số người được hỏi) còn chưa hiểu rõ quy định về các mức phạt cụ thể đối với hành vi LXM-URB và nhiều người trong số họ còn chưa đồng thuận với các mức phạt về hành vi này hiện nay. Các vấn đề này cần được lưu ý trong việc tuyên truyền phổ biến và tạo sự đồng thuận xã hội về các quy định pháp luật có liên quan ở Việt Nam.

Như thể hiện ở *Bảng 3.2*, nhiều yếu tố có tác động đáng kể đến việc thực hiện hành vi LXM-URB ở Việt Nam. Như kỳ vọng, nam giới là nhóm đối tượng vi phạm quy định về nồng độ cồn khi lái xe nhiều hơn đáng kể so với nữ giới. Những người bị tai nạn hoặc suýt bị tai nạn và những người đã từng bị cảnh sát xử phạt vì vi phạm quy định về nồng độ cồn khi lái xe là nhóm có hành vi LXM-URB nhiều hơn.

Nghiên cứu này cho thấy thái độ có ảnh hưởng cùng chiều với hành vi LXM-URB, tương tự như kết quả của nghiên cứu thực hiện bởi Yadav và các cộng sự [4]. Thêm vào đó, kết quả nghiên cứu cũng cho thấy, những người lái xe máy có cảm nhận việc thực hiện cưỡng chế vi phạm quy định về nồng độ cồn khi lái xe máy hiện nay là thường xuyên hơn sẽ có xu hướng là những người vi phạm quy định này ít hơn. Những người đánh giá các mức phạt hiện nay đối với các vi phạm về nồng độ cồn là nặng hơn và những người thường xuyên hơn trong việc cố gắng tránh các vị trí kiểm tra nồng độ cồn lưu động có tương quan đáng kể với những người thực hiện hành vi LXM-URB. Như vậy, việc tác động làm thay đổi thái độ và các cảm nhận của người lái nêu trên theo hướng tích cực có thể giúp làm giảm vi phạm về nồng độ cồn khi lái xe máy.

5. KẾT LUẬN

Bài báo đã tiến hành khảo sát xã hội học về một số vấn đề liên quan đến hành vi LXM-URB ở Việt Nam. Kết quả cho thấy, tỷ lệ vi phạm quy định về nồng độ cồn khi lái xe máy trong vòng 6 tháng gần nhất là 55,80% đối với nam và 20,57% đối với nữ. Nghiên cứu cũng đã cho thấy thái độ của người lái xe máy đối với hành vi LXM-URB là tích cực. Tuy nhiên, còn có tới 39,25% người lái xe máy còn còn chưa hiểu rõ quy định về các mức phạt hiện nay đối với hành vi lái xe sau khi uống rượu bia. Thông qua mô hình hồi quy nhị thức được xây dựng trong nghiên cứu này, nhiều yếu tố ảnh hưởng đến hành vi LXM-URB đã được chỉ ra. Các kết quả nghiên cứu có thể là thông tin tham khảo hữu ích khi xây dựng các chương trình, giải pháp giúp giảm thiểu hành vi LXM-URB, qua đó giúp nâng cao ATGT ở Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

[1]. World Health Organization (2018), *Global status report on alcohol and health 2018*, Geneva.

[2]. Centre for Road Safety (2020), *Drink driving attitudes and behaviors in NSW: Summary report*, Transport for NSW.

[3]. Freeman J, Parkes A, Lewis N, Davey JD, Armstrong KA, Truelove V (2020), *Past behaviors and future intentions: An examination of perceptual deterrence and alcohol consumption upon a range of drink driving events*, Accident Anal Prev., 137; 105428.

[4]. Yadav AK, Choudhary SS, Pawar NM, Velaga NR. Can't drive (2022), *I'm drunk - Exploring factors influencing the intention to drink and drive among Indian drivers*, IATSS Res, 46:467-478.

[5]. Xuân Nguyên (2019), *Công bố kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của đồ uống có cồn đến điều khiển xe (https://mt.gov.vn/tk/tin-tuc/61625/cong-bo-ket-qua-nghien-cuu-anh-huong-cua-uong-ruou--bia-den-dieu-khien-xe.aspx)*, truy cập ngày 08/10/2022.

Ngày nhận bài: 17/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 25/4/2023
Người phản biện: PGS. TS. Lê Hồng Bách

Nghiên cứu thực nghiệm một số chỉ tiêu cơ lý cơ bản của bê tông nhựa mô-đun cao (Enrobé à Module Élevé - EME)

■ **TS. TRẦN THỊ CẨM HÀ**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: tranthicamha@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Bê tông nhựa (BTN) mô-đun cao (EME) đã được nghiên cứu, sử dụng ở nhiều nước tiên tiến trên thế giới như Pháp, Úc, Anh... Việc sử dụng EME làm lớp móng trên hoặc tầng mặt cho các tuyến đường chịu tải trọng nặng, các khu vực yêu cầu có khả năng chống lại biến dạng vĩnh cửu đã cho kết quả tốt với sự khắc phục được rất rõ một số nhược điểm của bê tông nhựa thông thường. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu trong phòng thí nghiệm một số chỉ tiêu cơ lý cơ bản của EME sử dụng nhựa có độ cứng lớn có so sánh đối chứng với hỗn hợp BTNC 12,5; đá nhựa chặt cường độ cao (ĐNMC), đá nhựa chặt (ĐNC) để đánh giá những ưu điểm của EME. Kết quả nghiên cứu này cho thấy EME có độ ổn định Marshall, mô-đun đàn hồi tĩnh, động, cường độ kéo khi ép chẻ cao hơn hẳn so với BTNC 12,5, ĐNC và tương đương ĐNMC. Việc sử dụng EME giúp làm giảm chiều dày kết cấu áo đường, giảm khối lượng tài nguyên cần sử dụng và cần sớm có các nghiên cứu tiếp theo để đưa loại BTN này vào sử dụng trong các kết cấu mặt đường (KCMĐ) cấp cao ở Việt Nam.

TỪ KHÓA: Bê tông nhựa mô-đun cao, EME, độ ổn định Marshall, độ dẻo Marshall, mô-đun đàn hồi tĩnh, mô-đun đàn hồi động, cường độ kéo khi ép chẻ.

ABSTRACT: High-modulus asphalt concrete (EME) has been researched and used in many advanced countries in the world such as France, Australia, UK... The use of EME as base course or surface courses of flexible pavements for heavy-duty roads and for areas where permanent deformation resistance is required has given good results with significantly improving some of the disadvantages of conventional asphalt concretes. This paper presents the results of laboratory research on some basic mechanical and volumetric properties of high-modulus asphalt concrete using low penetration asphalt binder, compared with that of BTNC 12.5, dense bitumen macadam (DBM) and high modulus base (HMB) to evaluate the advantages of EME mixture. The results of this study show that Marshall stability, static elastic modulus, dynamic modulus, and splitting tensile strength of EME mixture are much higher than that of BTNC 12.5, DBM and equivalent to HMB. The use of EME can reduce the thickness of pavement structures and reduce the amount of resources needed. Therefore, it is necessary to have further studies to apply EME mixture in flexible pavement structures of high-class roads in Vietnam.

KEYWORDS: High modulus asphalt concrete, EME, Marshall stability, static elastic modulus, dynamic modulus, splitting tensile strength.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở Việt Nam, các tuyến đường ô tô cấp cao, đường có quy mô giao thông lớn thường sử dụng KCMĐ mềm có tầng mặt bằng BTN. Thời gian gần đây, trên các tuyến đường sử dụng loại KCMĐ này chỉ một thời gian ngắn sau khi được đưa vào khai thác đã xuất hiện các hư hỏng như nứt, lún vệt bánh xe, làm suy giảm cường độ chung và tuổi thọ của KCMĐ. Vì vậy, việc nghiên cứu các vật liệu cải tiến là cần thiết. Trong KCMĐ mềm có tầng mặt bằng BTN, khi tầng móng được làm bằng các vật liệu hạt rời rạc có cường độ thấp thì để đảm bảo cường độ chung của KCMĐ đòi hỏi chúng phải có chiều dày lớn. Giải pháp sử dụng móng trong KCMĐ mềm bằng vật liệu hạt gia cố chất liên kết vô cơ (vôi, xi măng) hoặc chất liên kết hữu cơ (nhựa đường) tạo ra một lớp móng có cường độ cao không những giảm chiều dày KCMĐ mà còn giảm được biến dạng kéo ở đáy các lớp mặt BTN, nhờ đó làm tăng tuổi thọ chịu mỏi của KCMĐ. Tuy nhiên, khi sử dụng lớp móng trên bằng vật liệu gia cố xi măng đặt dưới tầng mặt BTN mỏng thường có nguy cơ xảy ra hư hỏng dạng nứt phản ánh lên lớp BTN phía trên. Trong khi đó, KCMĐ mềm với lớp móng BTN ít có nguy cơ xảy ra hiện tượng này hơn.

Hỗn hợp BTN nóng mô-đun cao đầu tiên được nghiên cứu, ứng dụng ở Pháp từ giữa những năm 1970 và được gọi là Enrobés à Module Élevé (EME). Loại hỗn hợp này gần đây đã được giới thiệu và sử dụng làm lớp móng trên hoặc lớp mặt dưới của KCMĐ mềm ở Vương quốc Anh, Nam Phi, Úc và một số quốc gia khác trên thế giới [1, 2, 3]. Các kết quả nghiên cứu và sử dụng EME đều cho thấy khi sử dụng BTN hiệu suất cao làm lớp móng trên hoặc lớp mặt dưới của KCMĐ mềm sẽ giúp giảm chiều dày đồng thời cải thiện tuổi thọ KCMĐ mềm của những tuyến đường ô tô có quy mô giao thông lớn.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

Thử nghiệm được tiến hành tại Phòng Thí nghiệm trọng điểm LasXD 1256 và Phòng Thí nghiệm Vật liệu xây dựng của Trường Đại học GTVT lần lượt theo trình tự sau:

- Thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cơ lý cơ bản các vật liệu thành phần dùng để chế tạo EME;
- Thiết kế thành phần hỗn hợp EME theo phương pháp Marshall;
- Thí nghiệm xác định độ ổn định, độ dẻo Marshall, mô-đun đàn hồi tĩnh, mô-đun đàn hồi động và cường độ kéo khi ép chẻ của EME;
- Phân tích đánh giá kết cấu áo đường mềm có sử dụng EME làm lớp móng trên bằng phương pháp cơ học thực nghiệm (ME) và theo TCCS 38-2022.

2.1. Lựa chọn vật liệu thành phần hỗn hợp EME

Trong các nghiên cứu và ứng dụng EME trên thế giới, chất kết dính thường dùng là nhựa đường gốc có độ quánh lớn (bitum 35/50, 20/30). Ở châu Á, Công ty KBC - Malaysia là công ty con của Tập đoàn Tipco đã có thể sản xuất các loại nhựa đường 20/30, 30/40 và 40/50. Bên cạnh đó, Tập đoàn Nhựa đường BITUMINA, Dubai - U.A.E cũng sản xuất và cung cấp các loại nhựa đường mác 20/30, 35/50 theo Tiêu chuẩn EN 12591-2009. Tuy nhiên ở Việt Nam, hướng nghiên cứu ứng dụng loại nhựa đường gốc có độ quánh lớn vẫn ít được tiến hành. Vì vậy, trong nghiên cứu này, bitum 20/30 với các chỉ tiêu cơ bản được thể hiện trong *Bảng 2.1* được sử dụng làm chất kết dính.

Hình 2.1: Nhựa 20/30 dùng trong nghiên cứu

Cốt liệu đá, cát được lấy tại mỏ đá Sunway, xã Phú Lãm, huyện Quốc Oai, TP. Hà Nội. Bột khoáng được cung cấp bởi Xí nghiệp Tư nhân Hồng Lạc, Hải Dương. Cốt liệu đá, cát, bột khoáng sử dụng trong nghiên cứu đều thỏa mãn các quy định trong TCVN 13567-1.

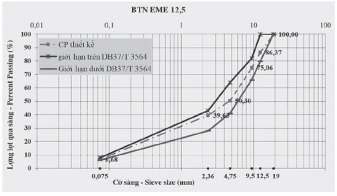
Bảng 2.1. Chỉ tiêu cơ lý của bitum 20/30

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị	Phương pháp thử nghiệm
1	Độ kim lún ở 25^{0}C, 0,1 mm, 5s	1/10 mm	21,3	TCVN 7495:2005
2	Độ kéo dài ở 25^{0}C, 5 cm/phút	cm	69	TCVN 7496:2005
3	Nhiệt độ hóa mềm	^{0}C	61,7	TCVN 7497:2005
4	Điểm chớp cháy	^{0}C	332	TCVN 7498:2005
5	Tổn thất khối lượng sau khi gia nhiệt 5h ở 163^{0}C so với ban đầu	%	0,13	TCVN 7495:2005
6	Khối lượng riêng ở 25^{0}C	g/cm^3	1,044	TCVN 7501:2005
7	Độ dính bám với đá		cấp 3	TCVN 7504:2005
8	Độ nhớt ở 135°C (nhớt kế Brookfield)	Pa.s	0.895	AASHTO T136

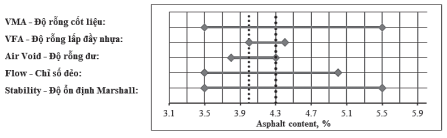
2.2. Thiết kế thành phần hỗn hợp EME

Hỗn hợp EME 12,5 trong nghiên cứu được thiết kế với thành phần cấp phối hạt tuân thủ theo quy trình DB37/T 3564-2019 của Trung Quốc [4] với hàm lượng cốt liệu thô chiếm 49,7%, cốt liệu mịn chiếm 43,62% và bột khoáng chiếm 6,68% cốt liệu. Chi tiết đường cong cấp phối của hỗn hợp sau khi phối trộn sử dụng trong nghiên cứu được thể hiện trong *Hình 2.2*.

Thiết kế tối ưu hàm lượng nhựa theo TCVN8820-2011 [5] cho kết quả chi tiết được thể hiện trong *Hình 2.3*, xác định được khoảng hàm lượng nhựa tối ưu từ 4,0 - 4,3%, lựa chọn hàm lượng nhựa tối ưu 4,2%. Tiến hành thí nghiệm Marshall với mẫu được chế bị với hàm lượng tối ưu lựa chọn, phân tích độ chụm của kết quả thí nghiệm gồm độ ổn định và độ dẻo Marshall theo Tiêu chuẩn ASTM D6927-15, cho thấy kết quả thí nghiệm đảm bảo độ chụm và EME thỏa mãn yêu cầu với BTNC theo TCVN 13567-1. Tổng hợp kết quả được thể hiện trong *Bảng 2.2*.



Hình 2.2: Đường cong cấp phối của hỗn hợp cốt liệu sau phối trộn



Hình 2.3: Kết quả xác định khoảng hàm lượng nhựa tối ưu theo TCVN8820-2011

Bảng 2.2. Kết quả thí nghiệm Marshall của hỗn hợp EME có hàm lượng nhựa 4,2%

Mẫu thí nghiệm	Hàm lượng chất kết dính (%)	Độ ổn định Marshall (KN)	Độ dẻo Marshall (mm)	Độ rỗng dư V_a (%)
Mẫu 1	4,2	19,71	3,55	4,268
Mẫu 2	4,2	21,25	2,81	4,056
Mẫu 3	4,2	22,51	2,37	4,881
Trung bình		**21,16**	**2,91**	**4,401**

2.3. Thí nghiệm xác định mô-đun đàn hồi tĩnh của hỗn hợp EME

Mô-đun đàn hồi tĩnh được thí nghiệm theo Phụ lục C, 22TCN211-06 [6]: $E_{đh}$ tĩnh được thực hiện bằng cách nén các mẫu trụ tròn trong điều kiện cho nở hông tự do. Mẫu xác định $E_{đh}$ là mẫu hình trụ có (đường kính x chiều cao) bằng (100x100)mm được chế bị bằng máy đầm xoay. Mẫu sau khi chế bị được bảo dưỡng 16h ở nhiệt độ phòng 25^{0}C. Trước khi thử nghiệm, mẫu sẽ được đặt trong buồng bảo ôn có nhiệt độ bằng nhiệt độ thử nghiệm ít nhất trong 2,5h.

Để thực hiện thí nghiệm này, sử dụng thiết bị Cooper với buồng ổn nhiệt để duy trì nhiệt độ thí nghiệm. Tác dụng tải trọng với áp lực 0,5 MPa được duy trì trong thời gian 15 phút để đảm bảo cho biến dạng lún của mẫu ổn định với tốc độ biến dạng không vượt quá 0,01 mm/ phút, sau đó dỡ tải và chờ biến dạng phục hồi trong 15 phút. Toàn bộ biến dạng theo thời gian tác dụng và dỡ tải được ghi lại bằng phần mềm chuyên dụng, từ đó vẽ biểu đồ quan hệ giữa biến dạng và thời gian để xác định biến dạng đàn hồi của mẫu thí nghiệm.

Mô-đun đàn hồi tĩnh của vật liệu được tính theo trị số biến dạng đàn hồi ΔH đo được khi thí nghiệm nén tương ứng với áp lực p (MPa) với công thức sau:

$$E_{đh} = \frac{p.H}{\Delta H} \quad (1)$$

Trong đó:

H - Chiều cao mẫu;

ΔH - Biến dạng đàn hồi;
p - Áp lực tác dụng lên mẫu (MPa), $p = \frac{4P}{\pi D^2}$;
P - Lực tác dụng lên bàn nén (kN);
D - Đường kính mẫu (đường kính bàn nén);

Mô-đun tĩnh của BTN được xác định ở 3 trạng thái nhiệt độ 15^{0}C, 30^{0}C và 60^{0}C, tương ứng với 3 nhiệt độ khi kiểm toán kết cấu áo đường ở 3 trạng thái theo 22TCN211-06.

Hình 2.4: Thí nghiệm xác định mô-đun đàn hồi

2.4. Thí nghiệm xác định mô-đun đàn hồi động của EME

Mô-đun đàn hồi động được xác đinh theo Tiêu chuẩn AASHTO TP 62-03 [7]. Theo tiêu chuẩn này, mô-đun động được xác định thông qua thí nghiệm nén dọc trục không hạn chế nở hông trên mẫu hình trụ tròn. Tải trọng tác dụng lên mẫu có dạng một hàm điều hòa dạng hình sin, tần số 1Hz. Công thức (2) và (3) thể hiện ứng suất σ và biến dạng ε cho dạng tải trọng này.

$$\varepsilon(t) = \varepsilon_0(t)\sin(\omega t) \quad (2)$$

$$\sigma(t) = \sigma_0(t)\sin(\omega t+\varphi) \quad (3)$$

Trong đó:

- ε_0 và σ_0 - Lần lượt là biên độ biến dạng và ứng suất;
- ω - Vận tốc góc (ω = 2.π.f, f là tần số).

Mô-đun động của BTN được tính theo công thức (4)

$$|E^*| = \frac{\sigma_0}{\varepsilon_0} \quad (4)$$

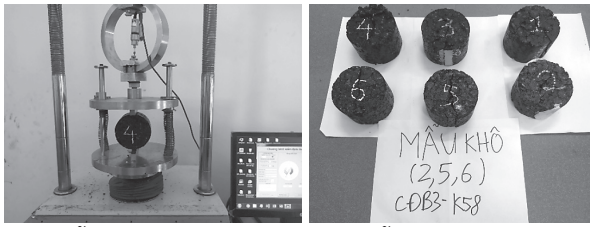
2.5. Thí nghiệm ép chẻ

Cường độ kéo khi ép chẻ được xác định theo Tiêu chuẩn TCVN 8862-2011 [8]: Tác dụng một tải trọng nén dọc theo đường sinh của mẫu hình trụ có chiều cao 50 mm, đường kính 101 mm; tải trọng nén được tăng liên tục và đều cho đến khi mẫu trụ bị phá hủy. Cường độ kéo khi ép chẻ được xác định theo công thức (5). Nghiên cứu thực hiện ở hai trạng thái mẫu: mẫu khô và mẫu bão hòa.

$$R_{kc} = \frac{2P}{\pi.h.d} \quad (5)$$

Trong đó:

R_{kc} - Cường độ kéo khi ép chẻ, Mpa;
P - Tải trọng khi phá hoại mẫu hình trụ, N;
H - Chiều cao của mẫu hình trụ (chiều dài đường sinh), mm;
D - Đường kính đáy mẫu hình trụ, mm,
π: 3,1416



a) - Mẫu EME trước khi ép chẻ *b) - Mẫu EME sau khi ép chẻ*

Hình 2.5: Thí nghiệm xác định cường độ kéo khi ép chẻ

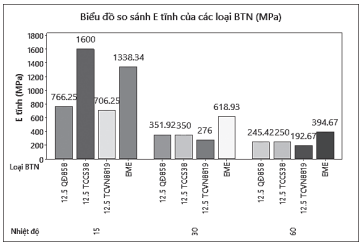
3. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

3.1. Kết quả thí nghiệm mô-đun đàn hồi tĩnh của EME

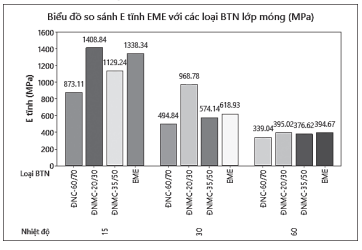
Phân tích độ chụm của kết quả thí nghiệm mô-đun đàn hồi tĩnh theo Tiêu chuẩn ASTM C670 cho thấy kết quả thí nghiệm đảm bảo độ chụm. Tổng hợp kết quả được thể hiện trong *Bảng 3.1* và *Hình 3.1, Hình 3.2*.

Bảng 3.1. Kết quả xác định mô-đun đàn hồi tĩnh của EME

TT	Chỉ tiêu	Mẫu	15^{0}C	30^{0}C	60^{0}C
1	**Mô-đun đàn hồi E tĩnh (MPa)**	1	1.343,29	649,76	375,15
		2	1.401,16	576,73	424,35
		3	1.270,58	630,31	384,46
		TB	**1.338,34**	**618,93**	**394,66**
2	Khoảng chênh lệch R: max-min	MPa	130,58	73,03	49,20
3	Hệ số biến sai cho phép Cv	%	6	6	6
4	Khoảng chấp nhận cho phép so với giá trị trung bình: 3.3xCv	%	19,8	19,8	19,8
5	Giá trị độ lệch cho phép	MPa	264,99	122,55	78,14
6	Đánh giá: So sánh (2) và (5)	-	Đạt	Đạt	Đạt



Hình 3.1: Biểu đồ so sánh $E_{đh}$ tĩnh của EME với một số loại BTNC 12,5



Hình 3.2: Biểu đồ so sánh $E_{đh}$ tĩnh của EME với các loại đá nhựa chặt

Biểu đồ trong *Hình 3.1* thể hiện sự so sánh $E_{đh}$ tĩnh của EME với một số loại BTNC 12,5 trong nghiên cứu thực nghiệm về mô-đun đàn hồi của BTN của Trường Đại học GTVT [9] và quy định trong TCCS 38:2022. Phân tích *Hình 3.1* ta thấy $E_{đh}$ tĩnh của EME cao hơn BTNC 12,5 trong nghiên cứu [9] từ 1,6 đến 2,2 lần ở cùng nhiệt độ thí nghiệm. Ở hai nhiệt độ thí nghiệm 15^{0}C và 30^{0}C, $E_{đh}$ tĩnh của EME gấp 1,5 - 1,6 giá trị $E_{đh}$ của BTNC 12,5 được nêu trong TCCS 38:2022. Nhưng ở nhiệt độ thí nghiệm 60^{0}C, mặc dù $E_{đh}$ tĩnh của EME gấp 1,7 - 1,9 lần giá trị $E_{đh}$ của BTNC 12,5 trong nghiên cứu [9] nhưng chỉ xấp xỉ bằng 0,83 lần giá trị $E_{đh}$ của BTNC 12,5 được nêu trong TCCS 38:2022.

Biểu đồ *Hình 3.2* thể hiện sự so sánh $E_{đh}$ tĩnh của EME với đá nhựa chặt cường độ cao (ĐNMC 25) và đá nhựa chặt (ĐNC 25) trong nghiên cứu thực nghiệm về mô-đun đàn hồi của BTN của Trường Đại học GTVT [9]. Biểu đồ *Hình 2.5* cho thấy EME có $E_{đh}$ tĩnh cao hơn hoặc tương đương ĐNC 25 (bitum 60/70), ĐNMC 25 (bitum 35/50) ở cả ba nhiệt độ thí nghiệm. EME có $E_{đh}$ tĩnh thấp hơn ĐNMC 25 dùng cùng loại bitum 20/30 ở nhiệt độ 15^{0}C, 30^{0}C nhưng lại có giá trị tương đương ở nhiệt độ cao (60^{0}C).

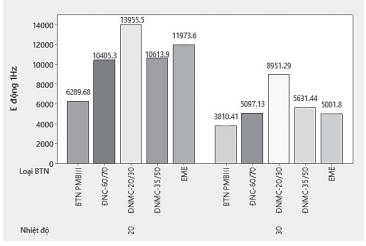
3.2. Kết quả thí nghiệm xác định mô-đun đàn hồi động

Kết quả thí nghiệm xác định mô-đun đàn hồi động thể hiện ở *Bảng 3.2* và *Hình 3.3*. Phân tích độ chụm của kết quả

thí nghiệm theo Tiêu chuẩn ASTM C670, cho thấy kết quả thí nghiệm đảm bảo độ chụm. Biểu đồ *Hình 3.3* thể hiện sự so sánh $E_{đh}$ động của EME với ĐNMC 25, ĐNC 25 và BTN polime 3 có đường kính hạt lớn nhất danh định 12,5 (BTN PMB III) trong nghiên cứu thực nghiệm về mô-đun đàn hồi của BTN của Trường Đại học GTVT [9, 10].

Bảng 3.2. Kết quả xác định mô-đun đàn hồi động của EME

TT	Chỉ tiêu	Mẫu	20°C	30°C
1	**Mô-đun đàn hồi động E (MPa)**	1	13.083,90	4.939,76
		2	11.875,60	5.376,50
		3	10.961,30	4.689,21
		TB	**11.973,60**	**5.001,82**
2	Khoảng chênh lệch R: max-min	MPa	2122,60	687,29
3	Hệ số biến sai cho phép Cv	%	6	6
4	Khoảng chấp nhận cho phép so với giá trị trung bình: 3.3xCv	%	19,8	19,8
5	Giá trị độ lệch cho phép	MPa	2370,77	990,36
6	Đánh giá: So sánh (2) và (5)	-	Đạt	Đạt

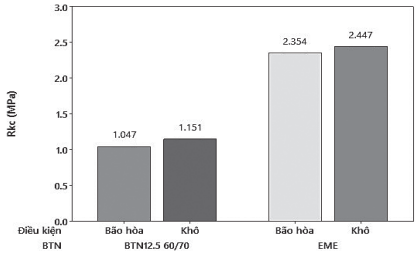


Hình 3.3: Biểu đồ so sánh Eđh động của EME với các loại đá nhựa chặt và BTNCP12,5

Biểu đồ *Hình 3.3* cho thấy EME là loại BTN có mô-đun đàn hồi động cao, cụ thể: Tương đương với ĐNC và ĐNMC sử dụng bitum 35/50; lớn hơn từ 1,3 - 1,9 lần so với BTN polime III có cùng đường kính hạt lớn nhất danh định 12,5 (BTNCP 12,5) và bằng 0,56 - 0,85 lần so với ĐNMC sử dụng cùng loại bitum 20/30.

3.3. Kết quả thí nghiệm xác định cường độ kéo khi ép chẻ

Kết quả thí nghiệm xác định cường độ kéo khi ép chẻ của mẫu EME và mẫu BTN đối chứng - BTNC 12,5 sử dụng bitum 60/70 ở hai trạng thái khô và bão hòa được thể hiện trong *Hình 3.4*. Kết quả thực nghiệm cho thấy EME có cường độ chịu kéo khi ép chẻ lớn gấp hơn hai lần so với BTNC 12,5 đối chứng và có tỷ lệ độ bền kéo (TSR) giữa mẫu ở trạng thái bão hòa và trạng thái khô rất cao, đạt tới 96,19%.



Hình 3.4: Biểu đồ so sánh R_{kc} của EME với BTN 60/70

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Trên cơ sở các kết quả thí nghiệm được phân tích thống kê đảm bảo mức độ tin cậy 95%, kết quả phân tích đánh giá kết cấu áo đường mềm có sử dụng EME làm lớp móng trên bằng phương pháp cơ học thực nghiệm (ME) và theo TCCS 38-2022 các kết luận, kiến nghị được đưa ra:

- EME có độ ổn định Marshall xấp xỉ gấp 3 lần và 2 lần giá trị tối thiểu theo yêu cầu về BTN thông thường và BTN polime được quy định trong Tiêu chuẩn TCVN 13567-1 và TCVN 13567-2.

- EME sử dụng bitum 20/30 có các đặc tính mô-đun động, mô-đun tĩnh và cường độ kéo khi ép chẻ tương đương với hỗn hợp ĐNMC sử dụng nhựa 35/50, vượt trội so với BTNC 12,5 và BTNCP 12,5.

- Sử dụng EME làm lớp móng trên hoặc đồng thời cả lớp móng trên và lớp mặt dưới trong KCMĐ mềm cấp cao là một giải pháp tốt để giảm chiều dày cũng như cải thiện tuổi thọ của kết cấu áo đường. Kết quả này hoàn toàn phù hợp với nhiều nghiên cứu trên thế giới và là thế mạnh rõ rệt của EME.

- Với những ưu điểm trên cần có các nghiên cứu tiếp theo về EME để sớm đưa loại vật liệu này vào sử dụng trong các KCMĐ cấp cao ở Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

[1]. Dr Laszlo Petho and Dr Erik Denneman (2013), *EME Technology Transfer to Australia: An Explorative Study - Technical report AP-T249-13*, Austroads Ltd, Sydney, Australia.

[2]. Dr Laszlo Petho, Andrew Beecroft, Jonathon Griffin and Dr Erik Denneman (2014), *High Modulus High Fatigue Resistance Asphalt (EME2) Technology Transfer – Technical report AP-T283-14*, Austroads Ltd, Australia.

[3]. Department of Transport and Main Roads (2015), *High Modulus Asphalt (EME2) Pavement Design- Technical Note 142*, State of Queensland, Australia.

[4]. *DB 37/T 3564-2019 - Specification for the Design and Construction of Anti-rutting and Anti-fatigue High Modulus Asphalt Concrete - 抗车辙抗疲劳高模量沥青混合料设计与施 工技术规范.*

[5]. Bộ Khoa học và Công nghệ (2011), *TCVN 8820: Hỗn hợp bê tông nhựa nóng - Thiết kế theo phương pháp Marshall.*

[6]. Bộ GTVT (2006), *22 TCN 211 - Mặt đường mềm - Yêu cầu thiết kế.*

[7]. AASHTO TP 62-03 (2004), *Standard Method of Test for Determining Dynamic Modulus of Hot-Mix Asphalt Concrete Mixtures*.

[8]. Bộ Khoa học và Công nghệ (2011), *TCVN 8862-2011: Quy trình thí nghiệm xác định cường độ kéo khi ép chẻ của vật liệu hạt liên kết bằng các chất kết dính.*

[9]. Trần Danh Hợi (2019), *Nghiên cứu hỗn hợp đá nhựa nóng cường độ cao dùng trong KCMĐ ô tô cấp cao ở Việt Nam*, Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học GTVT, Hà Nội.

[10]. Trần Thị Cẩm Hà (2020), *Nghiên cứu thành phần, tính chất cơ học và khả năng sử dụng bitum epoxy làm chất kết dính cho hỗn hợp asphalt tại Việt Nam*, Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học GTVT, Hà Nội.

Ngày nhận bài: 02/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 04/4/2023
Người phản biện: PGS. TS. Nguyễn Quang Phúc
TS. Trần Danh Hợi

Xây dựng mô hình động lực học cho tính toán kết cấu cho tấm composite

■ **ThS. ĐINH NGHĨA DŨNG**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: dinhnghiadzung@gmail.com

TÓM TẮT: Việc tính toán các kết cấu chịu lực phức tạp hiện nay thường sử dụng công cụ hỗ trợ là mô phỏng trên máy tính, đặc biệt đối với các kết cấu sử dụng vật liệu composite và kết cấu phức tạp. Việc xác định các thông số trong mô phỏng tính toán chính xác là khó khăn do cấu trúc bao gồm nhiều vật liệu và thành phần. Chưa kể, đối với một số kết cấu, việc loại bỏ một số thành phần phụ cũng sẽ ảnh hưởng đến kết quả tính toán. Nghiên cứu này đề xuất xây dựng mô hình động lực học cho tính toán kết cấu tấm composite dựa trên kết quả thí nghiệm động học thực tế kết hợp với tối ưu hóa. Bằng cách này, có thể thu được một mô hình chính xác và đáng tin cậy, hơn nữa có thể được áp dụng để theo dõi tình trạng kết cấu, thiết kế tối ưu hóa hoặc phân tích độ tin cậy.

TỪ KHÓA: Mô hình động lực học, tấm composite, FEM.

ABSTRACT: The calculation of complex load-bearing structures today often uses a support tool that is computer simulation. Especially, for structures using composite materials and complex structures. Determining the parameters in accurate computational simulations is difficult because the structure consists of many materials and components. Not to mention, for some textures, the removal of some extra components will also affect the calculation results. This study proposes to build a dynamic model for the calculation of composite sheet structures based on the results of actual kinetic experiments combined with optimization. In this way, an accurate and reliable model can be obtained, which can further be applied for structural condition monitoring, design optimization or reliability analysis.

KEYWORDS: Dynamic model, composite plate, FEM.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mô hình phần tử hữu hạn (FEM) được xây dựng dựa trên các tham số có thể khảo sát dễ dàng như các đặc điểm hình học và sơ đồ cấu trúc, cùng với các tham số khác. FEM là công cụ tiêu chuẩn để mô hình hóa hành vi cấu trúc. Tuy nhiên, do có nhiều giả định đơn giản hóa và một số độ không đảm bảo trong đặc tính cấu trúc (đặc tính vật liệu, điều kiện biên...), mô hình FE thường chỉ là biểu diễn gần đúng của cấu trúc thực. Do đó, mô hình FE ban đầu cần hiệu chỉnh sau.

Zhifeng Wu [1], Kim [2] và Wu [3] đã đề xuất các phương pháp cập nhật mô hình dựa trên ứng xử tĩnh của kết cấu. Phong [4], Bayraktar [5], El-Borgi [6] đã sử dụng các đặc tính động để cập nhật mô hình FE cho các loại cấu trúc khác nhau. Thông qua các thuật toán tối ưu, nhiều nhà nghiên cứu đã sử dụng chúng nhằm mục đích tính toán nhanh và nâng cao kết quả mô hình FE đạt độ chính xác cao nhất. Mohapatra [7] đã đề xuất một cách tiếp cận để cập nhật mô hình bằng cách sử dụng phương pháp tối ưu hóa tìm kiếm. Nhìn chung, các nhà nghiên cứu sử dụng sức mạnh toán học của các thuật toán tối ưu hóa để cập nhật mô hình FE.

Bài báo trình bày một nghiên cứu xây dựng mô hình chính xác của tấm composite, làm bằng UHPC và thép, hoạt động cùng nhau.

2. PHƯƠNG PHÁP TIẾP CẬN

Xét một kết cấu hữu hạn bậc tự do, phương trình vi phân dao động riêng của kết cấu có dạng (phương trình (1)) [12]:

$$\boldsymbol{M}\ddot{u}(t)+\boldsymbol{K}u(t)=0 \quad (1)$$

Trong đó: M - Ma trận khối lượng của cấu trúc và K biểu thị ma trận độ cứng của cấu trúc.

Các phương trình dao động của các khối lượng tương ứng có thể được định nghĩa là (phương trình (2) và (3)) [12]:

$$u_i(t)=A_i\sin(\omega t+\varphi_i) \quad (2)$$

$$\ddot{u}_i(t)=-\omega^2 A_i\sin(\omega t+\varphi_i) \quad (3)$$

Bằng cách thay thế các phương trình và các thành phần tương ứng vào phương trình (1), có thể suy ra các phương trình sau (phương trình (4) và phương trình (5)):

$$\begin{bmatrix} m_1 & & & \\ & m_2 & & \\ & & \dots & \\ & & & m_n \end{bmatrix}(-\omega^2)\begin{bmatrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_n \end{bmatrix}+\begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & \dots & k_{1n} \\ k_{21} & k_{22} & \dots & k_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ k_{n1} & k_{n2} & \dots & k_{nn} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_n \end{bmatrix}=0 \quad (4)$$

$$\left[\begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & \dots & k_{1n} \\ k_{21} & k_{22} & \dots & k_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ k_{n1} & k_{n2} & \dots & k_{nn} \end{bmatrix}-\omega^2\begin{bmatrix} m_1 & & & \\ & m_2 & & \\ & & \dots & \\ & & & m_n \end{bmatrix}\right]\begin{bmatrix} 1 \\ \varphi_2 \\ \dots \\ \varphi_n \end{bmatrix}=0 \quad (5)$$

Đơn giản hóa để có được phương trình xác định dạng dao động cụ thể:

$$\left[\boldsymbol{K}-\omega_j^2\boldsymbol{M}\right]\boldsymbol{\Phi}=0 \quad (6)$$

Tần số dao động (f=w/2π) và hình dạng chế độ rung tự nhiên (ji), được xác định thông qua công thức (5) hoặc công thức (6) là một đặc điểm rất quan trọng của kết cấu và nó thường được sử dụng để xác định độ chính xác của mô hình FE. Đặc tính động là duy nhất và bị ảnh hưởng bởi ma trận độ cứng K và ma trận khối lượng M. Tuy nhiên, hai tham số này không chắc chắn do các đặc tính vật liệu khác nhau. Xác định chính xác các đặc tính làm việc của một cấu trúc nhất định, làm bằng vật liệu composite vẫn là một nhiệm vụ đầy thách thức.

3. XÂY DỰNG MÔ HÌNH ĐỘNG LỰC HỌC CHO TÍNH TOÁN KẾT CẤU TẤM COMPOSITE

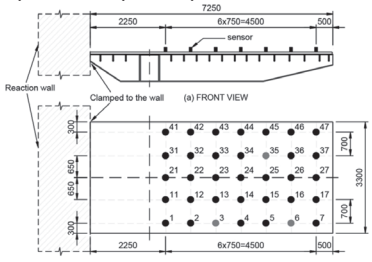
3.1. Giới thiệu về kết cấu tấm

Nghiên cứu hiện tại xem xét một tấm, làm bằng bê tông UHPC dày 0,065 m và thép tấm dày 0,014 m. Hai vật liệu kết hợp với nhau thông qua một hệ thống đinh tán được hàn trên bề mặt của tấm thép. Dầm chữ I thép và dầm hộp có chiều cao tương tự nhau là 0,8 m. Toàn bộ kết cấu bản được gia cố bằng các nẹp ngang như trình bày trong *Hình 3.1*. Kích thước tổng thể của kết cấu bản là (3,3x7,250x0,865)m.

Hình 3.1: Kết cấu tấm composite

3.2. Xác định thuộc tính động lực học của tấm composite

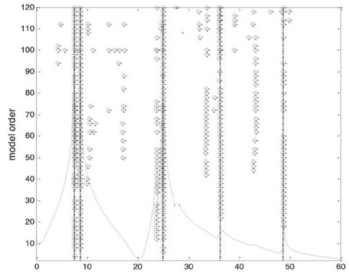
Trên bề mặt cấu trúc tấm được sử dụng 8 cảm biến gia tốc kế (PCB-393B12) có độ nhạy cao để phản hồi việc thu nhận tín hiệu. Để làm cho lưới đo độ rung trở nên linh hoạt hơn, 12 phép đo kết hợp đã được thực hiện nhằm tối đa hóa số lượng cảm biến. Các cảm biến ở vị trí 3, 6 và 35 được sử dụng làm điểm tham chiếu, trong khi các điểm khác được di chuyển lần lượt ở các điểm khác dọc theo lưới đo để lấy dữ liệu cho một số vị trí trên tấm.



Hình 3.2: Thí nghiệm xác định thuộc tính động lực học tấm composite

Thời gian thu nhận đối với thiết lập chỉ có đầu ra là 20 phút ở tần số lấy mẫu là 1.651 Hz. *Hình 3.2* thể hiện các điểm đo theo hướng dọc và ngang và thiết bị được lắp đặt trên kết cấu và quá trình đo.

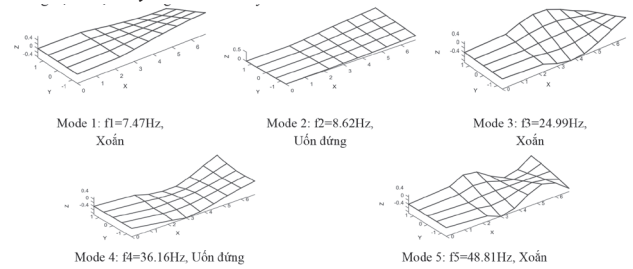
Sau khi thu thập đủ dữ liệu, tiến hành xử lý dữ liệu và xác định thuộc tính động của kết cấu.



Hình 3.3: Sơ đồ ổn định thu được bằng cách sử dụng SSI-COV

Dựa trên dữ liệu đầu vào và dữ liệu thu được từ quá trình tiền xử lý (loại bỏ nhiễu và phân loại dữ liệu thành các nút tương ứng), một mô hình với đầy đủ dữ liệu cho các điểm đo được hình thành.

Năm cột dọc trong biểu đồ ổn định biểu thị 5 hình dạng chế độ của kết cấu dựa trên phản ứng thu thập được của nó. Do đó, chúng có hai chế độ uốn dọc và ba chế độ xoắn. Các hình dạng chế độ từ thí nghiệm được vẽ trong hình dưới đây:



Hình 3.4: Năm dạng dao động đầu tiên từ phép đo

Các kết quả trong *Bảng 3.1* là các giá trị trung bình thu được từ các phép đo.

Bảng 3.1. Tổng hợp kết quả đo đạc kết cấu tấm

Mode	f (Hz)	std.f	MPC	x (%)	Type
1	7,47	0,020	0,9991	0,664	Mode xoắn 1
2	8,62	0,024	0,9995	0,786	Mode uốn 1
3	24,99	0,082	0,9987	0,270	Mode xoắn 2
4	36,16	0,112	0,9983	1,044	Mode uốn 2
5	48,81	0,080	0,9983	0,472	Mode xoắn 3

3.3. Xây dựng mô hình động lực học của tấm composite

Một mô hình phần tử hữu hạn ban đầu được xây dựng trên hộp công cụ Ổn định. Mô hình FE sử dụng đồng thời các phần tử vỏ 4 nút (Shell4) và các phần tử dầm (đối với dầm hộp và dầm chữ I).

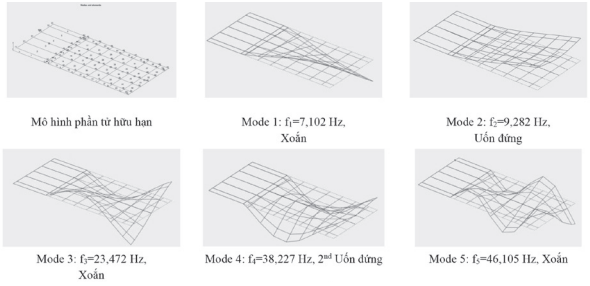
Để tiện cho việc điều khiển và cập nhật sau này, các nút phần tử được bố trí tại các vị trí cảm biến so với thực nghiệm. Chi tiết về mô hình FE như sau:

- Cấu trúc tấm được mô hình hóa bởi 70 nút và 69 phần tử. Trong đó, có 54 phần tử shell4 và 15 phần tử chùm. Năm phần loại thành viên đã được sử dụng.
- Kết cấu chính: Tấm đang xét được làm bằng thép tấm dày 0,014 m, được tăng cường bởi các nẹp ngang.
- Điều kiện biên: Một liên kết cứng giữa đầu tấm và tường được tích hợp vào mô hình bằng cách khóa tất cả DOF của đầu cấu trúc tấm. Ngoài ra, các nút bên dưới dầm hộp được coi là "chịu lực", với độ cứng ban đầu là kb = (1×1010)N/m.

Kết quả phân tích động của mô hình FE được xác định bằng phương pháp Block Lanczos. Tần số tự nhiên và dạng mode của năm mode đầu tiên được đưa ra trong *Bảng 3.2* và được minh họa trong hình dưới đây:

Bảng 3.2. Tổng hợp kết quả mô phỏng kết cấu tấm

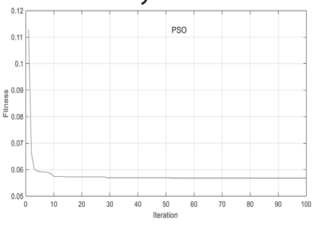
Mode	Tần số mô hình (Hz)	Tần số đo đạc (Hz)	Error*(%)	MAC	Dạng dao động
1	7,102	7,47	4,92	0,87	Mode xoắn 1
2	9,282	8,62	7,67	0,85	Mode uốn 1
3	23,472	24,99	6,07	0,86	Mode xoắn 2
4	38,227	36,16	5,71	0,63	Mode uốn 2
5	46,105	48,81	5,54	0,66	Mode xoắn 3



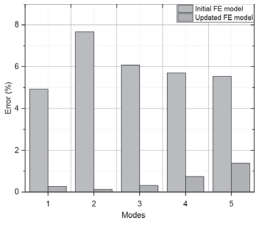
Hình 3.5: Năm dạng dao động đầu tiên từ mô hình hóa

Mối tương quan giữa các vector hình dạng chế độ được tính toán và đo lường không được đảm bảo. Ngoài ra, các giá trị tần số cũng cho thấy sự khác biệt đáng kể. Đây là một tình huống phổ biến cho các mô hình FE ban đầu. Có nhiều thông số không chắc chắn liên quan đến loại mô phỏng này, chẳng hạn như tính chất vật liệu và thông số độ cứng trong số những thông số khác. Trong trường hợp này, các thông số về kích thước hình học có thể hoàn toàn chính xác dựa trên các phép đo chi tiết hoặc dựa trên tài liệu thiết kế, vì vậy có thể xử lý thông số này bằng một thông số nào đó để giảm bớt khối lượng tính toán.

Sau khi có được các tham số không cần thiết, quá trình bắt đầu bằng cách cập nhật mô hình với hàm mục tiêu. Đường cong hội tụ khi sử dụng thuật toán tối ưu để lựa chọn các thông số không chắc chắn được thể hiện trong hình dưới đây:



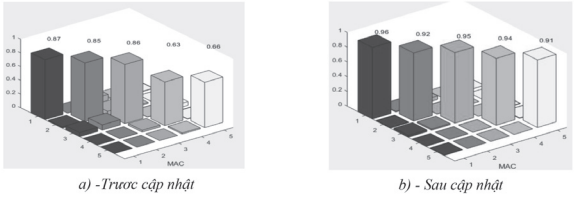
Hình 3.6: Đường cong hội tụ khi cập nhật mô hình



Hình 3.7: So sánh chênh lệch tần số trước và sau khi cập nhật mô hình

Bảng 3.3. Tổng hợp kết quả tần số và dạng dao động sau khi cập nhật

Mode	Tần số mô hình (Hz)	Tần số đo đạc (Hz)	Error*(%)	MAC	Dạng dao động
1	7,45	7,47	0,27	0,96	Mode xoắn 1
2	8,61	8,62	0,12	0,92	Mode uốn 1
3	24,91	24,99	0,32	0,95	Mode xoắn 2
4	36,43	36,16	0,74	0,94	Mode uốn 2
5	48,13	48,81	1,39	0,91	Mode xoắn 3



a) -Trước cập nhật *b) - Sau cập nhật*

Hình 3.8: Giá trị MAC trước và sau cập nhật

Giá trị MAC của mô hình FE trước và sau khi cập nhật được thể hiện trong *Hình 3.8*. Sau khi được cập nhật, độ chính xác của mô hình đã tăng lên đáng kể. Các giá trị MAC này cho thấy sự phù hợp tốt giữa FE và các mô hình thực tế.

4. KẾT LUẬN

Từ các kết quả trong nghiên cứu này, các kết luận và kiến nghị sau có thể được rút ra:

- Đối với kết cấu sử dụng composite, việc cập nhật thông số vật liệu là rất cần thiết vì có thể không phát huy hết tính năng của từng loại vật liệu trong kết cấu.
- Trong bài toán đánh giá thiệt hại kết cấu, việc cập nhật mô hình có thể được sử dụng để khoanh vùng một số hư hỏng bằng cách chuyển đổi các tham số khu vực hư hỏng thành các biến. Việc tìm ra các thông số này sẽ đưa đến những dự đoán chính xác về tình trạng xuống cấp của kết cấu, từ đó đề xuất biện pháp gia cố sửa chữa hoặc có biện pháp tiếp tục phục vụ kết cấu cho phù hợp.
- Việc xác định chính xác các tham số bất định trong mô hình tính toán là rất quan trọng. Một mô hình có thể đại diện cho cấu trúc thực tạo tiền đề cho các thí nghiệm trên đó. Các kịch bản đa thiệt hại có thể được đưa vào giám sát tình trạng cấu trúc để tạo ra các bộ dữ liệu đa dạng.

Tài liệu tham khảo

[1]. Zhifeng Wu, Bin Huang, Y.J. LiY.J. LiWuchuan Pu, Wuchuan Pu, *A Statistical Model Updating Method of Beam Structures with Random Parameters under Static Load*, Applied Sciences, vol.7, no.6, doi: *https://doi.org/10.3390/app7060601*.

[2]. Sehoon Kim, Ki Young Koo and Jong-Jae Lee, *Bridge Finite Model Updating Approach By Static Load Input/Deflection Output Measurements: Field Experiment*, The 2016 Structures Congress (Structures 16), Jan. 2016, doi: *http://www.i-asem.org/publication_conf/structures16/8.ASMM16/W2D.5.SM577_1442F1.pdf*.

[3]. Wu, B.; Lu, H.; Chen, B.; Gao, Z., *Study on finite element model updating in highway bridge static loading test using spatially-distributed optical fiber sensors*, Sensors 2017, 17, 1657, vol.17, no.7, doi: *https://doi.org/10.3390/s17071657*.

[4]. Dongming Feng, S.M.ASCE and Maria Q. Feng, F.ASCE (December 2015), *Model Updating of Railway Bridge Using In Situ Dynamic Displacement Measurement under Trainloads*, Journal of Bridge Engineering, vol.20, Issue 12, doi: *https://doi.org/10.1061/(ASCE)BE.1943-5592.0000765*.

[5]. Bayraktar, A.; Altunisik, A.C.; Sevim, B.; Turker, *Finite element model updating of Kömürhan highway bridge based on experimental measurements*, Smart Structures and Systems, vol.6, Issue 4, pp.373-388, doi: *https://doi.org/10.12989/sss.2010.6.4.373*.

[6]. El-Borgi, S.; Smaoui, H.; Cherif, F.; Bahlous, S. (2005), *Modal identification and finite element model updating of a reinforced concrete bridge*, SMART STRUCTURES AND SYSTEMS, vol.1, no. Issue 1, pp.83-101, doi: *https://doi.org/10.12989/sss.2005.1.1.083*.

[7]. Mohapatra P, Chakravarty S, Dash PK, *An improved cuckoo search based extreme learning machine for medical data classification*, Swarm and Evolutionary Computation, doi: *https://doi.org/10.1016/j.swevo.2015.05.003*.

Ngày nhận bài: 14/02/2023
Ngày chấp nhận đăng: 25/3/2023
Người phản biện: TS. Nguyễn Xuân Tùng
TS. Bùi Thanh Quang

Các biện pháp gia cố xử lý khu vực san gạt của dải cất hạ cánh - Áp dụng cho Cảng Hàng không Điện Biên

■ **TS. NGUYỄN TRỌNG HIỆP**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: nguyentronghiep@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Dải san gạt hay vùng bảo hiểm đường cất hạ cánh (CHC) (RSA) là một bộ phận quan trọng của dải CHC, đóng vai trò quyết định trong việc đảm bảo an toàn cho các chuyến bay. Bộ phận này chỉ được sử dụng trong các trường hợp khẩn cấp khi tàu bay chệch hướng hoặc lao khỏi bề mặt đường CHC trong quá trình cất cánh hoặc hạ cánh. Do mức độ nghiêm trọng của sự cố tàu bay có thể gây thiệt hại lớn đối với tàu bay, đe dọa tính mạng của hành khách và phi hành đoàn, bề mặt của khu vực này cần phải được chuẩn bị thích hợp. Bài báo trình bày nghiên cứu về các biện pháp xử lý kết cấu bề mặt khu vực san gạt để đáp ứng yêu cầu kỹ thuật, đồng thời đề xuất giải pháp cho Cảng Hàng không Điện Biên đang được xây dựng.

TỪ KHÓA: Dải cất hạ cánh, dải san gạt, bảo hiểm đường cất hạ cánh, cảng hàng không.

ABSTRACT: The grading portion or runway safety area (RSA) is an important part of the runway strip, playing a crucial role in ensuring the safety for flights. It is only used in emergency cases when aircrafts veer off or overrun from runway surfaces during takeoff or landing operations. Due to the severity of the aircraft incident which may cause extreme damage to aircraft and threaten the lives of passengers and crew, it is necessary to properly prepare the surface of this area. The article presents studies on countermeasures for the surface structure of the grading portion to meet the technical requirements and proposes a solution for Dien Bien Airport which is being under construction.

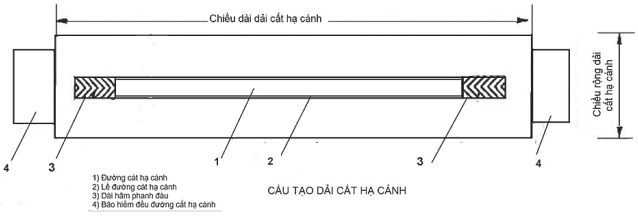
KEYWORDS: Runway strip, grading portion, runway safety area, airport.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dải CHC là công trình quan trọng bậc nhất tại một cảng hàng không-sân bay. Đây là nơi diễn ra các hoạt động phức tạp và tiềm ẩn nhiều rủi ro cho một chuyến bay là cất cánh và hạ cánh. Bên cạnh việc đảm bảo điều kiện tốt nhất để các hoạt động này diễn ra an toàn và thuận lợi, dải CHC còn phải đảm bảo giảm thiểu các thiệt hại đối với kết cấu tàu bay, hành khách và phi hành đoàn khi các sự cố không mong muốn xảy ra. Cấu tạo của dải CHC được thể hiện trong *Hình 1.1*.

1.1. Kích thước hình học

Theo các quy định của ICAO [1, 2], dải CHC được mở rộng sang ngang đến khoảng cách quy định từ tim đường CHC vả kéo dài về hai phía đầu đường CHC.



Hình 1.1: Cấu tạo dải CHC [3]

Về chiều dài, dải CHC gồm đường CHC và các đoạn kéo dài thêm nằm trước ngưỡng kể từ mép đường CHC hoặc dải hãm phanh đầu với chiều dài không nhỏ hơn 60 m khi đường CHC có mã số là 2, 3, 4, hoặc là 1 nếu đường CHC có thiết bị. Khi đường CHC có mã số là 1 và đường CHC không có thiết bị thì không được dưới 30 m.

Về chiều rộng, đối với đường CHC tiếp cận chính xác: được mở rộng theo phương ngang khi điều kiện cho phép tới khoảng cách không được nhỏ hơn 140 m khi mã số là 3 hoặc 4 và 70 m khi mã số là 1 hoặc 2, về mỗi phía của tim đường CHC và kéo dài hết chiều dài dải CHC. Đối với đường CHC không có thiết bị, độ mở rộng này không được nhỏ hơn 75 m khi mã số là 3 hoặc 4; 40 m khi mã số là 2 và 30 m khi mã số là 1.

1.2. Độ dốc

Độ dốc dọc của dải CHC được quy định theo mã số của CHC, cụ thể không vượt quá 1,5% khi mã số là 4, 1,75% khi mã số là 3 và 2% khi mã số là 1 hoặc 2. Độ dốc ngang dải CHC được thiết kế đủ để nước không bị đọng lại trên mặt, tuy nhiên không lớn hơn 2,5% khi mã số là 3 hoặc 4, và 3% khi mã số là 1 hoặc 2.

Trừ trường hợp cần thoát nước nhanh trong phạm vi 3 m đầu tiên ngoài mép đường CHC, lề hoặc dải hãm phanh đầu có dốc âm theo hưởng từ đường CHC ra có thể lấy bằng 5%.

1.3. Khả năng chịu tải

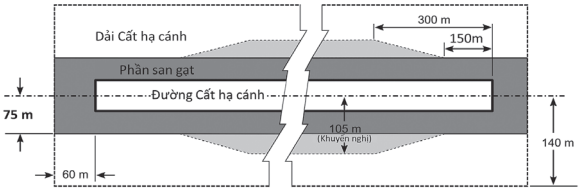
Sức chịu tải của dải CHC bao gồm đường CHC có thiết bị, trong giới hạn tối thiểu là 75 m khi có mã số là 3 hoặc 4 và 40 m khi có mã số là 1 hoặc 2, tính từ tim đường CHC và đường kéo dài của nó cần được gia cố hoặc xây dựng sao cho khi các loại máy bay dự kiến khai thác lăn ra ngoài đường CHC ít bị nguy hiểm nhất do sức chịu tải khác nhiều so với đường CHC. Đối với đường CHC không có thiết bị, quy định này là tương tự khi mã số là 2, 3 hoặc 4; khi mã số là 1 thì giá trị tối thiểu giảm xuống còn 30 m.

Như vậy, cấu tạo của dải CHC gồm nhiều bộ phận khác nhau, có kích thước, cấu tạo thay đổi tùy thuộc cấp hạng của CHK và tuân thủ các quy định chặt chẽ của mỗi nước và Tổ chức Hàng không dân dụng quốc tế (ICAO).

2. DẢI SAN GẠT VÀ Ý NGHĨA TỚI AN TOÀN BAY

2.1. Vị trí và kích thước

Dải san gạt hay dải bảo hiểm đường CHC (Runway Safety Areas, RSA) là một bộ phận quan trọng của dải CHC, tiếp giáp và bao quanh đường CHC và dải hãm phanh đầu (nếu có), đóng vai trò chính trong việc giảm thiểu rủi ro hư hỏng tàu bay, đảm bảo an toàn cho các trường hợp tàu bay chệch đường CHC. Trong dải CHC, dải san gạt có kích thước và vị trí như *Hình 2.1* [1, 2].

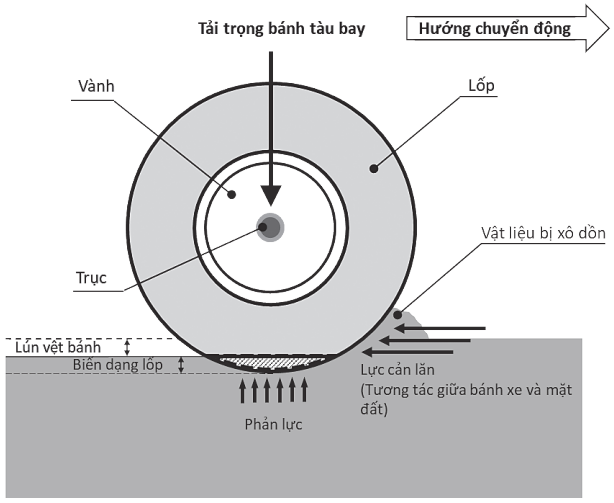


Hình 2.1: Vị trí và kích thước dải san gạt đối với sân bay với đường CHC tiếp cận chính xác có mã số 3 hoặc 4

Để đáp ứng được yêu cầu quan trọng này, dải san gạt phải đảm bảo phù hợp về kích thước hình học như đã quy định đối với dải CHC. Bên cạnh đó, kết cấu bề mặt của dải san gạt cần có cấu tạo đặc biệt nhằm đáp ứng yêu cầu khi được sử dụng.

2.2. Yêu cầu về cấu tạo bề mặt

Khi tàu bay gặp sự cố và lăn/trượt trên phần san gạt, lực tác dụng trên bánh tàu bay có thể mô tả như *Hình 2.2*.



Hình 2.2: Các lực tác dụng lên bánh tàu bay trên dải san gạt [4]

Lực cản lăn hình thành tại bánh tàu bay ngăn cản chuyển động được phân tích theo công thức sau [5]:

$$F = (G - V) \times f \qquad (*)$$

Trong đó:

F - Lực cản lăn;

G - Tải trọng bánh tàu bay;

V - Lực nâng;

f - Hệ số sức cản lăn.

Trong công thức (*), hệ số lực cản lăn *f* do tương tác giữa bánh xe với bề mặt sinh ra đóng vai trò quyết định ảnh hưởng đến khả năng giảm tốc độ của tàu bay, đồng thời phản lực đất nền phải đủ khả năng nâng đỡ càng mũi tàu bay.

Như vậy, dải san gạt của dải CHC được xây dựng với mục đích ngăn ngừa càng bánh mũi tàu bay bị gãy, giảm thiểu nguy hiểm đến kết cấu tàu bay, đồng thời nhanh chóng giảm tốc độ lăn hay trượt của bánh tàu bay trên bề mặt khi tàu bay chạy chệch khỏi đường CHC. *Hình 2.3* thể hiện một số trường hợp tàu bay hạ cánh chệch hướng ra dải san gạt.

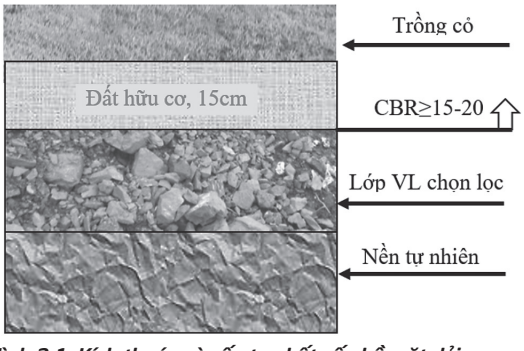
Hình 2.3: Tàu bay hạ cánh chệch đường CHC dừng trên bề mặt dải san gạt [4]

Để đáp ứng yêu cầu này, một giải pháp chung được đưa ra là bề mặt dải san gạt phải được cấu tạo sao cho máy bay có thể trượt hoặc lăn phía dưới bề mặt của nó. Khi đó, lớp vật liệu phía trên bị xô dồn ở phía trước bánh tàu bay, có tác dụng tạo ra lực cản lăn lớn, giúp tàu bay nhanh chóng giảm tốc độ. Ngược lại, phần bên kết cấu phía dưới phải có đủ sức chịu tải để bánh tàu bay không bị lún sụt, gây ra lực xung kích làm gãy càng mũi tàu bay.

3. NHỮNG VẤN ĐỀ ĐẶT RA VÀ GIẢI PHÁP KỸ THUẬT ĐẢM BẢO AN TOÀN BAY KHI XÂY DỰNG DẢI SAN GẠT

3.1. Cấu tạo kết cấu bề mặt dải san gạt

Như phân tích ở trên, dải san gạt có vị trí rất quan trọng trong việc đảm bảo an toàn cho các hoạt động CHC của tàu bay trong các tình huống xảy ra sự cố chệch đường CHC. Theo quy định, kích thước và cấu tạo bề mặt của dải san gạt như trong *Hình 3.1*.



Hình 3.1: Kích thước và cấu tạo kết cấu bề mặt dải san gạt

Yêu cầu kỹ thuật đối với cấu trúc bề mặt dải san gạt dưới 15 cm phải có cường độ CBR ≥ 15-20. Bề mặt được trồng cỏ trên lớp đất 15 cm, lớp đất này không được lẫn đá kích cỡ lớn hơn 10 cm.

Thông thường, nền đất tự nhiên 2 bên đường CHC chỉ phù hợp tiêu chí của nền đường thông thường, sức chịu tải CBR chỉ đạt từ 5 - 9, do vậy để đảm bảo cường độ CBR từ 15 - 20 cần có biện pháp xử lý kỹ thuật. Bên cạnh vấn đề về kỹ thuật, với kích thước mỗi dải có bề rộng hàng trăm mét, chiều dài hàng kilomet, có thể thấy khối lượng vật liệu cần thiết lên tới hàng triệu m^3. Do vậy, việc lựa chọn sử dụng các loại vật liệu có sẵn đáp ứng được các đặc tính kỹ thuật yêu cầu, đặc biệt cần phù hợp với điều kiện cung ứng vật liệu tại địa phương là vô cùng quan trọng, giúp giảm chi phí xây dựng cho dự án. Do vậy, có thể đề xuất một số biện pháp như sau:

1) Sử dụng vật liệu chọn lọc từ các mỏ vật liệu đạt yêu cầu: Đây thường là giải pháp cho chất lượng tốt, đồng đều. Tuy nhiên, phương án này thường kéo theo chi phí xây dựng lớn do chi phí vận chuyển tăng lên, đồng thời cũng yêu cầu phải khai thác bổ sung một lượng lớn tài nguyên đất, đá tự nhiên cho dự án.

2) Xử lý vật liệu tại chỗ: Đây là giải pháp cần xét đến khi điều kiện cung ứng vật liệu hạn chế. Các loại đất tự nhiên tại chỗ sau khi xử lý bằng các giải pháp gia cố có thể đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật đặt ra. Thông thường sử dụng các phương pháp:

- Thay đổi thành phần hạt của đất: Bằng cách bổ sung các cốt liệu lớn (cỡ hạt Dmax = 40 mm) vào đất bằng cách rải và xáo xới, sau đó tạo ẩm thích hợp và lu lèn chặt. Cốt liệu này có thể là các loại đá thải (đã được gia công để kiểm soát thành phần cấp phối), các loại cuội, sỏi...
- Gia cố đất (GCĐ) bằng các loại chất gia cố có nguồn gốc hữu cơ, vô cơ nhằm cải thiện các đặc tính cơ lý của đất tại vị trí xây dựng.

3) Trong điều kiện cho phép, có thể linh hoạt phối hợp các giải pháp (1) và (2) ở trên nhằm đảm bảo yêu cầu kỹ thuật và chi phí xây dựng hợp lý.

3.2. Các loại chất GCĐ

3.2.1. Các loại chất gia cố hữu cơ

Từ những năm 2000 đến nay, một số loại chất GCĐ có nguồn gốc hữu cơ đã được giới thiệu và thử nghiệm trong xây dựng công trình đường bộ tại Việt Nam. Dưới đây giới thiệu một số loại chất GCĐ đã được nghiên cứu trong phòng và thi công thí điểm [6].

1) Chất RRP-Special (Raynolds Roadpacker 2-3-5 Special, RRP - S)

Là chất GCĐ dạng lỏng, hòa tan trong nước do Đức sản xuất, GCĐ trên cơ chế trao đổi ion. RRP-Special có thể thay đổi tính chất hóa lý của đất, làm tăng độ chặt của đất so với trạng thái tự nhiên, đồng thời hạn chế tính trương nở và mao dẫn của đất. RRP-Special đã được thử nghiệm cho một số dự án giao thông nông thôn nhỏ và xây dựng doanh trại quân đội, chưa được thí điểm trên diện rộng.

2) Chất SA44/LS40

Chất SA44/LS40 do Dallas Roadway Products (Hoa Kỳ) sản xuất, được Bộ GTVT Hoa Kỳ cho phép sử dụng từ những năm 1990. SA44/LS40 đã được sử dụng tại trên 50 nước trên thế giới và là hóa chất đầu tiên được Bộ GTVT cho phép sử dụng thử nghiệm.

Các kết quả thí nghiệm và thí điểm ở nhiều tỉnh thành ở Việt Nam, trên nhiều loại đất khác nhau cho thấy SA44/LS40 có nhiều đặc tính ưu việt so các loại chất GCĐ khác vì đất sau gia cố tồn tại ở dạng composite, có tác dụng ổn định hơn với nước.

Nhìn chung, các chất GCĐ SA44/LS40 và RRP-Special có công nghệ thi công tương đối đơn giản, phù hợp với điều kiện công nghệ hiện có tại Việt Nam, có thể áp dụng làm móng, mặt đường các tuyến đường giao thông nông thôn, vùng sâu vùng xa. Tuy nhiên, giá thành quá cao (gần tương đương với lớp cấp phối đá dăm) gây trở ngại cho việc áp dụng trên diện rộng ở Việt Nam.

3) Chất DBS-06

Chất GCĐ DBS-06 là một sản phẩm từ đề tài nghiên cứu do Trường Đại học GTVT chủ trì, có nguồn gốc nội địa. Đây là loại hợp chất được tổng hợp điều chế từ phế thải công nghiệp của các nhà máy giấy.

Sản phẩm là một hợp chất gồm hai thành phần: Chất DBS-06-01 có nguồn gốc lignin, được thu gom và điều chế từ phế thải của các nhà máy giấy; chất DBS-06-2 là axit sunfuric đậm đặc có nguồn gốc công nghiệp, được xử lý và kiểm soát nồng độ theo yêu cầu.

Các kết quả thí nghiệm ban đầu cho thấy DBS-06 có khả năng GCĐ tốt. Đặc biệt, trong điều kiện khi đất được phối trộn với tỷ lệ 3 - 4% vôi, DBS-06 có khả năng tăng sức chịu tải của đất nền trong cả mẫu được ngâm nước.

Nhìn chung, sản phẩm đạt các yêu cầu kỹ thuật GCĐ làm móng và mặt đường, giá thành thấp hơn nhiều với các chất GCĐ nhập ngoại. Tuy nhiên, việc triển khai đại trà cần có những cơ sở sản xuất mới có thể ứng dụng tốt trong thực tế.

3.2.2. Gia cố đất bằng các chất gia cố có nguồn gốc vô cơ

GCĐ bằng các chất gia cố vô cơ như xi măng, vôi là các giải pháp truyền thống, đã được áp dụng phổ biến trong xây dựng công trình đường bộ. Hiện nay, loại hình gia cố này đã có tiêu chuẩn áp dụng trong thi công và nghiệm thu [7].

Nhìn chung, các giải pháp GCĐ bằng các chất gia cố có nguồn gốc hữu cơ chưa thật sự có hiệu quả, ngoài vấn đề giá thành, một phần về kỹ thuật cũng cần được xem xét là điều kiện khí hậu mưa ẩm của Việt Nam. Kinh nghiệm thực tế qua các công trình thử nghiệm chỉ ra rằng, khi nền đất gia cố hóa chất hữu cơ ngập nước, độ ẩm lớn, cường độ suy giảm và tuổi thọ khó đảm bảo.

Do vậy, để đảm bảo yêu cầu kỹ thuật và hiệu quả kinh tế trong quá trình xây dựng lớp móng dải san gạt tại các cảng hàng không sân bay, giải pháp lựa chọn cần dựa trên: (1) Cấp hạng CHK; (2) Khả năng cung cấp vật liệu tại địa phương; (3) Giá thành vật liệu và (4) Chi phí thi công xây dựng.

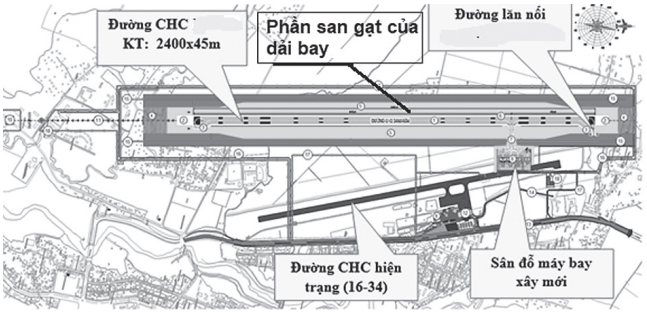
4. KIẾN NGHỊ GIẢI PHÁP KỸ THUẬT ÁP DỤNG TRONG XÂY DỰNG CẤU TRÚC BỀ MẶT DẢI SAN GẠT TẠI CẢNG HÀNG KHÔNG ĐIỆN BIÊN

4.1. Giới thiệu CHK Điện Biên

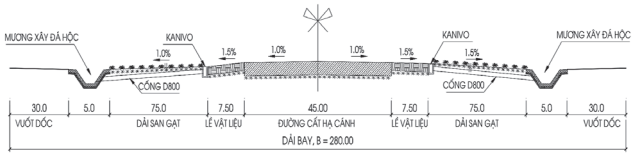
Do vai trò đặc biệt và những hạn chế của sân bay Điện Biên, Bộ GTVT đã phê duyệt điều chỉnh quy hoạch chi tiết Cảng Hàng không Điện Biên giai đoạn đến năm 2020 và

định hướng đến năm 2030, trong đó đường CHC được xây dựng tại vị trí mới với chiều dài được nâng lên 2.400 m, đảm bảo khai thác các máy bay tầm trung A320/A321 và tương đương với phương thức tiếp cận hạ cánh mới. Quy hoạch tổng thể và cấu tạo mặt cắt ngang đường CHC được thể hiện trong các *Hình 4.1* và *Hình 4.2* [8]. Các chỉ tiêu chính của đường CHC sau khi nâng cấp cải tạo như sau:

- Cấp sân bay 3C;
- Kích thước: (2.400x45)m;
- Bề rộng lề vật liệu: 7,5 m;
- Dải san gạt mỗi bên có chiều rộng 45 - 75 m, tổng diện tích: 360,111.54 m^2.



Hình 4.1: Quy hoạch Cảng Hàng không Điện Biên

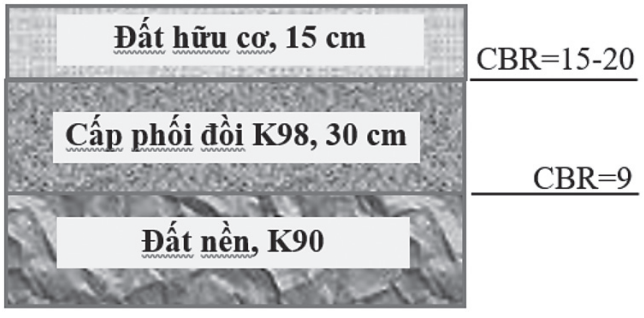


Hình 4.2: Trắc ngang điển hình của dải bay

Địa chất khu vực dải san gạt thuộc dải bay là đất sét ít dẻo (CL), đôi chỗ đất sét rất dẻo (CH), màu xám vàng, xám xanh, xám nâu loang lổ, trạng thái dẻo mềm đến dẻo cứng.

4.2. Kiến nghị giải pháp gia cường đất

Số liệu khảo sát mỏ vật liệu gần khu vực CHK cho thấy có 2 mỏ đất cấp phối đối với thành phần tự nhiên tốt có thể sử dụng để xử lý phần móng dải san gạt và các bộ phận có yêu cầu tương tự.



Hình 4.3: Kết cấu đề xuất cho dải san gạt

Trên cơ sở điều kiện địa chất hiện trạng và vật liệu có sẵn trên địa bàn xây dựng cảng, đề xuất biện pháp xử lý là:

1) Nền đất tự nhiên hoặc đất đắp được đầm chặt K95;

2) Tiếp theo là lớp vật liệu cấp phối đồi dày 30 cm có độ chặt K98 và CBR đạt giá trị 15 - 20;

3) Trên cùng là lớp đất hữu cơ dày đầm chặt K90, chiều dày 15 cm.

5. KẾT LUẬN

Trong dải CHC, khu vực san gạt đóng vai trò quan trọng, phát huy tác dụng trong các tình huống máy bay hạ cánh gặp sự cố chệch hướng đường CHC, giúp tàu bay giảm tốc nhanh, không bị lún sụt, đảm bảo càng mũi không bị gãy, đồng thời giảm thiểu thiệt hại kết cấu tàu bay, nâng cao đảm bảo an toàn bay.

Tại hầu hết các CHK, tai nạn chệch đường CHC xảy ra với tần suất rất thấp, do vậy kết cấu bề mặt dải san gạt ít phát huy tác dụng. Tuy nhiên, do tính chất quan trọng đặc biệt và thiệt hại lớn khi xảy ra sự cố, dải san gạt vẫn cần phải được duy trì và quan tâm về mặt cấu tạo. Vấn đề xử lý bề mặt một cách phù hợp và hiệu quả cũng là vấn đề quan trọng đặt ra đối với các nhà thiết kế và thi công. Bài báo đã đưa ra vấn đề và tầm quan trọng và các giải pháp xử lý, kiến nghị giải pháp áp dụng cho Cảng Hàng không Điện Biên.

Tài liệu tham khảo

[1]. ICAO (2020), *Aerodrome Design Manual - Part 1: Runways*, International Civil Aviation Organization (ICAO), DOC 9157.

[2]. ICAO, *Annex 14 - Aerodrome - Volume 1: Aerodrome Design and Operations*, 8th Ed., 2018.

[3]. TCVN 11364:2016 (2016), *Sân bay dân dụng - Đường CHC - Yêu cầu thiết kế*, Bộ Khoa học và Công nghệ.

[4]. FAA, Runway Safety Areas (RSAs), *Mitigating Runway Incursions and Excursions*, *https://www.faa.gov/airports/engineering/incursions_excursions/rsa*.

[5]. Antonio Trani (2022), *Lecture Note in Airport Planning and Design*, Virginia Polytechnic Institute and State University.

[6]. Nguyen Trong Hiep, Pham Huy Khang (25 - 27th, November, 2022), *Experimental Study of Using Paper Production Industry Waste as Soil Stabilizer for Road Construction in Vietnam*, Journal of Materials and Engineering Structures (JMES); vol.9, no.4 (2022): Special Issue - 4th International Conference on Sustainability in Civil Engineering (ICSCE 2022), Hanoi, Vietnam.

[7]. TCVN 10379:2014 (2014), *Gia cố đất bằng chất kết dính vô cơ, hóa chất hoặc gia cố tổng hợp, sử dụng trong xây dựng đường bộ - Thi công và nghiệm thu*, Bộ Khoa học và Công nghệ.

[8]. *Hồ sơ Dự án Đầu tư xây dựng mở rộng Cảng Hàng không Điện Biên, Liên danh Công ty TNHH MTV Thiết kế và Tư vấn xây dựng công trình hàng không ADCC và Công ty TNHH Công nghệ tòa nhà Việt Nam*, 2021.

Ngày nhận bài: 20/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 19/4/2023
Người phản biện: GS. TS. Phạm Huy Khang
TS. Nguyễn Thị Hồng Điệp

Phân tích dao động tự do của tấm cơ tính biến thiên có vết nứt đặt một phần trên nền đàn hồi

■ **TS. LÊ VĨNH AN**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: levinhan@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Tấm có vết nứt tựa một phần trên nền đàn hồi đã nhận được rất nhiều sự quan tâm trong thời gian gần đây do vết nứt có thể xuất hiện khi nền đàn hồi bị hư hỏng, sụt lún. Tấm được làm bằng vật liệu composite có các thuộc tính cơ học biến thiên dọc theo chiều dày tấm với quy luật hàm mũ. Bài báo sử dụng lý thuyết biến dạng cắt bậc ba, lý thuyết Phase-Field và phương pháp phần tử hữu hạn để tính toán tần số dao động tự do của tấm. Tấm có vết nứt được đặt trên một phần nền đàn hồi hai tham số, với vị trí vùng không có nền đàn hồi thay đổi. Độ chính xác của phương pháp tính được chứng minh bằng cách so sánh với các nghiên cứu uy tín đã công bố. Bài báo cũng phân tích ảnh hưởng của thành phần vật liệu, vị trí, kích thước vết nứt cũng như các tham số nền đàn hồi đến tần số dao động của tấm. Kết quả chỉ ra rằng, tỉ lệ thành phần vật liệu, chiều dài vết nứt, tham số nền đàn hồi và diện tích vùng không có nền đàn hồi có ảnh hưởng rất lớn tới tần số dao động cũng như dạng dao động của tấm.

TỪ KHÓA: Tấm, vết nứt, nền đàn hồi, Phase-Field, dao động.

ABSTRACT: The cracked plates resting on a part of elastic foundation have received a lot of attention recently because cracks can appear when the elastic foundation is damaged or subsided. The plates are made of materials whose mechanical properties vary along the plate thickness with an exponential law. The paper uses the third-order shear deformation plate theory, phase field theory and finite element method to calculate the free oscillation frequency of the plate. The cracked plate is placed on a part of the two-parameter elastic foundation, with the position of the region without the elastic foundation changing. The accuracy of the calculation method is proven by comparison with reputable published studies. The article also analyzes the influence of material composition, position, crack size as well as elastic background parameters on the vibration frequency of the plate. The results show that the ratio of material composition, crack length, elastic ground parameter and area of the region without elastic foundation have a great influence on the vibration frequency as well as the vibration modes of the plate.

KEYWORDS: Plate, crack, elastic foundation, phase field, vibration.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay, vật liệu cơ tính biến thiên (Functionally Graded Material - FGM) phổ biến nhất bao gồm vật liệu gốm và kim loại, lợi ích lớn nhất là nó có thể tận hưởng cả độ cứng, khả năng chịu nhiệt lớn của gốm và độ bền cao của kim loại để hạn chế tối đa sự rạn nứt sớm của tấm. Tấm FGM trở thành một trong những kết cấu cơ bản được sử dụng rộng rãi trong thực tế và được nhiều nhà khoa học quan tâm. Năm 2008, Hiroyuki [1] đã tính được tần số dao động và ứng suất mất ổn định của tấm FGM bằng lý thuyết biến dạng cắt có tính đến quán tính quay và phương pháp mở rộng chuỗi lũy thừa của các chuyển vị. Năm 2022, Raj & Prasun [2] sử dụng lý thuyết biến dạng cắt bậc nhất và phương pháp độ cứng động để tìm tần số của tấm FGM có dạng bậc thang.

Tấm FGM có sự gia tăng độ cứng đáng kể khi được đặt trên nền đàn hồi, do vậy đáp ứng động lực học của tấm có sự thay đổi tương ứng với từng nền đàn hồi cụ thể. Zhou và cộng sự [3] sử dụng lý thuyết biến dạng đàn hồi ba chiều và phương pháp Ritz để tính tần số của tấm FGM trên nền đàn hồi. Dựa trên lý thuyết biến dạng cắt bậc ba và nguyên lý Hamilton, Hasani và cộng sự [4] đã tìm được tần số của tấm FGM tựa trên nền đàn hồi Pasternak. Mới đây (2022), Peng và cộng sự [5] đã tính tần số của tấm FGM có gân gia cường tựa trên nền đàn hồi Pasternak bằng lý thuyết biến dạng bậc nhất.

Vật liệu FGM có nhiều ưu việt. Tuy nhiên, trong quá trình chế tạo hoặc sử dụng vẫn có khả năng xuất hiện vết nứt, khi đó nó làm suy giảm đáng kể khả năng chịu lực của tấm. Natarajan và cộng sự [6] sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn mở rộng để tính tần số tự nhiên của tấm FGM nứt với các điều kiện biên khác nhau. Gần đây, nhóm tác giả Phúc và cộng sự [7] đã sử dụng lý thuyết phase field và phương pháp phần tử hữu hạn để tính ổn định và dao động của tấm FGM có vết nứt.

Theo hiểu biết của nhóm tác giả, chưa có nghiên cứu nào về dao động tự do của tấm FGM có vết nứt đặt một phần trên nền đàn hồi. Bài báo sẽ tập trung vào tính toán tần số dao động của tấm phụ thuộc vào vị trí vết nứt, chiều dài vết nứt, vị trí phần không có nền đàn hồi, tham số nền đàn hồi cũng như tỷ lệ thành phần vật liệu trong tấm.

2. CÁC PHƯƠNG TRÌNH

Trong nghiên cứu này, vật liệu FGM phân bố theo quy luật hàm lũy thừa [7]:

$$V_c = \left(\frac{z}{h}+\frac{1}{2}\right)^n ;\ V_m = 1 - V_c \text{ với } n \geq 0 \quad (1)$$

Trong đó: V_c, V_m - Tương ứng là tỉ phần thể tích gốm và tỉ phần thể tích kim loại trong tấm; n - Một số không âm được gọi là chỉ số tỷ lệ thể tích và các chỉ số dưới c và m để chỉ thành phần gốm (ceramic) và kim loại (metal) tương ứng.

Mô-đun đàn hồi và hệ số poisson phân bố theo chiều dày tấm:

$$E(z) = E_m + (E_c - E_m)\left(\frac{z}{h}+\frac{1}{2}\right)^n,\ \upsilon(z) = \upsilon_m + (\upsilon_c - \upsilon_m)\left(\frac{z}{h}+\frac{1}{2}\right)^n \quad (2)$$

Sử dụng lý thuyết biến dạng cắt bậc ba của Shi, chuyển vị ở mặt cắt giữa tấm [8]:

$$\begin{cases} u(x,y,z,t) = u_0(x,y,t) + \frac{5}{4}\left(z - \frac{4}{3h^2}z^3\right)\beta_x(x,y,t) + \left(\frac{1}{4}z - \frac{5}{3h^2}z^3\right)\frac{\partial w_0}{\partial x} \\ v(x,y,z,t) = v_0(x,y,t) + \frac{5}{4}\left(z - \frac{4}{3h^2}z^3\right)\beta_y(x,y,t) + \left(\frac{1}{4}z - \frac{5}{3h^2}z^3\right)\frac{\partial w_0}{\partial y} \\ w(x,y,z,t) = w_0(x,y,t) \end{cases} \quad (3)$$

Trong đó: u, v, w - Tương ứng là chuyển vị tại điểm bất kỳ theo các trục x, y, z; β_x, β_y - Góc quay trong mặt xz và yz; u_0, v_0, w_0 - Chuyển vị tại mặt giữa tấm.

Trường biến dạng của tấm:

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \frac{\partial u_0}{\partial x} + z\frac{1}{4}\left(5\frac{\partial \beta_x}{\partial x} + \frac{\partial^2 w_0}{\partial x^2}\right) + z^3\left(\frac{-5}{3h^2}\right)\left(\frac{\partial \beta_x}{\partial x} + \frac{\partial^2 w_0}{\partial x^2}\right) \\ \frac{\partial v_0}{\partial y} + z\frac{1}{4}\left(5\frac{\partial \beta_y}{\partial y} + \frac{\partial^2 w_0}{\partial y^2}\right) + z^3\left(\frac{-5}{3h^2}\right)\left(\frac{\partial \beta_y}{\partial y} + \frac{\partial^2 w_0}{\partial y^2}\right) \\ \frac{\partial u_0}{\partial y} + \frac{\partial v_0}{\partial x} + z\frac{1}{4}\left(5\frac{\partial \beta_x}{\partial y} + 2\frac{\partial^2 w_0}{\partial x \partial y} + 5\frac{\partial \beta_y}{\partial x}\right) + \\ + z^3\left(\frac{-5}{3h^2}\right)\left(\frac{\partial \beta_x}{\partial y} + 2\frac{\partial^2 w_0}{\partial x \partial y} + \frac{\partial \beta_y}{\partial x}\right) \end{Bmatrix} \quad (4a)$$

$$\begin{Bmatrix} \gamma_{yz} \\ \gamma_{xz} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \frac{5}{4}(\beta_y + \frac{\partial w_0}{\partial y}) + z^2\left(\frac{-5}{h^2}\right)(\beta_y + \frac{\partial w_0}{\partial y}) \\ \frac{5}{4}(\beta_x + \frac{\partial w_0}{\partial x}) + z^2\left(\frac{-5}{h^2}\right)(\beta_x + \frac{\partial w_0}{\partial x}) \end{Bmatrix} \quad (4b)$$

Quan hệ ứng suất biến dạng:

$$\begin{cases} \boldsymbol{\sigma} = \boldsymbol{D}_m(\boldsymbol{\varepsilon}^{(0)} + z\boldsymbol{\varepsilon}^{(1)} + z^3\boldsymbol{\varepsilon}^{(3)}) \\ \boldsymbol{\tau} = \boldsymbol{D}_s(\boldsymbol{\gamma}^{(0)} + z^2\boldsymbol{\gamma}^{(2)}) \end{cases} \quad (5)$$

Trong đó: $\boldsymbol{\sigma} = \begin{bmatrix}\sigma_x & \sigma_y & \sigma_{xy}\end{bmatrix}^T$; $\boldsymbol{\tau} = \begin{bmatrix}\tau_{yz} & \tau_{xz}\end{bmatrix}^T$ và

$$\boldsymbol{D}_m = \frac{E(z)}{1-\upsilon(z)^2}\begin{bmatrix} 1 & \upsilon(z) & 0 \\ \upsilon(z) & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{2}(1-\upsilon(z)) \end{bmatrix};\ \boldsymbol{D}_s = \frac{E(z)}{2(1+\upsilon(z))}\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Theo lý thuyết đàn hồi, năng lượng biến dạng của tấm:

$$U(\boldsymbol{d}) = \frac{1}{2}\int_\Omega \begin{pmatrix} \boldsymbol{\varepsilon}^{(0)T}\boldsymbol{A}\boldsymbol{\varepsilon}^{(0)} + \boldsymbol{\varepsilon}^{(0)T}\boldsymbol{B}\boldsymbol{\varepsilon}^{(1)} + \boldsymbol{\varepsilon}^{(0)T}\boldsymbol{E}\boldsymbol{\varepsilon}^{(3)} + \\ + \boldsymbol{\varepsilon}^{(1)T}\boldsymbol{B}\boldsymbol{\varepsilon}^{(0)} + \boldsymbol{\varepsilon}^{(1)T}\boldsymbol{D}\boldsymbol{\varepsilon}^{(1)} + \boldsymbol{\varepsilon}^{(1)T}\boldsymbol{F}\boldsymbol{\varepsilon}^{(3)} + \\ + \boldsymbol{\varepsilon}^{(3)T}\boldsymbol{E}\boldsymbol{\varepsilon}^{(0)} + \boldsymbol{\varepsilon}^{(3)T}\boldsymbol{F}\boldsymbol{\varepsilon}^{(1)} + \boldsymbol{\varepsilon}^{(3)T}\boldsymbol{H}\boldsymbol{\varepsilon}^{(3)} + \\ + \boldsymbol{\gamma}^{(0)T}\overline{\boldsymbol{A}}\boldsymbol{\gamma}^{(0)} + \boldsymbol{\gamma}^{(0)T}\overline{\boldsymbol{B}}\boldsymbol{\gamma}^{(2)} + \boldsymbol{\gamma}^{(2)T}\overline{\boldsymbol{B}}\boldsymbol{\gamma}^{(0)} + \boldsymbol{\gamma}^{(2)T}\overline{\boldsymbol{D}}\boldsymbol{\gamma}^{(2)} \end{pmatrix} d\Omega \quad (6)$$

Với: d là vector chuyển vị:

$$\text{và } (\boldsymbol{A},\boldsymbol{B},\boldsymbol{D},\boldsymbol{E},\boldsymbol{F},\boldsymbol{H}) = \int_{-h/2}^{h/2}(1,z,z^2,z^3,z^4,z^6)\boldsymbol{D}_m dz$$
$$(\overline{\boldsymbol{A}},\overline{\boldsymbol{B}},\overline{\boldsymbol{D}}) = \int_{-h/2}^{h/2}(1,z^2,z^4)\boldsymbol{D}_s dz; \quad (7)$$

Gần đây, lý thuyết Phase-Field được phát triển mạnh và bắt đầu được áp dụng trong lĩnh vực Cơ học phá hủy. Trong lý thuyết Phase-Field, biến *s* nhận các giá trị liên tục từ 0 đến 1. Trong đó, giá trị 0 của biến Phase-Field chỉ trạng thái vật liệu bị phá hủy; giá trị 1 chỉ trạng thái vật liệu bình thường. Khi biến nhận giá trị giữa 0 và 1 ta nói vật liệu khu vực đó đang trong trạng thái mềm hóa. Do đó, trong lý thuyết Phase-Field, vết nứt được biểu diễn bởi một vùng hẹp có biến đổi trạng thái liên tục từ "phá hủy - mềm hóa - bình thường" thông qua sự biến đổi liên tục của biến Phase-Field từ 0 đến 1. Chính nhờ sự thể hiện này, trong vật liệu không xuất hiện vùng bất liên tục, cho phép ta tính đạo hàm, tích phân một cách dễ dàng trong toàn miền giải tích.

Khi tấm bị nứt và đặt trên nền đàn hồi Pasternak thì tổng nội lực của tấm nứt [7]:

$$U(\boldsymbol{d},s) = \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2}\int_\Omega s^2 \begin{pmatrix} \boldsymbol{\varepsilon}^{(0)T}\boldsymbol{A}\boldsymbol{\varepsilon}^{(0)} + \boldsymbol{\varepsilon}^{(0)T}\boldsymbol{B}\boldsymbol{\varepsilon}^{(1)} + \boldsymbol{\varepsilon}^{(0)T}\boldsymbol{E}\boldsymbol{\varepsilon}^{(3)} + \\ + \boldsymbol{\varepsilon}^{(1)T}\boldsymbol{B}\boldsymbol{\varepsilon}^{(0)} + \boldsymbol{\varepsilon}^{(1)T}\boldsymbol{D}\boldsymbol{\varepsilon}^{(1)} + \boldsymbol{\varepsilon}^{(1)T}\boldsymbol{F}\boldsymbol{\varepsilon}^{(3)} + \\ + \boldsymbol{\varepsilon}^{(3)T}\boldsymbol{E}\boldsymbol{\varepsilon}^{(0)} + \boldsymbol{\varepsilon}^{(3)T}\boldsymbol{F}\boldsymbol{\varepsilon}^{(1)} + \boldsymbol{\varepsilon}^{(3)T}\boldsymbol{H}\boldsymbol{\varepsilon}^{(3)} + \\ + \boldsymbol{\gamma}^{(0)T}\overline{\boldsymbol{A}}\boldsymbol{\gamma}^{(0)} + \boldsymbol{\gamma}^{(0)T}\overline{\boldsymbol{B}}\boldsymbol{\gamma}^{(2)} + \boldsymbol{\gamma}^{(2)T}\overline{\boldsymbol{B}}\boldsymbol{\gamma}^{(0)} + \boldsymbol{\gamma}^{(2)T}\overline{\boldsymbol{D}}\boldsymbol{\gamma}^{(2)} \end{pmatrix} d\Omega \\ + \frac{1}{2}\int_\Omega s^2\lambda\left\{k_w w^2 + k_s\left[\left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial y}\right)^2\right]\right\}d\Omega + \int_\Omega G_c h\left[\frac{(1-s)^2}{4\ell} + \ell|\nabla s|^2\right]d\Omega \end{array} \right\} \quad (8)$$

Trong đó: G_c - Tốc độ giải phóng năng lượng tới hạn (*N/m²*); ℓ - Bề rộng vùng vết nứt; k_w - Hệ số nền Winkler, K_s - Hệ số nền chống cắt; λ - Tham số nền, nó nhận một trong hai giá trị: λ = 0 khi tấm ở vùng không có nền đàn hồi, λ = 1 khi tấm đặt ở vùng có nền đàn hồi *(Hình 3.3)*.

Động năng của tấm:

$$T(\boldsymbol{d},s) = \frac{1}{2}\int_V s^2\rho(z)\left(\dot{u}^2 + \dot{v}^2 + \dot{w}^2\right)dV \quad (9)$$

$$T(\boldsymbol{d},s) = \frac{1}{2}\int s^2 \left\{ \begin{array}{l} \left(\dot{u}_0^2 + \dot{v}_0^2 + \dot{w}^2\right)I_0 + \frac{1}{2}\left[5\left(\dot{u}_0\dot{\beta}_x + \dot{v}_0\dot{\beta}_y\right) + \dot{u}_0\dot{w}_{,x} + \dot{v}_0\dot{w}_{,y}\right]I_1 \\ + \frac{1}{16}\left[\dot{w}_{,x}^2 + 25\left(\dot{\beta}_x^2 + \dot{\beta}_y^2\right) + 10\left(\dot{\beta}_x\dot{w}_{,x} + \dot{\beta}_y\dot{w}_{,y}\right) + \dot{w}_{,y}^2\right]I_2 \\ - \frac{10}{3h^2}\left(\dot{u}_0\dot{\beta}_x + \dot{u}_0\dot{w}_{,x} + \dot{v}_0\dot{\beta}_y + \dot{v}_0\dot{w}_{,y}\right)I_3 \\ - \frac{10}{12h^2}\left[\dot{w}_{,x}^2 + 5\left(\dot{\beta}_x^2 + \dot{\beta}_y^2\right) + 6\left(\dot{\beta}_x\dot{w}_{,x} + \dot{\beta}_y\dot{w}_{,y}\right) + \dot{w}_{,y}^2\right]I_4 \\ + \frac{25}{9h^4}\left[\dot{w}_{,x}^2 + \dot{\beta}_x^2 + 2\left(\dot{\beta}_x\dot{w}_{,x} + \dot{\beta}_y\dot{w}_{,y}\right) + \dot{\beta}_y^2 + \dot{w}_{,y}^2\right]I_6 \end{array} \right\}d\Omega \quad (9a)$$

Với:

$$I_i = \int_{-h/2}^{h/2}\rho(z)z^i dz;\ i = 0, 1, 2, 3, 4, 6 \quad (9b)$$

Khi tấm đặt trên một phần nền đàn hồi, khi đó hàm Lagrange được tính theo công thức:

$$\begin{aligned} L(\boldsymbol{d},s) &= T(\boldsymbol{d},s) - U(\boldsymbol{d},s) \\ &= \left\{\int_\Omega s^2\Gamma(\boldsymbol{d})d\Omega - \int_\Omega G_c h\left[\frac{(1-s)^2}{4l} + l|\nabla s|^2\right]d\Omega\right\} \end{aligned} \quad (10)$$

Sau khi lấy biến phân L(d,s), ta có hệ phương trình xác định tần số dao động của tấm có vết nứt đặt một phần trên nền đàn hồi:

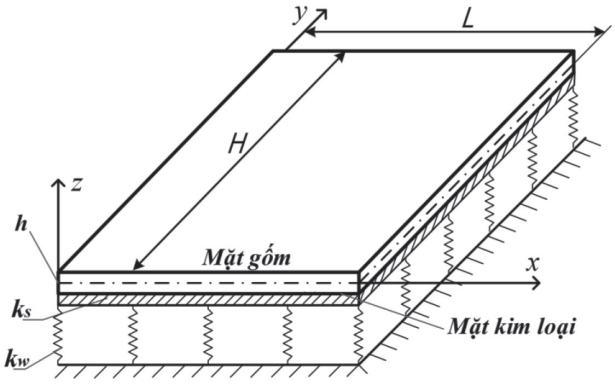
$$\begin{cases} \left(\sum \mathbf{K}^e + \omega^2\sum \boldsymbol{M}^e\right)\boldsymbol{d} = 0 \\ \int_\Omega 2s\Gamma(\boldsymbol{d})\delta s d\Omega - \int_\Omega 2G_c h\left[-\frac{(1-s)\delta s}{4l} + l\nabla s\nabla(\delta s)\right]d\Omega = 0 \end{cases} \quad (11)$$

Giải hệ phương trình (11) sẽ tìm được tần số dao động tự do của tấm.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Nghiên cứu so sánh

3.1.1. Dao động tự do của tấm FGM trên nền đàn hồi



Hình 3.1: Tấm FGM đặt trên nền đàn hồi

Theo kết quả ở *Bảng 3.1*, các tham số tần số tính toán

có sai số rất nhỏ so với các tài liệu tham khảo của Hanani [4] và Peng [5].

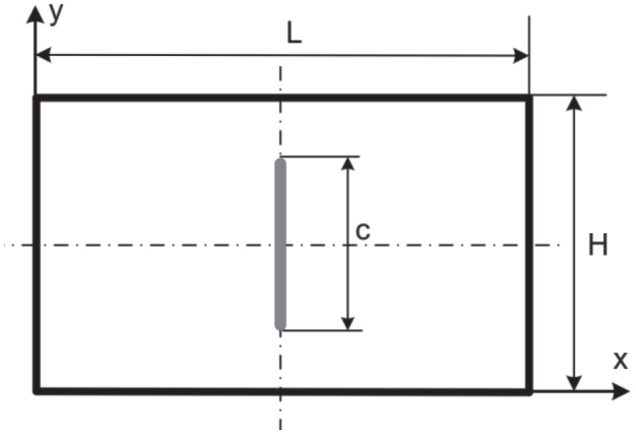
Bảng 3.1. So sánh tần số dao động không thứ nguyên của tấm FGM trên nền đàn hồi

$\hat{k}_w$	$\hat{k}_s$	Tác giả	Chỉ số tỉ lệ thể tích (*n*)				
			0	0.5	1	2	5
0	0	Hanani [4]	0,1134	0,0975	0,0891	0,0819	0,0767
		Peng [5]	-	-	-	-	-
		Bài báo	0,113492	0,096839	0,0873	0,079194	0,074742
	100	Hanani [4]	0,1599	0,1540	0,1517	0,1508	0,1515
		Peng [5]	0,1598	0,1526	0,1494	0,1478	0,1488
		Bài báo	0,159905	0,152988	0,14972	0,148046	0,149024
100	0	Hanani [4]	0,1162	0,1012	0,0933	0,0867	0,0821
		Peng [5]	0,1162	0,1000	0,0911	0,0838	0,0799
		Bài báo	0,116289	0,100441	0,091492	0,084049	0,080178
	100	Hanani [4]	0,1619	0,1563	0,1542	0,1535	0,1543
		Peng [5]	0,1618	0,1549	0,1519	0,1504	0,1516
		Bài báo	0,161902	0,155294	0,152203	0,1507	0,151823

Ở đây, một tấm FGM hình vuông có chiều dày không đổi (h = 0,1H) nằm trên nền đàn hồi Pasternak với hai hệ số nền. Tấm FGM được làm bằng Al và Al_2O_3 với mô-đun đàn hồi và khối lượng riêng của Al lần lượt là E_m = 70 GPa; p_m = 2.707 kg/m^3 mô-đun đàn hồi và khối lượng riêng của Al_2O_3: E_c = 70 GPa; p_c = 3.800 kg/m^3. Hệ số Poisson của hai vật liệu như nhau υ = 0,3. Tham số tần số dao động của tấm được tính toán theo công thức (12) với điều kiện biên tựa đơn ở 4 cạnh (*SSSS*). Chỉ số mũ vật liệu (*n*) nhận các giá trị 0; 0,5; 1; 2; 5 như trong *Bảng 3.1*. Tham số tần số và tham số nền Pasternak được tính theo công thức:

$$\hat{\omega} = \omega h\sqrt{\rho_m / E_m}\ ; \quad \hat{k}_s = k_s H^2 / D_m, \hat{k}_w = k_w H^4 / D_m$$
$$\text{với } D_m = E_m h^3 / (12(1-\upsilon^2)) \tag{12}$$

3.1.2. Dao động tự do của tấm FGM có vết nứt



Hình 3.2: Mô hình tấm FGM có vết nứt ở tâm

Bảng 3.2. So sánh tham số tần số của tấm FGM hình vuông có nứt

n	*c/L*	Natarajan [6]	Bài báo	Sai số (%)
0	0	5,5346	5,63988	1,87%
	0,4	5,0503	5,1427	1,80%
	0,8	4,5636	4,64861	1,83%
1	0	3,3376	3,37505	1,11%
	0,4	3,0452	3,08812	1,39%
	0,8	2,7518	2,80551	1,91%
2	0	3,0016	3,0115	0,33%
	0,4	2,7383	2,75436	0,58%
	0,8	2,4747	2,50251	1,11%
5	0	2,7221	2,72869	0,24%
	0,4	2,4833	2,49274	0,38%
	0,8	2,2445	2,2651	0,91%

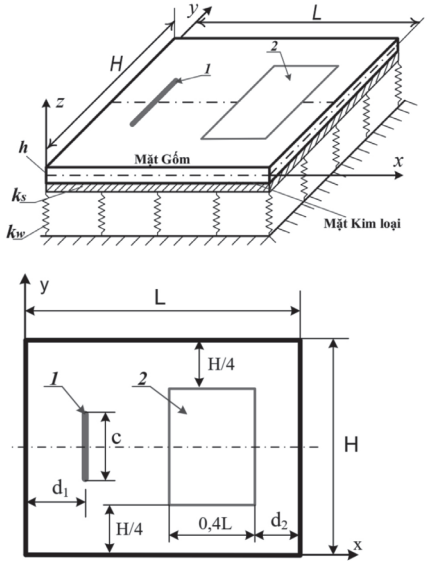
Ở phần này, tấm làm bằng vật liệu FGM chiều dày không đổi và có vết nứt chiều dài *c* đặt ở tâm và song song với trục y *(Hình 3.2)*. Thông số của vật liệu FGM (*Si_3N_4/SUS304*): E_m = 201,04 *GPa* ; E_c = 348,43 *GPa* ; hệ số poisson υ_m = υ_c = 0,28; khối lượng riêng p_m = 8.166 kg/m^3; p_c = 2.370 kg/m^3; liên kết tựa trên 4 cạnh (*SSSS*), tỉ lệ chiều dài vết nứt (*c/L*) thay đổi; tần số dao động tự do được tính như *Bảng 3.2* theo công thức:

$$\bar{\omega} = \omega H^2 / h\sqrt{\rho_c / E_c} \tag{13}$$

Theo *Bảng 3.2* thì sai số của chương trình tính với bài báo của Natarajan [6] là rất nhỏ, chứng tỏ chương trình tính có độ tin tưởng cao.

Từ hai nghiên cứu so sánh ở trên, chúng tôi phát triển chương trình để tính tần số dao động tự do của tấm FGM có vết nứt đặt một phần trên nền đàn hồi như Mục 3.2 dưới đây.

3.2. Dao động tự do của tấm FGM có vết nứt đặt một phần trên nền đàn hồi



Hình 3.3: Tấm FGM có vết nứt tựa một phần trên nền đàn hồi; 1: vết nứt, 2: vùng không có nền đàn hồi

Trong phần này, tấm FGM hình vuông có các cạnh L = H = 1 m chiều dày không đổi h = 0,01 m, tựa một phần trên nền đàn hồi Pasternak. Phần diện tích không có nền đàn hồi hình chữ nhật với kích thước (0,4 x 0,5)m^2 như *Hình 3.3*. Tấm FGM được làm bằng hai vật liệu Al và Al_2O_3 với thông số vật liệu như phần 3.1.1. Các tham số tần số dao động và tham số nền Pasternak được tính theo công thức (14):

$$\bar{\omega} = \omega H^2 / h\sqrt{\rho_c / E_c};\quad \hat{k}_s = k_s H^2 / D_m, \hat{k}_w = k_w H^4 / D_m$$
$$\text{với } D_m = E_m h^3 / (12(1-\upsilon^2)) \quad (14)$$

Ở *Bảng 3.3* và *Bảng 3.4*, tấm có liên kết tựa trên 4 cạnh (*SSSS*); *Bảng 3.5* khảo sát tấm với ba điều kiện biên *SSSS*: tựa trên 4 cạnh, *CCSS*: hai cạnh theo trục x ngàm và hai cạnh theo trục y liên kết tựa và *CCCC*: 4 cạnh liên kết ngàm.

Bảng 3.3. Tham số tần số dao động của tấm FGM hình vuông có nứt với d_1 = 0,25 m, d_2 =0,1 m

n	*c/L*	$(\hat{k}_w, \hat{k}_s)$					
		(0,0)	(100,0)	(100,15)	(200, 35)	(500, 50)	(1000, 100)
0	0,2	5,88956	5,99651	6,32098	6,8219	7,36939	8,59059
	0,4	5,65336	5,76653	6,10693	6,62678	7,19145	8,43094
	0,6	5,31407	5,43642	5,79277	6,32893	6,91036	8,15157
	0,8	5,00084	5,13212	5,49333	6,03262	6,62311	7,84994
0,5	0,2	5,01302	5,15134	5,56361	6,18247	6,84059	8,26223
	0,4	4,81271	4,95899	5,3899	6,02738	6,70066	8,12914
	0,6	4,52703	4,68494	5,13368	5,78392	6,4696	7,8824
	0,8	4,26763	4,43662	4,89014	5,53893	6,23001	7,61687
1	0,2	4,5158	4,67726	5,15152	5,84832	6,57522	8,11402
	0,4	4,33571	4,50638	5,0006	5,71444	6,45406	7,99076
	0,6	4,07988	4,26393	4,77631	5,49859	6,24664	7,75612
	0,8	3,84959	4,04626	4,56247	5,27896	6,02962	7,5067
2	0,2	4,10061	4,28802	4,82919	5,60598	6,40081	8,05232
	0,4	3,93702	4,13505	4,69702	5,48812	6,29263	7,9326
	0,6	3,70454	3,91788	4,49705	5,29056	6,09905	7,70072
	0,8	3,49505	3,72272	4,30299	5,08503	5,8934	7,4574
5	0,2	3,88856	4,09781	4,69403	5,53532	6,38488	8,12917
	0,4	3,73249	3,95356	4,57086	5,42385	6,28066	8,00618
	0,6	3,50804	3,74632	4,37821	5,22741	6,08487	7,7638
	0,8	3,3002	3,55497	4,18212	5,01369	5,86993	7,50861

Bảng 3.3 thể hiện tần số dao động không thứ nguyên của tấm FGM tựa một phần trên nền đàn hồi phụ thuộc vào chỉ số tỉ lệ thể tích của vật liệu (*n*), tỉ lệ chiều dài vết nứt (*c/L*) và tham số nền đàn hồi. Có thể thấy rằng, khi *n* tăng tức là thành phần kim loại trong tấm tăng (thành phần gốm giảm) dẫn tới độ cứng của tấm giảm, do đó tần số dao động cũng giảm tương ứng.

Trong *Bảng 3.4* khảo sát ảnh hưởng của vị trí phần không có nền đàn hồi, chiều dài vết nứt và tham số nền đàn hồi lên tần số dao động của tấm FGM. Ta thấy rằng, tỉ lệ khoảng cách d_2/L càng lớn, nghĩa là vùng không có nền đàn hồi này càng gần với vị trí vết nứt và giữa tấm (ở giữa tấm là nơi xảy ra dạng dao động đầu tiên - *Hình 3.4*), lúc đó tấm giải phóng năng lượng nhiều hơn làm cho nó trở nên yếu hơn, dẫn tới tần số dao động giảm.

Bảng 3.5 thể hiện tham số tần số phụ thuộc vào điều kiện biên của tấm FGM. Rõ ràng, tần số tăng dần tương ứng với các điều kiện biên *SSSS, CCSS, CCCC* do độ cứng tấm tăng tương ứng. Khi xét ở các tham số khác giống nhau, so với tấm liên kết tựa ở bốn cạnh (*SSSS*), tần số của tấm với điều kiện biên *CCSS*, *CCCC* tăng tương ứng hơn 40%, 80%.

Bảng 3.4. Tham số tần số của tấm vuông FGM với n = 2, d_1 = 0,25 m

d_2/L	*c/L*	$(\hat{k}_w, \hat{k}_s)$					
		(0,0)	(100,0)	(100,15)	(200, 35)	(500, 50)	(1000, 100)
0.1	0,2	4,10061	4,28802	4,82919	5,60598	6,40081	8,05232
	0,4	3,93702	4,13505	4,69702	5,48812	6,29263	7,9326
	0,6	3,70454	3,91788	4,49705	5,29056	6,09905	7,70072
	0,8	3,49505	3,72272	4,30299	5,08503	5,8934	7,4574
0,2	0,2	4,10061	4,26689	4,81181	5,57797	6,33809	7,95876
	0,4	3,93702	4,11237	4,6755	5,45418	6,22225	7,82941
	0,6	3,70454	3,89295	4,47003	5,24876	6,01752	7,58095
	0,8	3,49505	3,69583	4,27206	5,03762	5,80306	7,32386
0,3	0,2	4,10061	4,26116	4,80786	5,57213	6,32389	7,93886
	0,4	3,93702	4,10413	4,66821	5,44396	6,20123	7,80215
	0,6	3,70454	*3,88146*	*4,45864*	*5,23363*	*5,98807*	*7,5423*
	0,8	3,49505	3,68161	4,25821	5,02004	5,76818	7,2768

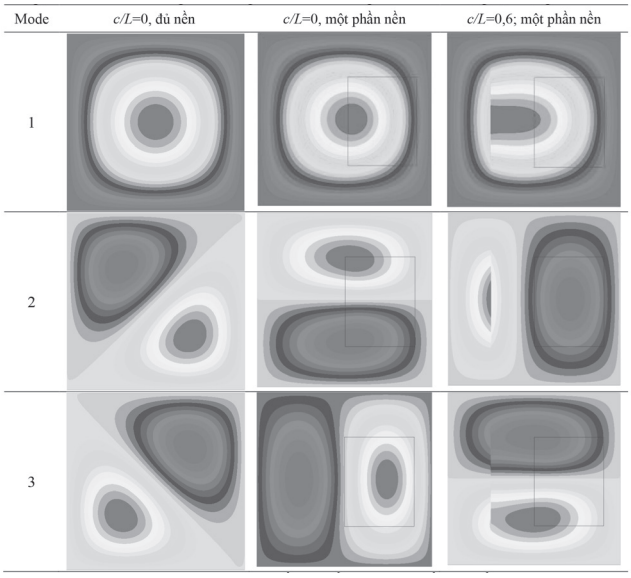
Bảng 3.5. Tham số tần số với các điều kiện biên khác nhau và n = 1, d_1 = 0,25 m, d_2 = 0,1 m

Điều kiện biên	*c/L*	$(\hat{k}_w, \hat{k}_s)$				
		(50,0)	(50,5)	(100,10)	(250, 25)	(500, 50)
SSSS	0,2	4,59726	4,76354	4,99863	5,64365	6,57521
	0,4	4,4219	4,59671	4,84238	5,5082	6,45406
	0,6	4,17293	4,35696	4,61425	5,29819	6,24661
	0,8	3,94913	4,13727	4,40104	5,09057	6,02948
CCSS	0,2	6,6991	6,82495	7,00046	7,50022	8,2607
	0,4	6,51381	6,64539	6,82803	7,34256	8,11337
	0,6	6,28834	6,42047	6,60519	7,11924	7,8775
	0,8	6,1444	6,26933	6,44838	6,94531	7,6775
CCCC	0,2	8,34116	8,44819	8,59627	9,02481	9,6938
	0,4	8,02683	8,13077	8,27811	8,70335	9,36408
	0,6	7,40649	7,50838	7,65867	8,08959	8,75354
	0,8	6,90985	7,01228	7,16762	7,60982	8,28555

Có thể thấy rằng, trong các *Bảng 3.3 - 3.5*, khi chiều dài vết nứt (*c*) tăng, tấm giải phóng nhiều năng lượng hơn, làm cho tấm mềm hơn, dẫn tới tần số giảm. Ở chiều ngược lại, khi các tham số nền tăng, điều này làm cho tấm có thêm năng lượng, dẫn tới độ cứng tăng và tần số tăng tương

ứng. Đặc biệt, tham số nền k_s ảnh hưởng rất lớn đến tần số dao động.

Hình 3.4 thể hiện ba hình dạng dao động đầu tiên của tấm hình vuông FGM. Có thể thấy rằng, chiều dài vết nứt và phần không có nền ảnh hưởng lớn tới hình dạng dao động của tấm.



Hình 3.4: Ba dạng dao động đầu của tấm FGM trên nền đàn hồi với n = 1 và $\left(\hat{k}_w, \hat{k}_s\right) = (250, 25)$

4. KẾT LUẬN

Bài báo sử dụng lý thuyết tấm biến dạng bậc ba và lý thuyết Phase-Field để phân tích dao động tự do của tấm FGM bị nứt tựa một phần trên nền đàn hồi hai tham số. Ảnh hưởng của các tham số nền đàn hồi, chiều dài vết nứt, vị trí của phần không có nền đàn hồi cũng như điều kiện biên khác nhau tới tần số tự do được phân tích. Các kết quả số chỉ ra rằng: Khi chiều dài vết nứt tăng thì tần số dao động tự do của các tấm giảm. Khi tăng chỉ số tỉ lệ thể tích của vật liệu (*n*) thì tần số dao động tự do của các tấm giảm. Tần số dao động tăng dần theo thứ tự điều kiện biên: SSSS, CCSS và CCCC. Khi vị trí phần diện tích không có nền đàn hồi càng gần vết nứt và gần giữa tấm thì tần số càng giảm. Các thông số nền đàn hồi (k_w và k_s) tăng thì tần số tăng, đặc biệt tần số tăng khá lớn khi hệ số nền chống cắt k_s tăng. Điều này rất có ý nghĩa trong thực tế, khi các tấm bê tông xi măng (vật liệu composite) của kết cấu đường ô tô hay sân bay bị nứt mà nền đường còn tốt vẫn có thể khai thác tạm.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ Giáo dục và Đào tạo trong Đề tài mã số B2022-GHA-02.

Tài liệu tham khảo

[1]. Hiroyuki Matsunaga (2008), *Free vibration and stability of functionally graded plates according to a 2-D higher-order deformation theory*, Composite Structures, 82(4), 499-512.

[2]. Raj Kumar & Prasun Jana (2022), *Free vibration analysis of uniform thickness and stepped P-FGM plates: A FSDT-based dynamic stiffness approach*, Mechanics Based Design of Structures and Machines, 1-31.

[3]. D. Zhou, Y. K. Cheung, S. H. Lo, F. T. K. Au (2004), *Three-dimensional vibration analysis of rectangular thick plates on Pasternak foundation*, International journal for numerical methods in engineering, 59(10), 1313-1334.

[4]. A. Hasani Baferani, A.R. Saidi, H. Ehteshami (2011), *Accurate solution for free vibration analysis of functionally graded thick rectangular plates resting on elastic foundation*, Composite Structures, 93(7), 1842-1853.

[5]. L.X. Peng, S.Y. Chen, D.Y. Wei, W. Chen, Y.S. Zhang (2022), *Static and free vibration analysis of stiffened FGM plate on elastic foundation based on physical neutral surface and MK method*, Composite Structures, 290, 115482.

[6]. S. Natarajan, P.M. Baiz, S. Bordas, T. Rabczuk, P. Kerfriden (2011), *Natural frequencies of cracked functionally graded material plates by the extended finite element method*, Composite Structures, 93(11), 3082-3092.

[7]. Phuc P.M, Duc N.D (2019), *The effect of cracks on the stability of the functionally graded plates with variable-thickness using HSDT and phase-field theory*, Composites Part B: Engineering 175, 107086.

[8]. Shi G (2007), *A new simple third-order shear deformation theory of plates*, International Journal of Solids and Structures, 44, 4399-4417.

Ngày nhận bài: 12/02/2023
Ngày chấp nhận đăng: 19/4/2023
Người phản biện: PGS. TS. Nguyễn Quang Phúc
PGS. TS. Nguyễn Quang Tuấn

Nghiên cứu ảnh hưởng của phương pháp bảo dưỡng đến cường độ chịu nén và cường độ kéo khi uốn của bê tông xi măng làm mặt đường cất, hạ cánh tại các cảng hàng không, sân bay ở Việt Nam

■ **TS. LƯƠNG XUÂN CHIỂU(*); KS. NGUYỄN TẤN LAI; TS. TRẦN DANH HỢI**
ThS. NGUYỄN TRỊNH TRỌNG PHỤNG; ThS. NGUYỄN CHÍ CÔNG
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: (*)chieu1256@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Cường độ chịu nén và cường độ kéo khi uốn là các chỉ tiêu cơ học quan trọng của bê tông xi măng (BTXM) làm mặt đường cất, hạ cánh tại các cảng hàng không, sân bay. Các chỉ tiêu cơ học này phụ thuộc vào nhiều yếu tố khi thi công, trong đó phương pháp và thời gian bảo dưỡng là yếu tố quan trọng cần phải xét đến. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu thực nghiệm trong phòng xác định các chỉ tiêu cường độ chịu nén và cường độ kéo khi uốn của BTXM khi bảo dưỡng mẫu theo các phương pháp bảo dưỡng khác nhau, từ đó đánh giá ảnh hưởng của phương pháp bảo dưỡng đến sự phát triển cường độ của BTXM. Các phương pháp bảo dưỡng được sử dụng trong nghiên cứu gồm: phủ bao bố đã tưới ẩm và phủ thêm nilon/HDPE; ngâm mẫu trong nước; phơi mẫu trong điều kiện tự nhiên tại công trường (không bảo dưỡng mẫu).

TỪ KHÓA: Phương pháp bảo dưỡng, bê tông xi măng, cường độ chịu nén, cường độ kéo khi uốn, đường cất hạ cánh tại các cảng hàng không, sân bay.

ABSTRACT: Compressive strength and flexural strength are important mechanical properties of cement concrete pavement for airport runways. These mechanical properties depend on many factors during construction, in which curing methods and time are important factors that needs to be taken into account to determine the compressive strength and flexural strength of cement concrete in different curing methods, thereby evaluating the influence of curing method on strength development of cement concrete pavements. The curing methods used in the study include: coating with wet burlap and covering nylon/HDPE; soaking samples in water; exposing samples to natural condition at construction site (no specimen curing).

KEYWORDS: Curing method, cement concrete, compressive strength, tensile strength, airport runway.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, kết cấu mặt đường BTXM được sử dụng ở hầu hết tại các sân bay tại Việt Nam như: sân bay Tân Sơn Nhất, Nội Bài, Cam Ranh... Mặt đường BTXM có ưu điểm là có cường độ cao và không thay đổi theo nhiệt độ như mặt đường bê tông nhựa, phù hợp với tải trọng lớn, ổn định cường độ đối với ẩm và nhiệt, có khả năng chống bào mòn, hệ số bám giữa bánh xe và mặt đường cao, an toàn cho khai thác. Ngoài ra, mặt đường BTXM ít phải duy tu bảo dưỡng. Vì vậy, mặt đường BTXM phù hợp cho mạng lưới sân đường ở các cảng hàng không, sân bay.

Để đảm bảo chất lượng của mặt đường BTXM, một trong các khâu quan trọng là bảo dưỡng mặt đường BTXM sau khi rải [1, 2]. Hiện nay, trên thế giới có 3 nhóm phương pháp bảo dưỡng cơ bản gồm:

- Phương pháp bổ sung nước: Phương pháp này nhằm giữ cho bề mặt BTXM ẩm bằng cách ngâm, phun/tưới nước, phun sương, vải bố ẩm hoặc các vật liệu giữ nước khác.
- Phương pháp giữ nước: Phương pháp này ngăn chặn sự thất thoát của nước từ mặt đường BTXM bằng cách phủ các tấm polythene hoặc các tấm cốp pha.
- Phương pháp kiểm soát nhiệt độ: Phương pháp này sử dụng hơi nước nóng, cuộn dây gia nhiệt hoặc các miếng đệm làm nóng bằng điện.

Ở Việt Nam, theo Tiêu chuẩn TCCS 40:2022/TCĐBVN [5] và TCCS 24: 2018/CHK [6] có khuyến cáo các phương pháp bảo dưỡng mặt đường BTXM gồm: phun tạo màng giữ ẩm để bảo dưỡng hoặc rải màng giữ ẩm, vải địa kỹ thuật, bao tải ẩm phủ lên mặt tấm BTXM kết hợp với tưới nước.

Như vậy, có thể thấy rằng, công nghệ bảo dưỡng mặt đường BTXM ở Việt Nam hiện nay chủ yếu sử dụng các phương pháp thuộc nhóm phương pháp bổ sung nước và giữ nước. Tuy nhiên, hiện cũng chưa có các nghiên cứu nào được thực hiện để đánh giá ảnh hưởng của phương pháp bảo dưỡng đến các chỉ tiêu cơ lý của mặt đường BTXM làm cơ sở cho việc lựa chọn phương pháp bảo dưỡng phù hợp trong quá trình thi công. Chính vì vậy, nghiên cứu thực nghiệm đánh giá ảnh hưởng của phương pháp bảo dưỡng đến cường độ chịu nén và cường độ kéo

khi uốn của BTXM làm mặt đường cất, hạ cánh tại các cảng hàng không, sân bay ở Việt Nam là cần thiết, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

Để đánh giá ảnh hưởng của phương pháp bảo dưỡng mẫu đến cường độ chịu nén và cường độ kéo khi uốn của BTXM, nghiên cứu được tiến hành như sau:

- Chế bị các mẫu thí nghiệm cường độ chịu nén và cường độ kéo khi uốn từ hỗn hợp BTXM tại công trường;
- Chia thành 3 nhóm mẫu thí nghiệm và tiến hành bảo dưỡng mẫu theo các phương pháp sau:

1) Phương pháp 1: Phủ bao bố đã tưới ẩm và phủ thêm nilon/HDPE lên trên mẫu thí nghiệm.

2) Phương pháp 2: Ngâm mẫu trong nước.

3) Phương pháp 3: Phơi mẫu trong điều kiện tự nhiên tại công trường (không bảo dưỡng mẫu).

- Tiến hành các thí nghiệm xác định cường độ chịu nén và cường độ kéo khi uốn trong phòng thí nghiệm đối với 3 nhóm mẫu thí nghiệm được bảo dưỡng theo các phương pháp khác nhau ở các ngày tuổi khác nhau (7, 28, 90 ngày).

2. LẬP KẾ HOẠCH THỰC NGHIỆM

Số lượng mẫu thí nghiệm và nội dung các thí nghiệm cần thực hiện tương ứng mỗi phương pháp bảo dưỡng mẫu ở các ngày tuổi khác nhau thể hiện ở *Bảng 2.1.*

Bảng 2.1. Kế hoạch thí nghiệm

Phương pháp bảo dưỡng	Số ngày tuổi	Số mẫu thí nghiệm	
		Thí nghiệm cường độ chịu nén	Thí nghiệm cường độ kéo khi uốn
Phương pháp 1	7 ngày	3 tổ mẫu (150x150x150)mm	3 tổ mẫu (150x150x600)mm
	28 ngày	3 tổ mẫu (150x150x150)mm	3 tổ mẫu (150x150x600)mm
	90 ngày	3 tổ mẫu (150x150x150)mm	3 tổ mẫu (150x150x600)mm
Phương pháp 2	7 ngày	3 tổ mẫu (150x150x150)mm	3 tổ mẫu (150x150x600)mm
	28 ngày	3 tổ mẫu (150x150x150)mm	3 tổ mẫu (150x150x600)mm
	90 ngày	3 tổ mẫu (150x150x150)mm	3 tổ mẫu (150x150x600)mm
Phương pháp 3	7 ngày	3 tổ mẫu (150x150x150)mm	3 tổ mẫu (150x150x600)mm
	28 ngày	3 tổ mẫu (150x150x150)mm	3 tổ mẫu (150x150x600)mm
	90 ngày	3 tổ mẫu (150x150x150)mm	3 tổ mẫu (150x150x600)mm

3. CHUẨN BỊ VẬT LIỆU THÍ NGHIỆM VÀ CHẾ BỊ MẪU THÍ NGHIỆM

- Lựa chọn các loại vật liệu đá, cát, xi măng, nước và phụ gia để chế bị các mẫu thí nghiệm có các chỉ tiêu cơ lý tuân thủ các tiêu chuẩn hiện hành.

+ Đá dăm (5x10)mm, (10x20)mm và cát vàng được lựa chọn phù hợp theo Tiêu chuẩn TCVN 7570:2006 [7].

+ Xi măng PCB40 thỏa mãn các chỉ tiêu theo Tiêu chuẩn TCVN 2682:2009, TCVN 6260:2009 [8, 9].

+ Nước phù hợp Tiêu chuẩn TCVN 4506:2012 [10].

- Chuẩn bị vật liệu dùng để bảo dưỡng mẫu thí nghiệm như bao bố, nilon...
- Chế bị mẫu thí nghiệm theo các bước sau:

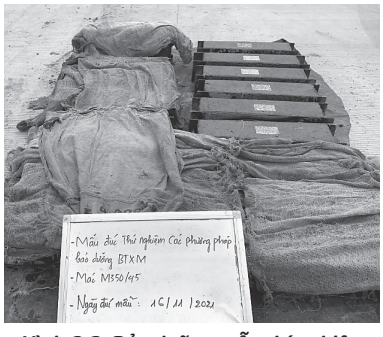
+ Bước 1: Chuẩn bị hỗn hợp BTXM 350/45.

+ Bước 2: Xác định độ cứng Vebe.

+ Bước 3: Đúc mẫu BTXM 350/45 trong ván khuôn *(Hình 3.1)*.

+ Bước 4: Tháo mẫu và bảo dưỡng mẫu BTXM theo 3 phương pháp khác nhau *(Hình 3.2*, *Hình 3.3 và Hình 3.4)*.

Hình 3.1: Chế bị mẫu BTXM



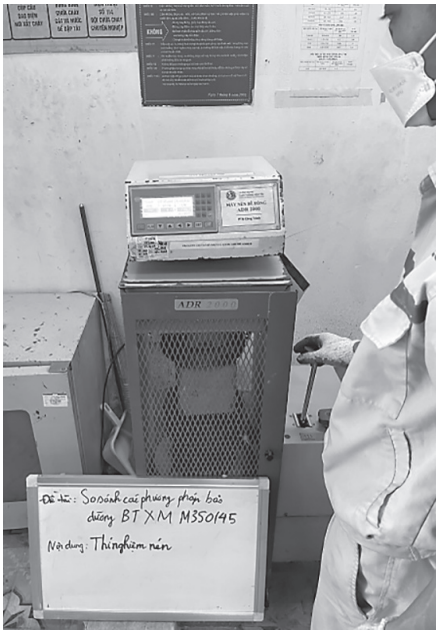
Hình 3.2: Bảo dưỡng mẫu thí nghiệm bằng phủ bao bố đã tưới ẩm

Hình 3.3: Bảo dưỡng mẫu thí nghiệm bằng ngâm trong nước

Hình 3.4: Phơi mẫu thí nghiệm ở điều kiện tự nhiên (không bảo dưỡng)

4. THÍ NGHIỆM TRONG PHÒNG

Tiến hành các thí nghiệm nén mẫu trong phòng xác định cường độ chịu nén và cường độ kéo khi uốn theo các tiêu chuẩn TCVN 3318-1993 và TCVN 3319-1993 cho các mẫu BTXM được bảo dưỡng ở điều kiện khác nhau và ở các ngày tuổi khác nhau *(Hình 4.1* và *Hình 4.2)*.



Hình 4.1: Thí nghiệm nén mẫu BTXM

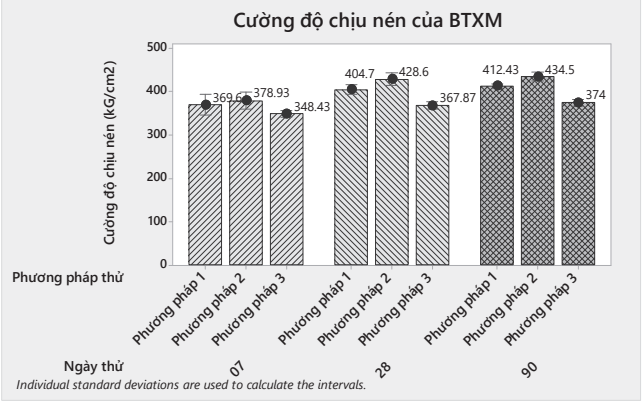
Hình 4.2: Thí nghiệm kéo khi uốn mẫu BTXM

** Kết quả thí nghiệm và bình luận:*

Kết quả thí nghiệm xác định cường độ chịu nén theo Tiêu chuẩn TCVN 3318-1993 của các mẫu BTXM tương ứng với các phương pháp bảo dưỡng khác nhau ở các ngày tuổi mẫu khác nhau được thể hiện ở *Bảng 4.1* và *Hình 4.3*.

Bảng 4.1. Bảng tổng hợp kết quả thí nghiệm xác định cường độ chịu nén của BTXM

Phương pháp bảo dưỡng	Tuổi mẫu (ngày)	Cường độ chịu nén Rn (kG/cm2)				
		Tổ mẫu 1	Tổ mẫu 2	Tổ mẫu 3	Trung bình	Độ lệch chuẩn
Phương pháp 1	7	363,1	380,7	365,0	**369,6**	9,7
	28	408,8	405,0	400,3	**404,7**	4,3
	90	414,1	412,9	410,3	**412,4**	1,9
Phương pháp 2	7	381,6	385,2	370	**378,9**	7,9
	28	427	435,2	423,6	**428,6**	6,0
	90	438,6	433,9	431	**434,5**	3,8
Phương pháp 3	7	352	347,4	345,9	**348,4**	3,2
	28	370,7	368,9	364	**367,9**	3,5
	90	374,5	376,7	370,8	**374,0**	3,0

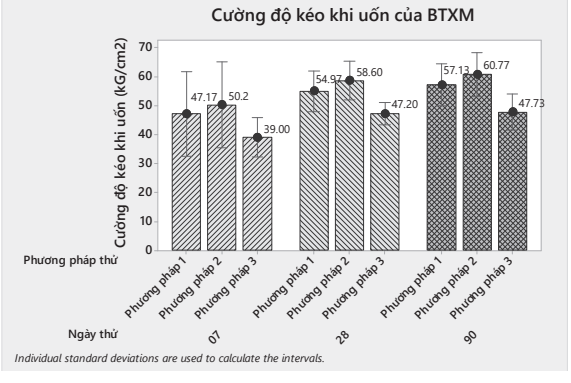


Hình 4.3: Cường độ chịu nén của các mẫu BTXM bảo dưỡng theo các phương pháp khác nhau ở tuổi 7, 28 và 90 ngày

Kết quả thí nghiệm cường độ kéo khi uốn theo Tiêu chuẩn TCVN 3119-1993 tương ứng với các phương pháp bảo dưỡng mẫu khác nhau ở các ngày tuổi mẫu khác nhau được thể hiện trong *Bảng 4.2* và *Hình 4.4*.

Bảng 4.2. Bảng tổng hợp kết quả thí nghiệm cường độ kéo khi uốn của BTXM

Phương pháp bảo dưỡng	Tuổi mẫu (ngày)	Cường độ kéo khi uốn Rku (kG/cm2)				
		Tổ mẫu 1	Tổ mẫu 2	Tổ mẫu 3	Trung bình	Độ lệch chuẩn
Phương pháp 1	7	43,0	53,9	44,6	47,2	5,9
	28	57,7	55,1	52,1	55,0	2,8
	90	60,0	57,2	54,2	57,1	2,9
Phương pháp 2	7	45,4	56,9	48,3	50,2	6,0
	28	60,8	59,4	55,6	58,6	2,7
	90	61,9	63,1	57,3	60,8	3,1
Phương pháp 3	7	36,7	42,0	38,3	39,0	2,7
	28	48,8	45,7	47,1	47,2	1,6
	90	50,6	46,4	46,2	47,7	2,5



Hình 4.4: Cường độ kéo khi uốn của các mẫu BTXM bảo dưỡng theo các phương pháp khác nhau ở tuổi 7, 28 và 90 ngày

Từ các kết quả thí nghiệm xác định cường độ chịu nén và cường độ kéo khi uốn trong phòng thí nghiệm, có thể rút ra một số nhận xét như sau:

- Cường độ chịu nén trung bình của các mẫu BTXM bảo dưỡng bằng phương pháp phủ bao bố tưới ẩm cao hơn so với trường hợp phơi mẫu ở điều kiện tự nhiên ở công trường (không bảo dưỡng mẫu) lần lượt là 6,1%, 56,5% và 57,6% tương ứng với các tuổi mẫu 7, 28 và 90 ngày.

- Cường độ chịu nén trung bình của các mẫu BTXM bảo dưỡng bằng phương pháp ngâm mẫu trong nước cao hơn so với trường hợp phơi mẫu ở điều kiện tự nhiên ở công trường (không bảo dưỡng mẫu) lần lượt là 8,8%, 65,7%, 66,1% tương ứng với tuổi mẫu 7, 28 và 90 ngày.

- Cường độ kéo khi uốn trung bình của các mẫu BTXM bảo dưỡng bằng phương pháp phủ bao bố tưới ẩm cao hơn so với trường hợp phơi mẫu ở điều kiện tự nhiên ở công trường (không bảo dưỡng mẫu) lần lượt là 20,1%, 16,5% và 19,7% tương ứng với tuổi mẫu 7, 28 và 90 ngày.

- Cường độ kéo khi uốn trung bình của các mẫu BTXM bảo dưỡng bằng phương pháp phủ bao bố tưới ẩm cao hơn so với trường hợp phơi mẫu ở điều kiện tự nhiên ở công trường (không bảo dưỡng mẫu) lần lượt là 28,7%, 24,2% và 27,3% tương ứng với tuổi mẫu 7, 28 và 90 ngày.

- Cường độ chịu nén trung bình của các mẫu BTXM bảo dưỡng bằng phương pháp ngâm mẫu trong nước cao hơn so với trường hợp bảo dưỡng bằng phương pháp phủ bao bố tưới ẩm lần lượt là 2,5%, 5,9% và 5,4% tương ứng với tuổi mẫu 7, 28 và 90 ngày.

- Cường độ kéo khi uốn trung bình của các mẫu BTXM bảo dưỡng bằng phương pháp ngâm mẫu trong nước cao hơn so với trường hợp bảo dưỡng bằng phương pháp phủ bao bố tưới ẩm lần lượt 6,4%, 6,6% và 6,4% tương ứng với các tuổi mẫu 7, 28 và 90 ngày.

5. KẾT LUẬN VÀ CÁC HƯỚNG NGHIÊN CỨU TIẾP THEO

5.1. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu thực nghiệm trong phòng thí nghiệm về cường độ chịu nén và cường độ kéo uốn của BTXM với các phương pháp bảo dưỡng mẫu khác nhau, có thể rút ra một số kết luận như sau:

- Công tác bảo dưỡng sau khi rải BTXM xong là cần thiết, góp phần cải thiện cường độ chịu nén và cường độ kéo khi uốn của mặt đường BTXM so với trường hợp không thực hiện công tác bảo dưỡng.

- Kết quả nghiên cứu thực nghiệm bước đầu cho thấy mẫu BTXM bảo dưỡng theo phương pháp ngâm trong nước cho kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi uốn đều cao hơn từ 2,5 - 6,5% so với trường hợp mẫu được bảo dưỡng bằng phương pháp phủ bao bố tưới ẩm tùy theo tuổi mẫu thí nghiệm.

5.2. Các định hướng nghiên cứu tiếp theo

- Nghiên cứu mở rộng để đánh giá ảnh hưởng của các phương pháp bảo dưỡng đến các chỉ tiêu cơ lý của mặt đường BTXM chế tạo từ các nguồn vật liệu, xi măng khác nhau, từ đó kiến nghị phương pháp bảo dưỡng phù hợp cho mặt đường BTXM trong điều kiện Việt Nam.

- Tiếp tục nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của các phương pháp bảo dưỡng đến các chỉ tiêu khai thác của mặt đường BTXM.

Tài liệu tham khảo

[1]. Poole, T.S. (January 2005), *Guide for Curing of Portland Cement Concrete Pavements*, vol.I, FHWA Publication No. FHWA-RD-02-099, Turner-Fairbank Highway Research Center, McLean, VA.

[2]. Poole, T. S. (2005), *Guide for curing of Portland cement concrete pavements*, vol.I (No. FHWA-RD-02-099.

[3]. Poole, T. S. (2006), *Guide for Curing of Portland Cement Concrete Pavements*, vol.II (No. FHWA-HRT-05-038).

[4]. Bộ Khoa học và Công nghệ (2011), *TCVN 8828:2011: Bê tông - Yêu cầu bảo dưỡng ẩm tự nhiên.*

[5]. Bộ GTVT (2022), *TCCS 40:2022/TCĐBVN: Thi công và nghiệm thu mặt đường BTXM trong xây dựng công trình giao thông.*

[6]. Bộ GTVT (2018), *TCCS 24: 2018/CHK: Tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu mặt BTXM sân bay.*

[7]. Bộ GTVT (2006), *TCVN 7570:2006: Cốt liệu cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật.*

[8]. Bộ Khoa học và Công nghệ (2009), *TCVN 2682:2009: Xi măng Póoc lăng - Yêu cầu kỹ thuật.*

[9]. Bộ Khoa học và Công nghệ (2009), *TCVN 6260:2009: Xi măng Póoc lăng hỗn hợp - Yêu cầu kỹ thuật.*

[10]. Bộ Khoa học và Công nghệ (2012), *TCVN 4506:2012: Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật.*

Ngày nhận bài: 12/02/2023
Ngày chấp nhận đăng: 04/3/2023
Người phản biện: PGS. TS. Lã Văn Chăm
TS. Trần Thị Cẩm Hà

Dự đoán khả năng chịu lực theo điều kiện ổn định của cột thép hình côn đối xứng tiết diện ống bằng phương pháp Bubnov-Galerkin

■ **TS. PHAN VĂN TIẾN(*); TS. NGUYỄN TRỌNG HÀ**
Trường Đại học Vinh
Email: (*)vantien.phan1010@gmail.com

TÓM TẮT: Cột thép tiết diện thay đổi nói chung và cột thép hình côn đối xứng tiết diện ống nói riêng là loại kết cấu được sử dụng phổ biến trong các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp bởi khả năng chịu lực và tính thẩm mỹ. Cho đến nay, việc xác định khả năng chịu lực theo điều kiện ổn định của cột tiết diện thay đổi chưa được đề cập trong các tiêu chuẩn thiết kế, trong khi nhu cầu thẩm định, kiểm tra khả năng chịu lực đối với loại kết cấu này lại là vấn đề cấp thiết. Bài báo đề xuất một quy trình xác định khả năng chịu lực của cột thép hình côn đối xứng tiết diện ống theo điều kiện ổn định sử dụng phương pháp Bubnov-Galerkin. Từ mô hình tính toán đề xuất sau đó được lập trình tính toán trên nền Matlab cho phép nhóm tác giả tiến hành các khảo sát số và từ đó rút ra các kết luận và kiến nghị.

TỪ KHÓA: Lực tới hạn, tiết diện ống, khả năng chịu lực, cột thép, phương pháp Bubnov-Galerkin.

ABSTRACT: The symmetry double tapered steel column with tubular cross-section are common structures in civil and industrial engineering because of bearing capacity and aesthetics. However, determine the bearing capacity of the symmetry double tapered steel column with tubular cross-section has not been mentioned in the design standards. Meanwhile, the appraise and test of the bearing capacity of this structure necessary problem. This paper proposes a procedure to determine the bearing capacity of the symmetry double tapered steel column with tubular cross-section using Bubnov-Galerkin methods. From the proposed computational model, the study had built a design computer program is established on Matlab. The numerical investigations have been carried out and conclusions, recommendations.

KEYWORDS: Critical buckling load, tubular cross-section, bearing capacity, steel column, Bubnov-Galerkin methods.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay, cột thép tiết diện thay đổi nói chung và cột thép hình côn đối xứng tiết diện ống nói riêng là loại kết cấu được sử dụng phổ biến trong các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp bởi khả năng chịu lực và tính thẩm mỹ. Xác định khả năng chịu lực của cột theo điều kiện ổn định phụ thuộc vào nhiều thông số nên sai số tiềm ẩn là đáng kể. Vì vậy, đây là vấn đề được nhiều nhà khoa học trong và ngoài nước quan tâm nghiên cứu cả về lý thuyết và thực nghiệm.

Năm 1961, Timoshenko và Gere đề xuất một giải pháp số ở dạng tương tự của giải pháp Euler với hệ số điều chỉnh mà giá trị của chúng được lập bảng phụ thuộc vào tỷ lệ giữa mô-men quán tính lớn nhất và nhỏ nhất của cột [1]. Lee và cộng sự trong [2] đề xuất tính toán tải trọng tới hạn của cột tiết diện thay đổi thông qua một tiết diện nhỏ nhất của cột bằng một hệ số quy đổi. Ý tưởng tương tự đã được nghiên cứu bởi Hirt và Crisinel trong [3] nhưng đồng nhất mặt cắt tương đương có mô-men quán tính ở dạng thực tế. Marques và cộng sự [4] đề xuất một giải pháp phân tích cho tải trọng tới hạn của cột tiết diện thay đổi. Nghiên cứu lực tới hạn của cột thép tiết diện thay đổi bằng phương pháp thiết lập và giải phương trình vi phân kết hợp với thuật toán giải lặp Newton-Raphson được nhóm tác giả D.X Hùng và cộng sự thực hiện trong [5]. Nhóm tác giả N.T Hà và N.D Duẩn lại sử dụng thuật toán ANN kết hợp mô phỏng số để dự đoán khả năng chịu lực của cột tiết diện thay đổi [6].

Điểm qua một số tiêu chuẩn thiết kế về cột thép hiện nay như Hiệp hội Kỹ thuật Xây dựng Hoa Kỳ (ASCE), tiêu chuẩn châu Âu Euro-code, tiêu chuẩn Anh (BS) và tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5575-2012 chỉ khuyến nghị khi thiết kế cột tiết diện thay đổi thì lấy kết quả của phần tiết diện bé của cột nhân với một hệ số thực nghiệm cho trước. Tuy nhiên, theo khuyến nghị của [7] đưa ra, kết quả này có sự sai sót đáng kể.

Qua các công trình nghiên cứu và các tiêu chuẩn đã phân tích ở trên, theo hiểu biết của các tác giả thì các nghiên cứu về cột thép hình côn đối xứng tiết diện ống vẫn còn hạn chế và đặc biệt là sử dụng phương pháp Bubnov-Galerkin. Vì vậy, bài báo này hướng đến việc tiếp cận nghiên cứu khả năng chịu lực theo điều kiện ổn định của cột thép hình côn đối xứng tiết diện ống sử dụng phương pháp Bubnov-Galerkin. Mô hình nghiên cứu đề xuất sau đó được lập trình tính toán trên nền Matlab cho phép các tác giả thực hiện một số khảo sát ảnh hưởng của các tham số đầu vào đến khả năng chịu lực của cột.

2. LÝ THUYẾT CHUNG

2.1. Lý thuyết ổn định Euler

Xét một thanh thẳng có chiều dài l liên kết ở hai đầu tại $x = 0$ và $x = 1$, thanh chịu một lực nén dọc trục P. Khi thanh chịu nén sẽ bị lệch khỏi vị trí cân bằng ban đầu ta có phương trình biến dạng đàn hồi $v(x)$. Theo [8], mối quan hệ giữa mô-men uốn và phương trình đường đàn hồi được biểu diễn dưới dạng vi phân như sau:

$$-Pv(x) = M(x) = EI\frac{d^2v(x)}{dx^2} \quad (1)$$

Hay:

$$\frac{d^2v}{dx^2} + \frac{P}{EI}v(x) \quad (2)$$

Trong đó: E - Mô-đun đàn hồi của vật liệu; I - Mô-men quán tính của tiết diện; $M(x)$ - Sự biến thiên của mô-men uốn dọc trục cột; x - Tọa độ của trục cột.

2.2. Phương pháp Bubnov-Galerkin

Phương pháp Bubnov-Galerkin là phương pháp được xây dựng trên cơ sở tìm nghiệm của phương trình vi phân thông qua hệ phương trình đại số tuyến tính [8]. Giả thiết khi hệ kết cấu ở trạng thái lệch thì phương trình vi phân cân bằng của hệ có dạng:

$$L(x, v, v', v'', \ldots) = 0 \quad (3)$$

Giả thiết nghiệm của phương trình vi phân (3) có dạng chuỗi bao gồm p số hạng với p là số nguyên bất kỳ.

$$v = a_1g_1(x) + a_2g_2(x) + \ldots + a_pg_p(x) = \sum_{i=1}^{p} a_ig_i(x) \quad (4)$$

Trong đó: a_i - Các hệ số chưa biết; $g_i(x)$ - Các hàm độc lập phải thỏa mãn điều kiện biên về hình học (liên quan đến độ võng, góc xoay) và điều kiện biên về tĩnh học (liên quan đến các lực).

Nếu phương trình vi phân của hệ xuất phát từ phương trình vi phân cấp bốn $v^{IV} = -q/EI$ và chỉ cần thỏa mãn điều kiện biên về hình học nếu xuất phát từ phương trình vi phân cấp hai $v'' = -M/EI$. Thay phương trình (4) vào phương trình (3) ta được:

$$L\left\{x, \sum_{i=1}^{p} a_ig_i(x), \sum_{i=1}^{p} a_ig'_i(x), \sum_{i=1}^{p} a_ig''_i(x), \ldots\right\} \equiv 0 \quad (5)$$

Đẳng thức này không đổi khi ta nhân với một hàm $g_k(x)$ bất kỳ ta được:

$$L\left\{x, \sum_{i=1}^{p} a_ig_i(x), \sum_{i=1}^{p} a_ig'_i(x), \sum_{i=1}^{p} a_ig''_i(x), \ldots\right\}.g_k(x) \equiv 0 \quad (6)$$

Tiếp tục lấy tích phân trên toàn hệ với $k = 1, 2, \ldots p$ ta được:

$$\int L\left\{x, \sum_{i=1}^{p} a_ig_i(x), \sum_{i=1}^{p} a_ig'_i(x), \sum_{i=1}^{p} a_ig''_i(x), \ldots\right\}.g_k(x)dx = 0 \quad (7)$$

Từ phương trình (7) ta sẽ thu được hệ có p phương trình đại số thuần nhất với các ẩn số là $a_1, a_1, \ldots a_p$. Thiết lập phương trình xác định khả năng chịu lực bằng cách cho định thức của hệ phương trình đại số bằng 0. Giải định thức để xác định khả năng chịu lực của hệ kết cấu.

2.3. Trình tự tính toán và các bước thực hiện

Trong mục này, bài báo trình bày trình tự áp dụng phương pháp Bubnov-Galerkin để xác định khả năng chịu lực của cột thép hình côn đối xứng tiết diện ống theo điều kiện ổn định. Độ chính xác của phương pháp phụ thuộc vào số lượng các hàm độc lập $g_i(x)$. Trình tự áp dụng được thực hiện theo các bước sau đây:

- *Bước 1:* Lập phương trình vi phân biến dạng để hệ tồn tại ở trạng thái lệch khỏi trạng thái cân bằng ban đầu và biểu thị theo dạng của phương trình (3).

- *Bước 2:* Giả thiết nghiệm gần đúng dưới dạng chuỗi (4) và lập các phương trình (7) ta sẽ thu được hệ có p phương trình đại số thuần nhất với các ẩn số là $a_1, a_1, \ldots a_p$.

- *Bước 3:* Thiết lập phương trình xác định khả năng chịu lực bằng cách cho định thức của hệ phương trình đại số bằng 0.

- *Bước 4:* Giải định thức để xác định khả năng chịu lực của hệ kết cấu.

3. ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP BUBNOV-GALERKIN ĐỂ XÁC ĐỊNH KHẢ NĂNG CHỊU LỰC CỦA CỘT THÉP TIẾT DIỆN THAY ĐỔI THEO ĐIỀU KIỆN ỔN ĐỊNH

Xét cột thép tiết diện thay đổi thon dần ở hai đầu như *Hình 3.1*. Mô-men quán tính đối với tiết diện thay đổi theo quy luật $I = I_0\frac{4x(l-x)}{l^2}$ với I_0 là mô-men quán tính của tiết diện cột tròn được xác định $I_0 = 0.05D^4(1-\eta^4)$ với $\eta = D/d$.

Ở trạng thái lệch, phương trình vi phân đường đàn hồi theo (3) của cột có dạng:

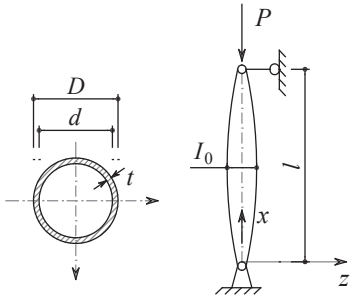
$$L = v'' + \alpha^2 v = 0 \text{ với } \alpha^2 = P/EI \quad (8)$$

Chọn nghiệm dưới dạng chuỗi theo dạng sau: $v = ax(l-x)$. Từ dạng nghiệm chuỗi ta có:

$g_1(x) = x(l-x)$; $g_1'(x) = l - 2x$; $g_1''(x) = 2$;

Thay các giá trị tính được vào phương trình (7) ta có:

$$2\int_0^{l/2}\left[2a + \frac{P}{EI_0\frac{4x(l-x)}{l^2}}ax(l-x)\right]x(l-x)dx \quad (8)$$



Hình 3.1: Sơ đồ kết cấu và tiết diện ngang

Điều kiện để phương trình (9) tồn tại nghiệm là a ≠ 0, giải phương trình ta sẽ tìm được khả năng chịu lực của cột thép hình côn đối xứng tiết diện ống P_{cr} theo điều kiện ổn định. Từ thuật toán xây dựng ở trên tiến hành lập chương trình tính toán nền Matlab và được kiểm chứng sự chính xác ở mục tiếp theo.

4. KHẢO SÁT SỐ

4.1. Kiểm chứng sự chính xác của chương trình tính

Để kiểm chứng sự chính xác chương trình tính toán đã

xây dựng ở trên, bài báo sử dụng chương trình tính toán đã xây dựng để xác định khả năng chịu lực của cột có sơ đồ tính toán như thể hiện trên *Hình 3.1*, với tiết diện không đổi có mô-men quán tính (I). Kết quả số thu được thể hiện trong *Bảng 4.1*. Chúng ta có thể quan sát thấy rằng, sai số giữa kết quả của chương trình tính so với nghiệm chính xác Euler không quá 3,0%. Điều này khẳng định kết quả tính toán của bài báo là đáng tin cậy.

Bảng 4.1. Bảng so sánh khả năng chịu lực của chương trình tính

Chương trình tính		Euler [8]	Sai số (%)
Dạng nghiệm chuỗi	**P_{cr}**		
$y = a_1x^2 + a_2x^4$	$2{,}54EI/l^2$	$2{,}467EI/l^2$	2,96

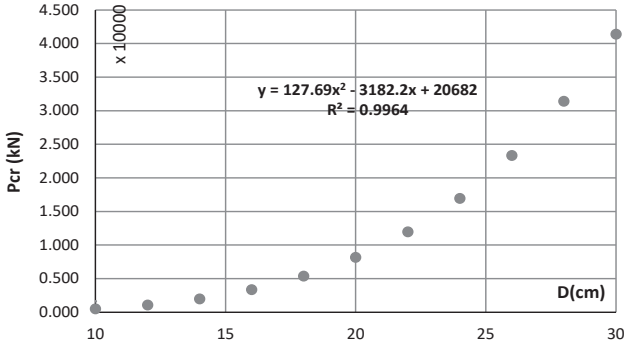
4.2. Khảo sát khả năng chịu lực khi thay đổi đường kính lớn nhất

Từ kết quả kiểm chứng chương trình tính toán ở mục trên có thể khẳng định sự tin cậy của chương trình tính toán đã được lập. Trong mục này, tác giả tiến hành khảo sát khả năng chịu lực của cột thép có sơ đồ kết cấu như *Hình 3.1*, với các tham số khảo sát từ mẫu D-10 đến D-30 với chiều dày của ống thép t = 1,5 cm tương ứng với khả năng chịu lực của cột P_{cr} được thể hiện trong *Bảng 4.2*.

Bảng 4.2. Số liệu khảo sát sự thay đổi đường kính lớn nhất

Mẫu khảo sát	Đường kính lớn nhất	Mô-đun đàn hồi	Chiều cao cột	P_{cr}
	mm	Gpa	m	kN
D-10	100	208,10	4,0	510,754
D-12	120	208,10	4,0	1059,100
D-14	140	208,10	4,0	1962,114
D-16	160	208,10	4,0	3347,279
D-18	180	208,10	4,0	5361,694
D-20	200	208,10	4,0	8172,068
D-22	220	208,10	4,0	11964,725
D-24	240	208,10	4,0	16945,600
D-26	260	208,10	4,0	23340,243
D-28	280	208,10	4,0	31393,816
D-30	300	208,10	4,0	41371,094

Bảng 4.2 chỉ ra rằng, giá trị của đường kính lớn nhất của cột tiết diện thay đổi từ D-10 đến D-30 thì khả năng chịu lực của cột tăng từ 510,754 kN đến 41371,094 kN tương ứng với giá trị tăng 98,77%. Kết quả này là phù hợp với quan niệm định tính về khả năng chịu lực của cột theo điều kiện ổn định.



Hình 4.1: Quan hệ giữa khả năng chịu lực của cột với sự thay đổi tiết diện lớn nhất

Hình 4.1 thể hiện sự gia tăng giá trị của lực tới hạn tương ứng với giá trị của tiết diện lớn nhất tăng từ mẫu D-10 đến D-30 theo hàm đa thức bậc 2 với R^2 = 0,9964 trong phạm vi khảo sát. Biểu thức hồi quy được thực hiện dựa trên công cụ Trenline options/Polynomial của phần mềm Microsoft Excel 365. Từ biểu thức hồi quy của hàm khảo sát cho phép chúng ta có thể dự đoán được sự gia tăng khả năng chịu lực của cột khi thay đổi mẫu khảo sát từ D-10 đến D30 giúp cho người thiết kế và

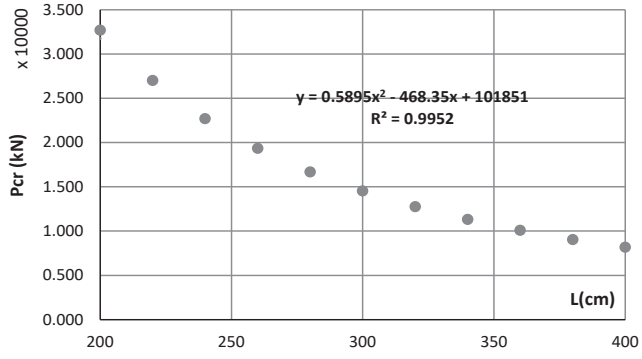
thi công dự đoán được khả năng chịu lực của cột thép hình côn đối xứng tiết diện ống.

4.3. Khảo sát khả năng chịu lực khi thay đổi chiều cao cột

Tiến hành khảo sát khả năng chịu lực của cột khi thay đổi chiều cao cột, trong bài báo, chiều cao cột được thay đổi từ H-20 đến H-40 với các thông số còn lại cho ở *Bảng 4.3*. Trên *Bảng 4.3* ta thấy rằng khả năng chịu lực của cột giảm từ 32688,272 kN xuống 8172,068 kN, tương ứng giảm 75,00%.

Bảng 4.3. Số liệu khảo sát sự thay đổi chiều cao cột

Mẫu khảo sát	Đường kính lớn nhất	Mô-đun đàn hồi	Chiều cao cột	P_{cr}
	mm	Gpa	m	kN
H-20	200	208,10	2,0	32688,272
H-22	200	208,10	2,2	27015,100
H-24	200	208,10	2,4	22700,189
H-26	200	208,10	2,6	19342,173
H-28	200	208,10	2,8	16677,690
H-30	200	208,10	3,0	14528,121
H-32	200	208,10	3,2	12768,856
H-34	200	208,10	3,4	11310,821
H-36	200	208,10	3,6	10088,973
H-38	200	208,10	3,8	9054,923
H-40	200	208,10	4,0	8172,068



Hình 4.2: Quan hệ giữa khả năng chịu lực của cột với sự thay đổi tiết diện lớn nhất

Hình 4.2 thể hiện sự suy giảm giá trị của khả năng chịu lực tương ứng với mẫu khảo sát H-20 đến H-40 theo hàm đa thức bậc 2 với R^2 = 0,9952 trong phạm vi khảo sát. Biểu thức hồi quy được thực hiện dựa trên công cụ Trenline options/Polynomial của phần mềm Microsoft Excel 365. Từ biểu thức hồi quy của hàm khảo sát chúng cho phép ta có thể dự đoán được sự suy giảm của khả năng chịu lực của cột khi thay đổi mẫu khảo sát từ H-20 đến H-40. Điều này giúp cho người thiết kế và thi công dự đoán được khả năng chịu lực của cột thép hình côn đối xứng tiết diện ống.

5. KẾT LUẬN

Bài báo đã nghiên cứu và xây dựng được chương trình tính toán khả năng chịu lực của cột thép hình côn đối xứng tiết diện ống bằng phương pháp Bubnov-Galerkin trên nền Matlab. Từ mô hình và chương trình tính toán xây dựng được bài báo tiến hành kiểm chứng sự chính xác của chương trình tính với công bố trước đó cho độ tin cậy cao. Tiếp đó, nghiên cứu tiến hành khảo sát khả năng chịu lực của cột thép tiết diện thay đổi thon dần ở hai đầu với các mẫu khảo sát bao gồm thay đổi đường kính lớn nhất của cột từ D-10 đến D-30 và thay đổi chiều cao cột từ mẫu H-20 đến H-40. Kết quả này sau đó đã được nhóm tác giả sử dụng phương pháp hồi quy bậc cao dựa trên công cụ Trenline options/Polynomial của phần mềm Microsoft Excel 365 để xây dựng hàm số xác định khả năng chịu lực của cột tiết diện thay đổi thon dần ở hai đầu phục vụ người thiết kế và thi công.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được hỗ trợ bởi Đề tài mã số B2020-TDV-05 cấp Bộ Giáo dục và Đào tạo.

Tài liệu tham khảo

[1]. J. M. Gere and S. P. Timoshenko (1961), *Theory of elastic stability*.

[2]. G. C. Lee, M. Morrell and R. L. Ketter, *Design of Tapered Members,* STATE UNIV OF NEW YORK BUFFALO DEPT OF CIVIL ENGINEERING1971.

[3]. M. A. Hirt and M. Crisinel (2005), *Charpentes métalliques: conception et dimensionnement des halles et bâtiments*, PPUR presses polytechniques.

[4]. L. Marques, A. Taras, L. S. da Silva, R. Greiner and C. Rebelo (2012), *Development of a consistent buckling design procedure for tapered columns*, Journal of Constructional Steel Research, vol.72, pp.61-74.

[5]. X.-H. Dang and T.-H. Nguyen (2018), *Reliability assessment of buckling strength for tapered columns of steel portal frames with flexible joint of beam - column* (in en), proceedings of the international conference on the 55th anniversary of establishment of Vietnam institute for building science and technology.

[6]. T.-H. Nguyen, N.-L. Tran and D.-D. Nguyen (2021), *Prediction of Critical Buckling Load of Web Tapered I-Section Steel Columns Using Artificial Neural Networks*, International Journal of Steel Structures, pp.1-23.

[7]. N. Q. Viên (2007), *Báo cáo kết quả nghiên cứu đề tài khoa học cấp Bộ*, Trường Đại học Xây dựng.

[8]. L. T. Trình và Đ. V. Bình (2002), *Ổn định công trình*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật.

Ngày nhận bài: 02/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 01/4/2023
Người phản biện: TS. Phan Văn Phúc
TS. Nguyễn Duy Duẩn

Bước đầu nghiên cứu ảnh hưởng điều kiện hóa già đến các đặc tính kháng nứt của mật rỉ đường mía thay thế một phần nhựa 60/70

■ **PGS. TS. LÊ VĂN PHÚC; ThS. NGUYỄN CÔNG THỨC**(*)
Phân hiệu tại TP. Hồ Chí Minh, Trường Đại học Giao thông vận tải
■ **TS. NGUYỄN VĂN LONG**
Trường Đại học Giao thông vận tải TP. Hồ Chí Minh
Email: (*)ncthuc@utc2.edu.vn

TÓM TẮT: Sử dụng mật rỉ đường mía thay thế một phần nhựa đường truyền thống trong việc chế tạo bê tông nhựa (BTN) để giảm khí thải nhà kính tạo ra một vật liệu thân thiện môi trường đã được quan tâm trong những năm gần đây. Tuy nhiên, ảnh hưởng của điều kiện hóa già của nhựa đường có sử dụng mật rỉ đường mía là một trong những yếu tố gây ra nứt mặt đường BTN cần được đánh giá. Trên cơ sở kết quả thí nghiệm trong phòng, bài báo đã đánh giá ảnh hưởng điều kiện hóa già đến các đặc tính kháng nứt của nhựa đường sử dụng 10% mật rỉ đường mía thay thế một phần nhựa 60/70.

TỪ KHÓA: Mật rỉ đường mía, nhựa đường 60/70, điều kiện hóa già.

ABSTRACT: In recent years, sugarcane waste molasses as an alternative to the conventional binder has been increasingly utilized in asphalt concrete (AC) mixtures to reduce environmental pollution. However, the effect of aging on sugarcane waste molasses (SWM) modified asphalt binder is considered as one of the important factors that causes the cracking damage pavement. Based on the laboratory results, this paper evaluates the influences of aging conditions on cracking characteristics using 10% SWM modified 60/70 grade bitumen.

KEYWORDS: Sugarcane waste molasses, 60/70 grade bitumen, aging conditions.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mật rỉ đường là một phụ phẩm - sản phẩm cuối cùng của quá trình sản xuất đường. Thành phần chính của rỉ mật là đường, chủ yếu là sucroza với một ít glucoza và fructoza. Sản lượng rỉ mật bằng khoảng 1/3 sản lượng đường sản xuất: 100 tấn cây mía đem ép thì có 3 - 4 tấn rỉ mật được sản xuất. Sử dụng mật rỉ đường thay thế một phần nhựa đường trong việc chế tạo BTN để giảm khí thải nhà kính tạo ra một vật liệu thân thiện môi trường, đồng thời cải thiện đặc tính cơ học của BTN đã được quan tâm trong những năm gần đây.

Các kết quả nghiên cứu [1, 2, 3, 4] cho thấy đã sử dụng mật rỉ đường mía thay thế nhựa đường truyền thống để tạo ra nhựa sinh học thân thiện môi trường, làm tăng tăng khả năng kháng lún của nhựa đường. Le và Nguyen [5] đã phân tích ảnh hưởng việc thay thế 5%, 10%, 15%, 20%, 25% mật rỉ đường mía cho nhựa đường truyền thống 60/70 thông qua các thí nghiệm độ ổn định marshall, thí nghiệm nén ép chẻ, thí nghiệm hằn lún vệt bánh xe cho thấy hàm lượng mật mía 10% thay thuế cho nhựa 60/70 là tối ưu nhất. Tuy nhiên, vấn đề hóa già của nhựa đường và BTN sử dụng mật rỉ đường mía vẫn chưa đề cập đến.

Trong nghiên cứu này, trên cơ sở các kết quả thí nghiệm trong phòng, bài báo đã đánh giá ảnh hưởng điều kiện hóa già đến các đặc tính kháng nứt của nhựa đường sử dụng 10% mật rỉ đường mía thay thế, từ đó làm cơ sở để ứng dụng mật rỉ đường mía chế tạo BTN thân thiện môi trường trong xây dựng mặt đường ô tô.

2. THÍ NGHIỆM TRONG PHÒNG XÁC ĐỊNH CÁC CHỈ TIÊU CỦA NHỰA ĐƯỜNG 60/70 CÓ VÀ KHÔNG CÓ SỬ DỤNG MẬT RỈ ĐƯỜNG MÍA

2.1. Thí nghiệm các chỉ tiêu cơ bản của nhựa đường 60/70 khi sử dụng mật rỉ đường mía

Trên cơ sở kết quả nghiên cứu [5] cho thấy hàm lượng mật mía 10% thay thuế cho nhựa 60/70 là tối ưu nhất. Do vậy, nhóm nghiên cứu tiến hành thí nghiệm các chỉ tiêu của nhựa đường .

Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu nhựa đường 60/70 và 10% mật rỉ đường mía được thống kê như *Bảng 2.1.*

Bảng 2.1. Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu nhựa đường 60/70 có sử dụng 10% mật rỉ đường mía

No.	Test Name	Unit	Nhựa 60/70	10% mật rỉ đường mía thay thế nhựa 60/70	Yêu cầu	Phương pháp thí nghiệm
1	Độ kim lún ở 25^{0}C, 0,1 mm, 5s	1/10mm	61,3	58	Min. 60 Max. 70	TCVN 7495:2005

No.	Test Name	Unit	Nhựa 60/70	10% mật rỉ đường mía thay thế nhựa 60/70	Yêu cầu	Phương pháp thí nghiệm
2	Điểm hóa mềm (dụng cụ vòng và bi)	°C	48,5	50,2	Min. 46	TCVN 7497:2005
3	Độ nhớt động lực ở 60°C	Pa.s	197,2	246,5	Min.180	TCVN 8818-5:2011 ASTM D2171
4	Độ kéo dài ở 25°C, 5 cm/phút	cm	>100	>100	Min. 100	TCVN 7496:2005
5	Điểm chớp cháy (cốc mở Cleveland)	°C	351	325	Min. 232	TCVN 7498:2005
6	Khối lượng riêng ở 25°C	g/cm^3	1,035	1,045	1,0-1,05	TCVN 7501:2005
TFOT (Thin film oven test)						
1	Tổn thất khối lượng	%	0,04	0,06	Max. 0.8	TCVN 11711
2	Tỷ lệ kim lún còn lại so với độ kim lún ban đầu ở 25°C	1/10mm	83,15	95,66	Min. 54	TCVN 7495:2005
3	Độ kéo dài ở 25°C, 5 cm/phút	cm	>50	70	Min. 50	TCVN 7496:2005

Nhận xét: Từ kết quả thí nghiệm *Bảng 2.1* cho thấy chỉ tiêu nhựa đường 60/70 và nhựa đường sử dụng 10% mật mía thay thế đều thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật theo tiêu chuẩn hiện hành. Ngoài ra, kết quả thí nghiệm cho thấy rằng giá trị độ kim lún ở 25°C của nhựa đường sử dụng 10% mật rỉ đường mía thấp so với nhựa 60/70. Tương tự, nhiệt độ hóa mềm tăng khi 10% mật rỉ đường thay thế nhựa 60/70. Điều này có nghĩa là khi sử dụng mật rỉ đường thay thế một phần nhựa đường truyền thống có khả năng cải thiện đặc tính của nhựa trong điều kiện nhiệt độ cao.

2.2. Thí nghiệm cắt động lưu biến (DSR) của nhựa đường có và không có sử dụng mật rỉ đường mía trong các điều kiện khác nhau

Tiến hành thực hiện thí nghiệm cắt động lưu biến (DSR) của nhựa đường 60/70 có và không có sử dụng trong ba điều kiện khác nhau theo AASHTO T315-12 [6]: Trạng thái fresh, trạng thái sau khi thực hiện RTFOT theo ASTM D 2872-19 [7] và trạng thái khi thí nghiệm trong bình áp lực lão hóa PAV [8]. Kết quả thí nghiệm cho kết quả ở *Bảng 2.2*.

Bảng 2.2. Thí nghiệm cắt động lưu biến (DSR) - AASHTO T315-12

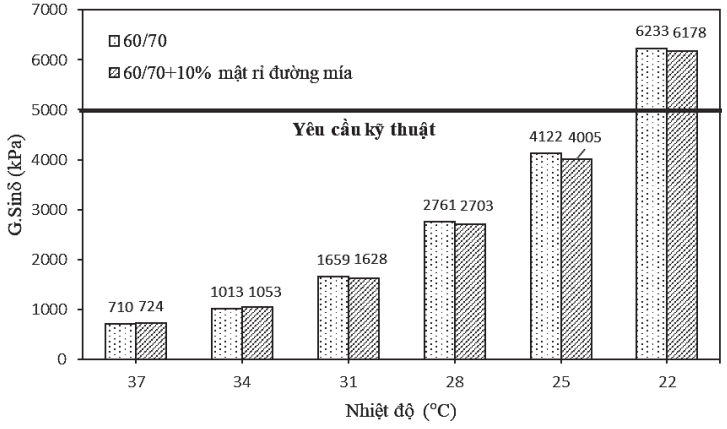
TT	Các trạng thái thí nghiệm DSR	Đơn vị đo	Nhựa 60/70	10% mật rỉ đường mía thay thế nhựa 60/70	Yêu cầu	Phương pháp thí nghiệm
1	G*/sin δ ở 64°C trạng thái fresh	kPa	1,3301	1,3479	≥ 1,0	AASHTO T 315-12
2	G*/sin δ ở 64°C trạng thái sau khi thí nghiệm RTFOT	kPa	2,8538	2,8401	≥ 2,2	ASTM D 2872-19
3	G.sin δ ở 25°C sau khi thí nghiệm trong bình áp lực lão hóa PAV	kPa	**4.251**	**4.137**	≤ 5.000	ASTM D 6521-08

Nhận xét: Từ kết quả thí nghiệm *Bảng 2.2* cho thấy các chỉ tiêu khả năng kháng lún và kháng nứt của nhựa đường có và không sử dụng mật rỉ đường mía đều thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật theo tiêu chuẩn hiện hành. Một điều đáng chú ý rằng khi xét giá trị G.sin δ ở 25°C của nhựa đường sử dụng 10% mật rỉ đường trong trong bình áp lực lão hóa PAV cho kết quả thấp

hơn 2,7% so với nhựa đường truyền thống 60/70. Điều này có nghĩa là khi sử dụng mật rỉ đường thay thế 10% nhựa đường truyền thống có khả năng cải thiện đặc tính kháng nứt của nhựa trong điều kiện lão hóa.

2.3. Thí nghiệm cắt động lưu biến (DSR) của nhựa đường có và không có sử dụng mật rỉ đường mía theo điều kiện hóa già dài hạn

Đối với điều kiện hóa già dài hạn trong nghiên cứu này được thực hiện theo báo cáo nghiên cứu NCHRP 871 [9] như sau: Mẫu nhựa được hóa già ở 135^{0}C trong 4h, sau đó tiếp tục hóa già ở 95^{0}C trong 8 ngày để tiến hành thí nghiệm cắt động lưu biến (DSR) theo AASHTO T 315-12 [6]. Kết quả thí nghiệm thể hiện *Hình 2.1*.



Hình 2.1: Giá trị G.sin δ ở các nhiệt độ khác nhau

Nhận xét: Từ kết quả thí nghiệm *Hình 2.1* cho thấy rằng, khi xét giá trị G.sin δ ở 25^{0}C của nhựa đường thay thế 10% mật rỉ đường theo điều kiện hóa già dài hạn cho kết quả thấp hơn 2,8% so với nhựa đường truyền thống 60/70. Do vậy, khi sử dụng mật rỉ đường thay thế 10% nhựa đường truyền thống có khả năng cải thiện đặc tính kháng nứt của nhựa trong điều kiện nhựa bị hóa già.

3. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, trên cơ sở kết quả thí nghiệm trong phòng, bước đầu cho thấy có thể sử dụng 10% mật rỉ đường mía thay thế cho nhựa đường truyền thống 60/70 khi xét đến các đặc tính của nhựa đường có xét đến điều kiện lão hóa của nhựa, cụ thể:

Khi sử dụng 10% mật rỉ đường mía thay thế nhựa 60/70 thì các chỉ tiêu kỹ thuật của nhựa đường thỏa mãn yêu cầu theo tiêu chuẩn hiện hành sử dụng tại Việt Nam.

Kết quả thí nghiệm cắt động lưu biến (DSR) trong các điều kiện hóa già khác nhau cho thấy khi sử dụng mật rỉ đường thay thế 10% nhựa đường truyền thống có khả năng cải thiện đặc tính kháng nứt của nhựa truyền thống.

Kết quả nghiên cứu bước đầu này làm tiền đề cho việc sử dụng mật rỉ đường mía làm phụ gia có thể cải thiện đáng kể khả năng kháng hằn lún vệt bánh xe cũng như khả năng kháng nứt của BTN khi xét đến quá trình lão hóa của nhựa đường khi xây dựng mặt đường ô tô.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học GTVT trong Đề tài mã số T2023-PHII_CT-001.

Tài liệu tham khảo

[1]. Vaishali V. Shah, Hitesh K. Dave, Harpalsinh J. Raol, Dhara D. Kalasareeya (2015), *A Study on Changes in Rheological Behaviour of Paving Grade Bitumen using Admixtures*, International Journal for Scientific Research & Development, Phagwara.

[2]. Shivek Sharma (2017), E*valuating The Viability Of Molasses On Penetration Grade Of Bitumen And Bituminous Mix Design,* Master of technology in civil engineering, Lovely Professional University, Phagwara.

[3]. Ujjwal Gupta and Deepak Juneja (2019), *Partial Replacement of Bitumen with the Sugarcane Waste Molasses*, International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE), vol.8, Issue-8.

[4]. Werku and Tewodros (2020), *Rheological Properties and Application of Molasses Modified Bitumen in Hot Mix Asphalt*, Appl., Sci..

[5]. Lê Văn Phúc và Nguyễn Văn Du (2021), *Bước đầu nghiên cứu sử dụng mật rỉ đường mía thay thế một phần nhựa đường trong BTN*, Tạp chí GTVT, số tháng 5.

[6]. AASHTO T 315-12 (2015), *Standard Method of Test for Determining the Rheological Properties of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer (DSR)*.

[7]. ASTM D 2872-19 (2019), *Standard Test Method for Effect of Heat and Air on a Moving Film of Asphalt (Rolling Thin-Film Oven Test)*.

[8]. D6521 - 08 (2019), *Standard Practice for Accelerated Aging of Asphalt Binder Using a Pressurized Aging Vessel (PAV)*.

[9]. NCHRP871 (2018), *Long-term aging of asphalt mixtures for performance testing and prediction, Transportation reserarch board.*

Ngày nhận bài: 10/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 27/4/2023
Người phản biện: TS. Đỗ Thành Chung
TS. Trần Thị Trúc Liểu

Tối ưu hóa mô hình catboost để dự đoán cường độ nén bê tông cốt liệu tái chế

■ **ThS. VŨ THỊ HƯƠNG LAN(*); TS. NGUYỄN THÙY ANH; TS. LÝ HẢI BẰNG**
Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải
Email: (*)lanhtv@utt.edu.vn

TÓM TẮT: Nghiên cứu này tập trung vào việc xây dựng một mô hình dự báo cường độ nén của bê tông cốt liệu gạch ngói tái chế bằng cách sử dụng thuật toán CatBoost (CAT) và phân tích giá trị SHAP để tìm hiểu mức độ ảnh hưởng của các biến đầu vào tới kết quả dự báo. Thuật toán Sparrow Search Algorithm (SSA) được sử dụng để tối ưu hóa mô hình và tìm được mô hình có kết quả dự báo tốt nhất. Dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu được thu thập từ các công bố quốc tế, bao gồm 11 biến đầu vào và 1 biến đầu ra với tổng số 393 mẫu thí nghiệm. Trong quá trình nghiên cứu, dữ liệu được chia thành tập huấn luyện và tập kiểm tra theo tỷ lệ 70:30. Kết quả đạt được cho thấy mô hình dự báo có khả năng dự báo tốt trên dữ liệu bê tông cốt liệu tái chế và các thông số như hàm lượng xi măng, tuổi bê tông, tổng lượng cốt liệu thô và tỉ lệ % cốt liệu gạch nghiền thô có ảnh hưởng đáng kể tới kết quả dự báo.

TỪ KHÓA: Máy học, cường độ nén, bê tông cốt liệu gạch ngói tái chế.

ABSTRACT: This study focuses on the development of a predictive model for the compressive strength of concrete using recycled brick aggregate with the CatBoost algorithm (CAT) and SHAP value analysis to investigate the influence of input variables on the prediction results. The Sparrow Search Algorithm (SSA) is also utilized to optimize the CAT model and find the best-performing one. The data used in the study were collected from the relevant literature, including 11 input variables and 1 output, with a total of 393 experimental samples. During the development phase, the dataset was divided into training and testing sets in a 70:30 ratio. The results showed that the predictive model could accurately predict the compressive strength of recycled concrete, and variables such as cement content, concrete age, total coarse aggregate amount, and percentage of coarse crushed brick aggregate significantly influenced the prediction results.

KEYWORDS: Machine Learning (ML), compressive strength, concrete using recycled brick aggregate.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bê tông cốt liệu gạch ngói tái chế là một loại bê tông được sản xuất bằng cách sử dụng gạch ngói tái chế làm cốt liệu thay vì sử dụng cốt liệu thông thường. Gạch ngói tái chế là sản phẩm được sản xuất từ việc tái chế các tấm gạch ngói không sử dụng được, phế phẩm hoặc từ các công trình xây dựng bị phá hủy [1]. Bằng cách sử dụng gạch ngói tái chế làm cốt liệu, bê tông tái chế có thể giảm thiểu lượng chất thải và ô nhiễm môi trường, đồng thời tiết kiệm tài nguyên thiên nhiên [2]. Ngoài ra, bê tông cốt liệu gạch ngói tái chế còn có khả năng chống nứt, chống thấm và có độ bền cao.

Cường độ nén của loại bê tông này là một yếu tố quan trọng đối với tính an toàn và độ bền của công trình xây dựng [3]. Tuy nhiên, giá trị này thường thấp hơn so với bê tông thông thường. Để đảm bảo tính an toàn và độ bền của công trình, việc xác định đúng cường độ nén của bê tông cốt liệu gạch ngói tái chế là rất quan trọng vì nếu cường độ nén không đạt yêu cầu, công trình có thể bị đổ sập, gây nguy hiểm cho người sử dụng và gây thiệt hại về tài sản. Hiện nay, để xác định cường độ nén của bê tông cốt liệu gạch ngói tái chế, phương pháp chính được sử dụng là thử nén trên mẫu thử bê tông [4]. Phương pháp này được coi là phương pháp tiêu chuẩn và chính xác nhất, nhưng tốn nhiều thời gian và chi phí. Ngoài ra, còn một số phương pháp kiểm tra gián tiếp khác giúp thời gian thí nghiệm nhanh hơn và tiết kiệm chi phí, nhưng độ chính xác có thể không cao bằng phương pháp thử nén [5].

Trí tuệ nhân tạo (AI) và máy học (Machine Learning - ML) đang được áp dụng ngày càng phổ biến trong nhiều lĩnh vực của khoa học kỹ thuật [6]. Chính vì vậy, việc sử dụng máy học trong xác định cường độ nén của bê tông cốt liệu gạch ngói tái chế là một tiềm năng đang được nghiên cứu và phát triển. Các kỹ thuật máy học, đặc biệt là học máy và học sâu, có thể được sử dụng để phân tích và dự đoán nhiều bài toán kỹ thuật một cách nhanh chóng và hiệu quả [7]. Đặc biệt, phương pháp sử dụng máy học có thể giảm thiểu thời gian và chi phí so với phương pháp truyền thống thử nén mẫu thử bê tông.

Tuy nhiên, việc sử dụng máy học trong xác định cường độ nén của bê tông cốt liệu gạch ngói tái chế còn đang trong quá trình nghiên cứu và phát triển, rất ít công trình khoa học đã và đang được triển khai để thực hiện nhiệm vụ này. Chính vì vậy, nghiên cứu này đề xuất ứng dụng thuật toán máy học CatBoost để dự đoán cường độ nén của bê tông cốt liệu gạch ngói tái chế.

2. CƠ SỞ DỮ LIỆU VÀ MÔ HÌNH DỰ BÁO

2.1. Dữ liệu thí nghiệm

Nghiên cứu này sử dụng một cơ sở dữ liệu bê tông tái chế được thu thập từ nhiều nguồn khác nhau. Cơ sở dữ liệu này bao gồm 11 biến đầu vào và 1 biến đầu ra, được mô tả trong *Bảng 2.1*.

Bảng 2.1. Phân tích thống kê của cơ sở dữ liệu

Diễn giải	Biến	Đơn vị	Trung bình	Nhỏ nhất	Lớn nhất
Xi măng	X_1	kg/m^3	353,58	250,00	527,00
Nước	X_2	kg/m^3	193,66	108,90	378,00
Tổng lượng cốt liệu thô	X_3	kg/m^3	1.036,78	640,20	0,00
Tỉ lệ cốt liệu gạch nghiền thô	X_4	-	0,45	0,00	1,00
Tỉ lệ cốt liệu ngói nghiền thô	X_5	-	0,01	0,00	0,43
Tỉ lệ cốt liệu khác nghiền thô	X_6	-	0,05	0,00	1,00
Tổng lượng cốt liệu mịn	X_7	kg/m^3	677,04	0,00	847,40
Tỉ lệ cốt liệu gạch nghiền mịn	X_8	-	0,31	0,00	1,00
Tỉ lệ cốt liệu ngói nghiền mịn	X_9	-	0,03	0,00	1,00
Tỉ lệ cốt liệu khác nghiền mịn	X_{10}	-	0,06	0,00	1,00
Tuổi bê tông	X_{11}	Ngày	29,21	1,00	287,00
Cường độ nén	Y	MPa	25,97	3,56	80,5

Dữ liệu bê tông tái chế được chia ngẫu nhiên thành hai tập dữ liệu: tập đào tạo và tập kiểm chứng theo tỷ lệ 70/30. Tập đào tạo được sử dụng để xây dựng mô hình dự báo, trong khi tập kiểm chứng được sử dụng để đánh giá khả năng dự báo của mô hình.

2.2. Thuật toán CatBoost (CAT)

CatBoost là một thuật toán học máy dựa trên cây quyết định được phát triển bởi nhóm Yandex [8]. Nó có khả năng xử lý các dữ liệu có tính chất rời rạc, dữ liệu thưa và dữ liệu có giá trị bị thiếu, giúp tăng độ chính xác của mô hình phân loại hoặc dự đoán. CatBoost sử dụng các kỹ thuật tăng tốc gradient và đánh giá mức độ ưu tiên của các thuộc tính để tạo ra mô hình phân loại hoặc dự đoán chính xác. Nó cũng hỗ trợ các tính năng như tùy chỉnh hàm mất mát, xử lý mất cân bằng dữ liệu và tối ưu hóa tham số tự động. Điểm nổi bật của CatBoost là khả năng xử lý được các dữ liệu có tính chất rời rạc, dữ liệu thưa và dữ liệu có giá trị bị thiếu. Nhờ vậy, CatBoost đang được sử dụng rộng rãi trong các bài toán phân loại và dự đoán trên các dữ liệu như vậy.

2.3. Thuật toán tối ưu hóa chim sẻ (Sparrow Search Algorithm - SSA)

Thuật toán Sparrow Search Algorithm (SSA) là một thuật toán tối ưu hóa đa mục tiêu được phát triển dựa trên cách mà chim sẻ tìm kiếm thức ăn và tìm đường đi trong tự nhiên [9]. Thuật toán này có khả năng giải quyết các bài toán tối ưu hóa có ràng buộc. Ý tưởng của SSA là sử dụng các đặc tính của sự tương tác giữa các con chim sẻ để tìm kiếm các giải pháp tối ưu cho bài toán tối ưu hóa. Thuật toán này sử dụng một số lượng lớn các con chim sẻ để tìm kiếm các giải pháp tiềm năng, sau đó sắp xếp chúng theo mức độ thích nghi và chọn ra các giải pháp tốt nhất. Trong quá trình tìm kiếm, các con chim sẻ sẽ tương tác và trao đổi thông tin với nhau để cải thiện độ thích nghi của bản thân và của cả đàn chim. Việc tương tác giữa các con chim sẻ này giúp tăng tốc quá trình tìm kiếm giải pháp và đồng thời giảm thiểu sự mắc kẹt ở các cực tiểu cục bộ. SSA có một số ưu điểm như khả năng tìm kiếm tối ưu hóa đa mục tiêu, khả năng xử lý các bài toán tối ưu hóa có kích thước lớn, tốc độ tìm kiếm nhanh và không yêu cầu các thông số đầu vào phức tạp. Tuy nhiên, cũng có một số hạn chế như tốc độ hội tụ chậm hơn so với một số thuật toán tối ưu hóa khác.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

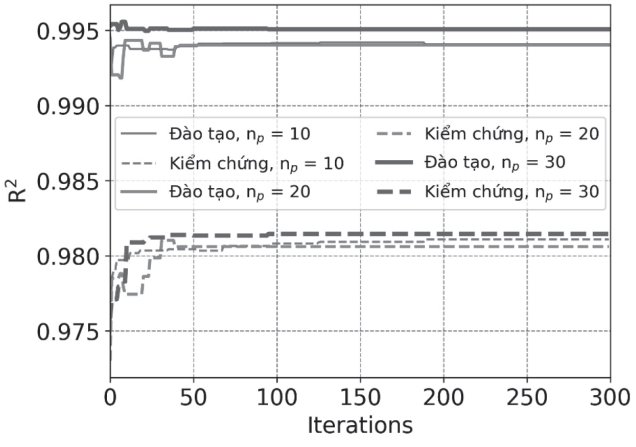
3.1. Tối ưu hóa siêu tham số mô hình CAT

Trong nghiên cứu này, thuật toán SSA được sử dụng để tối ưu hóa mô hình CAT nhằm đạt được khả năng dự báo tốt nhất trên dữ liệu bê tông tái chế. Các siêu tham số cần được tối ưu của mô hình CAT được trình bày trong *Bảng 3.1*. Đây là các tham số quan trọng ảnh hưởng đến khả năng dự báo của mô hình CAT. Việc tối ưu các siêu tham số này sẽ giúp cải thiện khả năng dự báo của mô hình trên dữ liệu bê tông tái chế.

Hình 3.1 trình bày kết quả tối ưu hóa của thuật toán SSA trên mô hình CAT, sử dụng các giá trị n_p khác nhau (10, 20, 30) và chạy 300 vòng lặp để tìm kết quả tối ưu. Kết quả tối ưu của mô hình CAT được đánh giá dựa trên tiêu chí R^2 của tập đào tạo và kiểm chứng. Các kết quả cho thấy rằng, ngay sau 50 lần lặp thì mô hình đã đạt được kết quả tối ưu và không được cải thiện đáng kể khi tăng lên 300 lần lặp. Kết quả cho thấy, với n_p=30, mô hình CAT đạt được khả năng dự báo tốt nhất. Các siêu tham số được SSA tìm thấy thể hiện trong *Bảng 3.1*.

Bảng 3.1. Miền tìm kiếm của các siêu tham số trong mô hình CAT

	max_ depth	iterations	bagging_ temperature	l2_ lef_ reg	learning_ rate	Random_ strength	subsample
Miền tìm kiếm	1-8	1-250	0-1	1-10	0,01-0,3	0-1	0,5-1
Giá trị tốt nhất	6	250	0,26	3.73	0,29	0.78	0,82



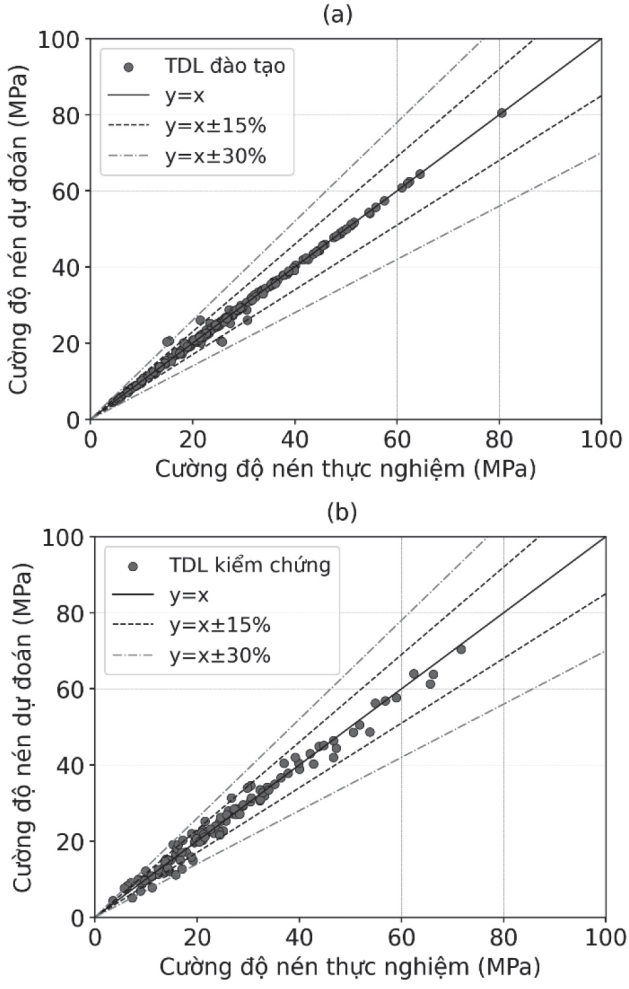
Hình 3.1: Kết quả tối ưu hóa siêu tham số của mô hình CAT đánh giá theo tiêu chí R^2

3.2. Kết quả dự báo của mô hình

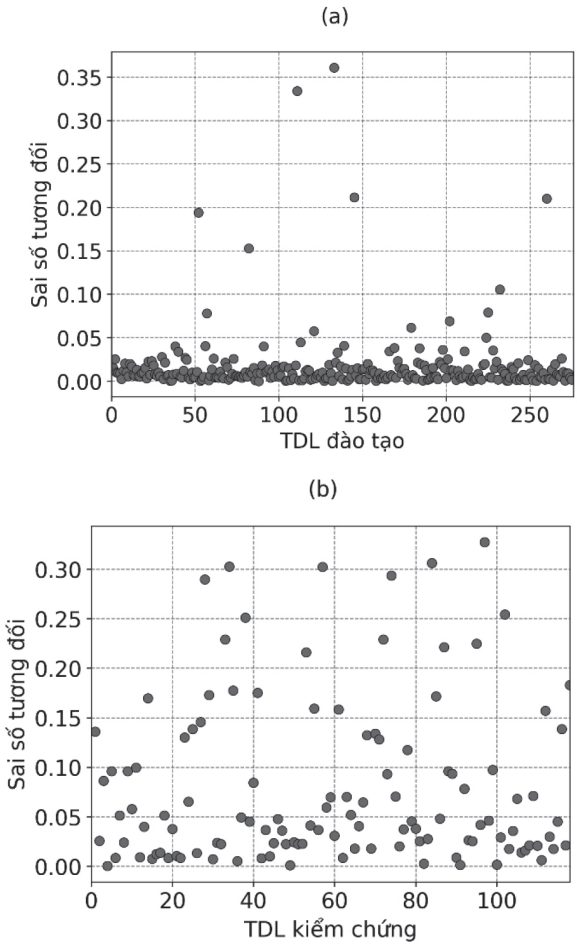
Phần này trình bày kết quả dự báo sử dụng mô hình CAT tốt nhất. *Hình 3.2* trình bày mối quan hệ giữa giá trị thực tế và giá trị dự báo của mô hình trên tập đào tạo và

kiểm chứng. Các đường bao 15% và 30% cũng được thể hiện để đánh giá sai số của mô hình. Tổng thể, mô hình CAT dự báo rất tốt cường độ nén của bê tông cốt liệu gạch ngói tái chế. Mặc dù có một số giá trị Y thấp nằm ngoài khoảng, nhưng nhìn chung, mô hình đưa ra dự báo khá chính xác và gần với giá trị thực tế trên tập đào tạo và kiểm chứng. Để đánh giá sai số của mô hình, *Hình 3.3* trình bày sai số tương đối của mô hình đối với tập đào tạo và tập kiểm chứng. Sai số tương đối được đánh giá dựa trên độ chênh lệch giữa giá trị dự báo và giá trị thực tế, chia cho giá trị thực tế. Kết quả cho thấy sai số tương đối có giá trị lớn nhất là khoảng 0,35, điều này thể hiện mô hình có độ chính xác khá cao trên tập kiểm chứng.

Bảng 3.2 trình bày giá trị các chỉ số (R^2, RMSE, MAPE và MAE) của mô hình CAT trên tập đào tạo, kiểm chứng và trên toàn bộ dữ liệu. Giá trị sai số được đánh giá dựa trên độ chênh lệch giữa giá trị dự báo và giá trị thực tế trên các tập dữ liệu. Kết quả cho thấy, R^2 của mô hình CAT đạt tới 0,995, 0,981 và 0,990 tương ứng trên tập đào tạo, kiểm chứng và trên toàn bộ dữ liệu. Đây là một chỉ số quan trọng để đánh giá hiệu quả của mô hình dự báo, giá trị này thể hiện mô hình CAT có khả năng dự báo rất tốt trên dữ liệu bê tông tái chế.



Hình 3.2: Biểu đồ hồi quy giữa giá trị dự đoán bằng mô hình CAT và giá trị thực nghiệm: a) - Tập dữ liệu đào tạo; b) - Tập dữ liệu kiểm chứng



Hình 3.3: Sai số tương đối giữa giá trị dự đoán bằng mô hình CAT và giá trị thực nghiệm: a) - Tập dữ liệu đào tạo, b) - Tập dữ liệu kiểm chứng

Bảng 3.2. Giá trị các tiêu chí thống kê cho mô hình CAT

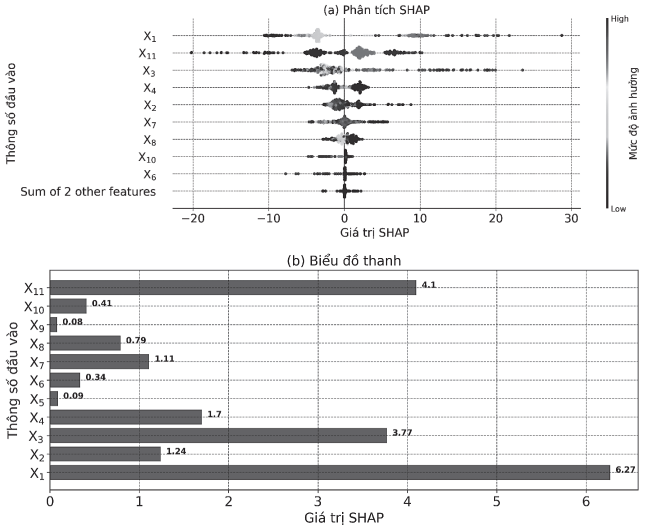
	RMSE (MPa)	MAE (MPa)	R^2
TDL đào tạo	0,839	0,361	0,995
TDL kiểm chứng	1,955	1,487	0,981
Toàn bộ dữ liệu	1,281	0,699	0,990

3.3. Phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ nén của bê tông cốt liệu tái chế bằng kỹ thuật SHAP

SHAP (SHapley Additive exPlanations) là một phương pháp phân tích giải thích trong máy học được sử dụng để hiểu các dự đoán của mô hình. Phương pháp này giúp cho người dùng có thể hiểu được mức độ ảnh hưởng của mỗi biến đến kết quả dự đoán của mô hình. SHAP values được tính bằng cách sử dụng lý thuyết trò chơi Shapley, trong đó mỗi biến được coi là một người chơi trong trò chơi và SHAP values là phần thưởng (giá trị Shapley) mà mỗi biến đóng góp vào dự đoán của mô hình. Phân tích SHAP sử dụng biểu đồ thanh *(Hình 3.4b)* để trình bày mức độ ảnh hưởng của từng biến đầu vào đến kết quả dự báo của mô hình, tương tự như biểu đồ bee-swarm đã được trình bày *(Hình 3.4a)*. Cả hai biểu đồ đều cho thấy mức độ ảnh hưởng của các biến đầu vào đến kết quả dự báo và cho thấy sự thống nhất về kết quả phân tích SHAP.

Kết quả phân tích SHAP values cho thấy, trong các biến đầu vào của mô hình dự báo cường độ nén của bê tông cốt

liệu gạch ngói tái chế, hàm lượng xi măng là biến có ảnh hưởng lớn nhất tới kết quả dự báo. Điều này cho thấy tầm quan trọng của việc kiểm soát hàm lượng xi măng trong quá trình sản xuất bê tông tái chế để đảm bảo chất lượng. Tiếp đó, các biến khác cũng ảnh hưởng đáng kể tới cường độ nén của bê tông sử dụng cốt liệu gạch ngói tái chế, bao gồm tuổi bê tông, tổng lượng cốt liệu thô, tỉ lệ cốt liệu gạch nghiền thô và hàm lượng nước. Những kết quả này cho thấy sự phức tạp của các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng bê tông tái chế và cần được quan tâm, kiểm soát trong quá trình thiết kế loại bê tông này. Kết quả phân tích SHAP values cho thấy rằng các biến còn lại như tỉ lệ tổng hàm lượng cốt liệu mịn, tỉ lệ cốt liệu gạch mịn, tỉ lệ cốt liệu nghiền mịn khác, tỉ lệ cốt liệu nghiền thô khác có ảnh hưởng nhỏ tới kết quả dự báo cường độ nén của loại bê tông này. Tuy nhiên, điều này không có nghĩa rằng các biến này không quan trọng trong thiết kế bê tông tái chế, chúng vẫn có thể ảnh hưởng đến cường độ bê tông và cần được kiểm soát trong quá trình thiết kế mẫu.



Hình 3.4: Kết quả phân tích giá trị SHAP của các thông số đầu vào

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu này nhằm mục đích xây dựng một công cụ dự báo cường độ của bê tông cốt liệu gạch ngói tái chế. Mô hình CAT được xây dựng từ một bộ cơ sở dữ liệu gồm 393 mẫu thí nghiệm. Kết quả nghiên cứu cho thấy mô hình CAT được tối ưu hóa bằng thuật toán SSA và sử dụng các siêu tham số được tối ưu có khả năng dự báo tốt trên dữ liệu bê tông tái chế, với hệ số xác định R^2 = 0,990 trên toàn bộ dữ liệu. Phân tích SHAP values cho thấy hàm lượng xi măng, tuổi bê tông, tổng lượng cốt liệu thô và tỉ lệ cốt liệu gạch nghiền thô có ảnh hưởng đáng kể tới kết quả dự báo cường độ nén của bê tông sử dụng cốt liệu gạch ngói tái chế. Từ kết quả nghiên cứu, nhóm tác giả đưa ra những kiến nghị như sau:

- Khi thiết kế bê tông tái chế cần kiểm soát tốt các biến đầu vào như hàm lượng xi măng, tuổi bê tông, tổng lượng cốt liệu thô và tỉ lệ cốt liệu gạch nghiền thô để cải thiện cường độ bê tông và tăng khả năng dự báo của mô hình.

- Các nghiên cứu tiếp theo có thể sử dụng phương pháp tối ưu hóa và phân tích SHAP để đưa ra các quyết định phù hợp trong quá trình thiết kế bê tông tái chế và cải thiện khả năng dự báo của mô hình.

- Các phương pháp máy học và tối ưu hóa khác cũng có thể được nghiên cứu để tối ưu hóa các mô hình máy học và cải thiện khả năng dự báo của mô hình.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Công nghệ GTVT, theo mã số Đề tài DTTD 2022-06.

Tài liệu tham khảo

[1]. M. C. S. Nepomuceno, R. A. S. Isidoro and J. P. G. Catarino, *Mechanical performance evaluation of concrete made with recycled ceramic coarse aggregates from industrial brick waste*, Construction and Building Materials, vol.165, pp.284-294, 3/2018, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2018.01.052.

[2]. X. Cai, K. Wu, W. Huang, J. Yu and H. Yu (Oct., 2021), *Application of recycled concrete aggregates and crushed bricks on permeable concrete road base*, Road Materials and Pavement Design, vol.22, no.10, pp.2181-2196, doi: 10.1080/14680629.2020.1742193.

[3]. M. T. Cristofaro, S. Viti, and M. Tanganelli, *New predictive models to evaluate concrete compressive strength using the SonReb method*, Journal of Building Engineering, vol.27, p.100962, 01/2020, doi: 10.1016/j.jobe.2019.100962.

[4]. A. E. B. Cabral, V. Schalch, D. C. C. Dal Molin and J. L. D. Ribeiro (2010), *Mechanical properties modeling of recycled aggregate concrete*, Construction and Building Materials, vol.24, no.4, pp.421-430.

[5]. S. S. D. Raavi and D. D. Tripura (2021), *Ultrasonic pulse velocity and statistical analysis for predicting and evaluating the properties of rammed earth with natural and brick aggregates*, Construction and Building Materials, vol.298, p.123840.

[6]. H.-B. Ly, M. H. Nguyen, and B. T. Pham (2021), *Metaheuristic optimization of Levenberg–Marquardt-based artificial neural network using particle swarm optimization for prediction of foamed concrete compressive strength*, Neural Computing and Applications, pp.1-21.

[7]. H.-B. Ly, T.-A. Nguyen, H.-V. Thi Mai and V. Q. Tran (Sep., 2021), *Development of deep neural network model to predict the compressive strength of rubber concrete*, Construction and Building Materials, vol.301, p.124081, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2021.124081.

[8]. A. V. Dorogush, V. Ershov and A. Gulin (2018), *CatBoost: gradient boosting with categorical features support*, arXiv preprint arXiv:1810.11363.

[9]. J. Xue and B. Shen (2020), *A novel swarm intelligence optimization approach: sparrow search algorithm*, Systems science & control engineering, vol.8, no.1, pp.22-34.

Ngày nhận bài: 19/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 26/4/2023
Người phản biện: TS. Phạm Thái Bình
TS. Trịnh Hoàng Sơn

Xây dựng bộ tham số theo mức độ phát triển thông tin (LOD) cho kết cấu nhịp cầu đúc hẫng

■ **TS. NGUYỄN ĐẮC ĐỨC(*); ThS. NGUYỄN THẠCH BÍCH; ThS. LÊ HÀ LINH**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: (*)nguyendacducbte@gmail.com

TÓM TẮT: Mô hình thông tin công trình (Building Information Modeling - BIM) là một trong những xu hướng và giải pháp tốt được sử dụng trong đầu tư xây dựng công trình nhờ tính hiệu quả, tối thiểu hóa rủi ro khi thi công, tính chuyên nghiệp trong lưu trữ dữ liệu và khả năng làm giàu thông tin công trình trong suốt vòng đời dự án. Trong thời đại công nghệ 4.0, BIM một lần nữa khẳng định vị thế của mình cùng với sự hỗ trợ của công nghệ tiên tiến như trí tuệ nhân tạo hay big data giúp cho việc mô hình hóa trở nên dễ dàng và sát thực hơn bao giờ hết. Điểm đặc biệt ở mô hình BIM nằm ở chỗ đây là một nguồn dữ liệu mở, vì vậy chủ đầu tư, đơn vị thiết kế, đơn vị thi công, đơn vị quản lý khai thác... đều có thể truy cập, thực hiện thay đổi, điều chỉnh nên những thay đổi cần thiết được cập nhật kịp thời và công khai. Ở Việt Nam, BIM vẫn còn đang trong giai đoạn lựa chọn hạng mục thử nghiệm, xây dựng cơ chế chính sách, vì vậy cần có những nghiên cứu, xây dựng các quy định cụ thể tạo hành lang pháp lý trong quá trình triển khai, phối hợp, nghiệm thu thanh quyết toán công trình. Quá trình xây dựng mô hình BIM, quy định mức độ phát triển thông tin LOD (Level of Development) đóng góp một vai trò quan trọng trong việc xây dựng kế hoạch, xác định chi phí từng giai đoạn của dự án. Việc xây dựng bộ tham số LOD hợp lý là vấn đề hàng đầu cho việc triển khai áp dụng BIM. Bài báo tập trung làm rõ các mức LOD cho công trình và xây dựng bộ tham số tương ứng khi thiết kế kết cấu nhịp đúc hẫng, qua đó cung cấp những thông tin cụ thể và định hướng cho quá trình xây dựng quy trình thiết kế theo BIM.

TỪ KHÓA: Mô hình thông tin công trình, mức độ phát triển thông tin, kết cấu nhịp đúc hẫng, thực hiện theo mô hình thông tin công trình.

ABSTRACT: Building Information Modeling is one of the trends and good solutions used in construction investment thanks to its efficiency, risk reduction during construction and professional store data and build up information enrichment throughout lifecycle. In the 4.0 technology, BIM once again asserts its position with the support of advanced technologies such as artificial intelligence or big data, making modeling easier and more realistic than ever. The special feature of the BIM is that it is an open data sources, so investors, designers, constructions, and managements can access and change it easely, promptly and publicly. In Vietnam, BIM is still in the stage of developing policies to select items to apply BIM, so it is necessary to research and develop specific regulations to create a practical rule during the implementation, coordination, payment. The process of building a BIM, specifying the level of development of information plays an important role in planning, determining the cost of each step of the project. Building LOD is the top issue for BIM implementation. The article focuses on clarifying the LOD levels for the BIM and building the set of parameters when designing the cantilever span structure, thereby providing specific information and orientation for the process of making BIM

KEYWORDS: BIM, LOD, cantilever structure span, construction, BIM implementation.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mô hình thông tin công trình BIM (Building Information Modeling) là một bước tiến gần đến lối suy nghĩ tự nhiên của chúng ta. Ký ức của chúng ta được xây dựng thông qua các hình ảnh mà tâm trí chúng ta chụp ở dạng 3D kết hợp với những thông tin về ngày tháng, màu sắc, cảm giác, mùi vị, sở thích, thói quen... Nói tóm lại, suy nghĩ của chúng ta là một hình ảnh 3D có ngữ cảnh.

Những khái niệm ban đầu về BIM đã có từ năm 1975, Chuck Eastman đã đưa ra định nghĩa đầu tiên về BIM, khái niệm nguyên gốc ban đầu là "Hệ thống mô tả công trình/ Building description system", Mô hình thông tin cơ sở hạ tầng/Civil Information Model, Mô hình hóa thông tin công trình/Building Information Model [1]. Được chấp nhận ở nhiều nơi trên thế giới bởi các tổ chức khác nhau, khái niệm BIM được Uỷ ban Tiêu chuẩn BIM tại Mỹ (National BIM Standard) định nghĩa như sau: "BIM is a digital representation of physical and functional characteristics of a facility - Mô hình thông tin công trình là một đại diện kỹ thuật số về đặc tính vật lý và chức năng của công trình" [2]. BIM chia sẻ nguồn tri thức các thông tin của công trình như một công trình ảo, tạo một cơ sở tin cậy cho các quyết định trong suốt vòng đời từ ý tưởng ban đầu cho đến khi dỡ bỏ nó.

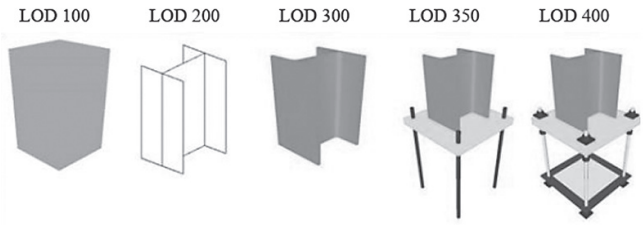
Xác định được xu hướng và tầm quan trọng của mô hình thông tin công trình, Việt Nam đã từng bước xây dựng cơ sở pháp lý cho việc áp dụng BIM như Luật Xây dựng số 50/2014/QH13 [3], hiệu lực từ ngày 01/01/2015. Nghị quyết số 36-NQ/TW ngày 01/7/2014 của Bộ Chính trị; Nghị quyết số 26/NQ-TW; Quyết định số 2500/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ ngày 22/12/2016 [4]; Nghị định số 32/2015/NĐ-CP ngày 25/3/2015 của Chính phủ; Thông tư số 06/2016/TT-BXD ngày 10/3/2016; Quyết định số 79/QĐ-BXD ngày 15/02/2017; Quyết định số 1506/QĐ-BXD ngày 11/10/2017; Quyết định số 1267/QĐ-BCĐBIM ngày 21/12/2017; Quyết định số 347/QĐ-BXD ngày 02/4/2021 [5]; Quyết định số 348/QĐ-BXD ngày 02/4/2021 [6] và gần đây nhất là Quyết định số 258/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ ngày 17/3/2023 [7] về việc Phê duyệt lộ trình áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng. Từ các văn bản pháp lý này, các đơn vị thiết kế cầu đã triển khai thí điểm áp dụng mô hình BIM như cầu Rào 2, cầu Hoàng Văn Thụ tại TP. Hải Phòng, cầu Thủ Thiêm 2..., từ đó đã có các nghiên cứu chỉ ra những khó khăn, thách thức, giải pháp trong quá trình triển khai và thúc đẩy áp dụng BIM [8, 9].

Tại Quyết định số 348/QĐ-BXD ngày 02/4/2021, khái niệm về BIM có thể hiểu là "việc sử dụng các tiến bộ của công nghệ thông tin để số hóa các thông tin của công trình thể hiện thông qua mô hình không gian ba chiều (3D) nhằm hỗ trợ quá trình thiết kế, thi công, quản lý vận hành công trình", BIM cho phép xây dựng công trình ảo trước rồi mới đến công trình trên thực tế. Bằng cách này, các đối tác tham gia dự án có thể xem xét và đánh giá hiệu quả của nó trước khi thực hiện. Giải quyết được các vấn đề liên quan ngay ở giai đoạn ban đầu của dự án, đạt được kết quả tiết kiệm đáng kể về mặt thời gian, chi phí cùng với các khả năng theo dõi kế hoạch, tiến trình thực hiện.

Cũng theo Quyết định này, mức độ phát triển thông tin (LOD - Level of Development) là một khái niệm được sử dụng trong quá trình mô hình, dùng để chỉ chất lượng, số lượng và mức độ chi tiết của thông tin trong mô hình BIM ở các giai đoạn khác nhau trong quá trình đầu tư xây dựng. Đặc tính kỹ thuật của mức độ phát triển là các minh họa và diễn giải chi tiết nhằm xác định các thuộc tính của các thành phần mô hình trong công trình ở các LOD khác nhau. Phương pháp hay nguyên tắc sẽ được sử dụng để xác định mức độ phát triển thông tin cho dự án/công trình và cần được nêu rõ trong yêu cầu về thông tin trao đổi (EIR - Exchange Information Requirements), kế hoạch thực hiện BIM sơ bộ (Pre-BEP - Pre Appointment BEP) và kế hoạch thực hiện BIM (BEP - BIM Execution Plan).

Công ty Phần mềm dự toán VICO là một công ty sản xuất phần mềm xây dựng. Họ nhận thấy có một vấn đề rằng: Làm cách nào để xác định được các thông tin được xuất ra từ BIM là đầy đủ và chính xác nhất? Với các phương pháp truyền thống, điều này được thực hiện và tính toán bởi con người. Dù đến cuối cùng, họ sẽ biết được mức độ chi tiết của thông tin đã đủ để áp dụng vào công tác tính toán chi phí hay chưa, nhưng nó lại đi ngược lại với các tiêu chí làm việc tự động của BIM, vì vậy họ áp dụng khái niệm được gọi là "Các mức độ chi tiết" như một thước đo để kiểm soát thông tin.

Tại Quyết định số 348/QĐ-BXD của Bộ Xây dựng cũng đưa ra khái niệm LOD và các mức phát triển thông tin từ LOD100 đến LOD400.



Hình 1.1: Minh họa các mức phát triển thông tin [6]

Ở đây chỉ đưa ra mức độ LOD chung, do đó cần xây dựng bộ tiêu chí hay các thông số cần thiết tương ứng với các giai đoạn đầu tư xây dựng công trình giao thông, đặc biệt là công trình cầu để làm cơ sở triển khai cũng như nghiệm thu mô hình theo từng giai đoạn.

2. MỨC ĐỘ PHÁT TRIỂN THÔNG TIN (LOD) TRONG CÁC GIAI ĐOẠN THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH CẦU THEO BIM

2.1. Mức độ phát triển thông tin 100 (LOD100)

Mô hình với LOD100 được thể hiện bằng đồ họa trong mô hình như một biểu tượng hoặc một hình khối chung *(Hình 2.1a)*, đại diện, đủ điều kiện đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật chung của công trình. Các thông tin liên quan đến phạm vi sử dụng đất, giải pháp thi công, chi phí dự tính cũng được đưa vào mô hình phục cho việc lập quy hoạch, lập ý tưởng thiết kế, xây dựng khái toán tổng mức đầu tư hoặc phân kỳ đầu tư dự án.

2.2. Mức độ phát triển thông tin 200 (LOD200)

Các thông tin hình học và phi hình học trong mô hình được thể hiện tương đối về số lượng, kích thước, hình dạng và vị trí như chiều dài cầu, phân chia nhịp và chiều dài nhịp, kích thước mặt cắt ngang, sơ bộ cốt thép chủ, kích thước mố, trụ cầu *(Hình 2.1b)*... Các thông tin này được được sử dụng trong giai đoạn thiết kế cơ sở và các thông tin trong các thành phần mô hình với LOD200 được xem xét là gần đúng về thông số kỹ thuật và chi phí xây dựng.

2.3. Mức độ phát triển thông tin 300 (LOD300)

Thông tin hình học và phi hình học được mô hình chính xác về số lượng, kích thước, hình dạng, vị trí và hướng. Các thông tin đã được tính toán và phân tích phù hợp với hệ thống tiêu chuẩn xây dựng áp dụng cho dự án, phù hợp với giai đoạn thiết kế kỹ thuật như: số lượng và bố trí cốt thép, kích thước chi tiết các mặt cắt ngang, cấu tạo và khối lượng chi tiết các bộ phận, chi tiết biện pháp và khối lượng thi công *(Hình 2.1c)*... cung cấp đủ thông tin để xuất khối lượng dự toán các hạng mục và toàn bộ công trình.

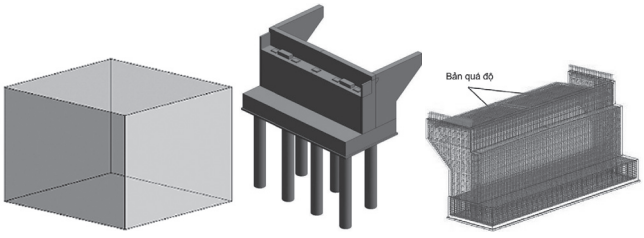
2.4. Mức độ phát triển thông tin 350 (LOD350)

Mô hình chính xác các thông tin hình học và phi hình học về số lượng, kích thước, hình dạng, vị trí, hướng và các chi tiết chờ liên kết với các bộ phận khác có thể đo được trực tiếp từ mô hình mà không cần tham chiếu các ghi chú, chỉ dẫn. LOD350 cho thấy các thông tin trong các thành phần mô hình phải chính xác và đầy đủ để phù hợp với giai đoạn triển khai bản vẽ thi công. Cung cấp đủ thông tin để

bóc tách khối lượng dự toán chính xác và xuất đầy đủ các tài liệu thi công xây dựng.

2.5. Mức độ phát triển thông tin 400 (LOD400)

Các thông tin hình học và phi hình học được thể hiện trong mô hình một cách chi tiết, các đối tượng và các bộ phận có số lượng, kích thước, hình dạng, vị trí, hướng với thông tin chi tiết chính xác để chế tạo và lắp đặt. Các thông tin này có thể đo trực tiếp từ mô hình mà không cần tham chiếu từ ghi chú, chỉ dẫn. Ở mức độ này, mô hình được hiểu là mô hình thi công, vì vậy phải sát thực với biện pháp thi công xây lắp. Thông qua mô hình xuất ra các tài liệu phục vụ cho gia công chế tạo và xác định khối lượng vật liệu, thiết bị cần thiết cho công trình với độ chính xác cao. Mô hình ở mức độ này thể hiện chi tiết đến biện pháp thi công và có thể cả các thông tin về phương tiện máy móc thi công.



a) b) c)

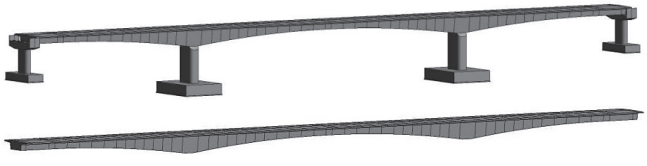
Hình 2.1: Minh họa các mức phát triển thông tin cho mố chữ U

3. VÍ DỤ XÂY DỰNG BỘ THAM SỐ THEO MỨC LOD TRONG KẾT CẤU NHỊP CẦU DẦM HỘP

3.1. Mức độ phát triển thông tin trong giai đoạn lập quy hoạch, giai đoạn thiết kế cơ sở - LOD100 - LOD200 [3]

Đối với giai đoạn lập quy hoạch: Mô hình thông tin công trình chỉ cần thể hiện ranh giới chiếm dụng mặt bằng (bề rộng phủ bì cầu + hành lang an toàn), chiều cao công trình (trên không - tĩnh không thông xe, chiều cao tháp cầu...), chiều sâu (chiếm dụng phần ngầm - chiều sâu cọc, móng). Giai đoạn này cơ bản mô hình giống như hình khối có kích thước 3 chiều dài-rộng-cao tương ứng với mức LOD100.

Đối với giai đoạn thiết kế cơ sở: Được phát triển từ mô hình trong giai đoạn lập quy hoạch với các thông tin bổ sung như như mô hình bề mặt địa hình, mô hình phân lớp địa chất, chỉ tiêu cơ lý của lớp đất, mô hình điều kiện thủy văn như các mực nước thiết kế. Mô hình kết cấu nhịp với các thông số như: chiều dài nhịp, dạng mặt cắt và các kích thước cơ bản mặt cắt ngang điển hình, sơ bộ cáp dự ứng lực.



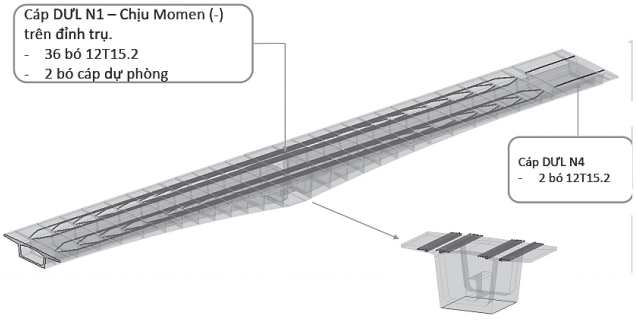
Hình 3.1: Mô hình BIM trong giai đoạn thiết kế cơ sở

3.2. Mức độ phát triển thông tin trong giai đoạn thiết kế kỹ thuật - LOD300 [3]

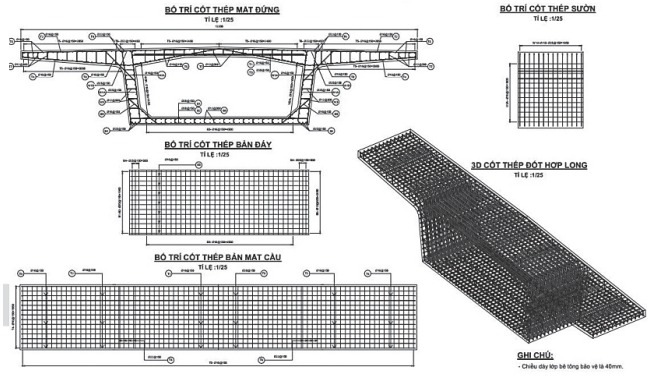
Các thông tin hình học và phi hình học được cung cấp đầy đủ và chính xác, kích thước các bộ phận và đặc tính kỹ thuật được thể hiện chi tiết, chúng được dùng làm cơ sở cho xây dựng hồ sơ lựa chọn nhà thầu cũng như hồ sơ phục vụ quá trình thi công. Mô hình phải chứa các thông tin hình học và thuộc tính của các cấu kiện công trình (lớp phủ mặt cầu, chi tiết kết cấu nhịp, chi tiết công trình phụ trợ, hệ thống thiết bị phụ trợ... và những kết cấu khác có liên quan đã được thống nhất trong thiết kế.

** Yêu cầu thông tin về kết cấu nhịp:*

- Thông tin về kích thước hình kết cấu nhịp: Kích thước chi tiết các bộ phận, bố trí cốt thép thường, cốt thép dự ứng lực.
- Thông tin về vật liệu: Các chỉ tiêu cơ lý của bê tông, cốt thép thường, cốt thép dự ứng lực...
- Thông tin thi công: Các bước thi công đúc hẫng, trình tự hợp long, khối lượng các kết cấu phụ trợ phục vụ thi công.
- Thông tin nhà sản xuất: Có thể bao gồm nhiều nhà sản xuất khác nhau.



Hình 3.2: Mô hình BIM trong giai đoạn thiết kế kỹ thuật - Bố trí cáp dự ứng lực



Hình 3.3: Mô hình BIM trong giai đoạn thiết kế kỹ thuật - Bố trí cốt thép thường đốt hợp long

3.3. Mức độ phát triển thông tin trong giai đoạn thiết kế bản vẽ thi công, giai đoạn thi công xây dựng LOD350-400

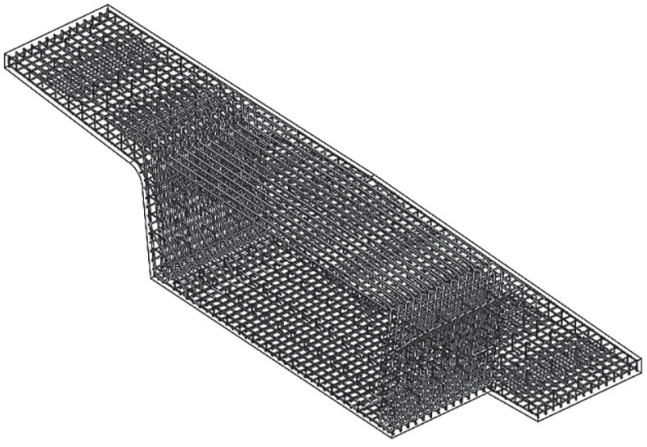
Giai đoạn thiết kế bản vẽ thi công có thể do nhà thầu nhưng cũng có thể do tư vấn thiết kế lập. Trong giai đoạn thiết kế bản vẽ thi công, các thông tin cần chi tiết hơn, cụ thể:

- Thông tin về kết cấu nhịp: Chi tiết các thanh cốt thép, loại thép, chi tiết các bước thi công, kết cấu phụ trợ phục vụ thi công.
- Thông tin về vật liệu: Bao gồm vật liệu cấu thành, có thể thêm các thông tin về chất liệu hoàn thiện, loại, kích cỡ, cường độ...
- Thông tin nhà sản xuất: Có thể bao gồm nhiều nhà sản xuất khác nhau hoặc chỉ gồm thông tin của một nhà sản xuất cụ thể.

- Chỉ dẫn kỹ thuật thi công chi tiết.

Mô hình hóa giai đoạn thi công xây dựng (nhà thầu thi công): Thiết kế tổ chức thi công sẽ do nhà thầu thi công trực tiếp cập nhật theo tiến trình thi công. Các thông tin trong mô hình cần thể hiện chi tiết như:

- Mã số đốt đúc, lịch trình thi công hàng ngày, kết quả kiểm tra nghiệm thu trong các giai đoạn thi công.
- Tiến trình thực hiện kết cấu phụ trợ thi công như: Lắp đặt đà giáo, xe đúc, thử tải, kết quả nghiệm thu thử tải, tháo dỡ đà giáo.
- Phê duyệt cấp phối của bê tông, cấp bê tông f'_c (MPa), ngày đổ bê tông, kết quả thí nghiệm độ sụt, cường độ bê tông; ngày nhập thép, số lô, ngày sản xuất, kết quả thí nghiệm đầu vào, ngày lắp đặt, các thông số khi nghiệm thu...
- Các biên bản xử lý kỹ thuật, nghiệm thu thanh toán...



BẢNG TỔNG HỢP KHỐI LƯỢNG VẬT LIỆU ĐỐT HỢP LONG

HẠNG MỤC	TÊN THANH	ĐƯỜNG KÍNH	HÌNH DẠNG	SỐ LƯỢNG THANH	KHỐI LƯỢNG ĐƠN VỊ (KG/M)	CHIỀU DÀI THANH (MM)	KHỐI LƯỢNG (KG)	GHI CHÚ
BẢN MẶT CẦU	T1	16	5220	14	1.580	5220	115.47	
	T2	16	6060	28	1.580	6207	274.598	
	T3	20	5400	14	2.47	5400	186.732	
	T4	16	3300	28	1.58	6247	276.367	
	T5	16	1920	150	1.58	1920	455.04	
	T6	22	1920	8	2.98	1920	45.773	
	T7	12	440	36	0.888	649	20.75	
	T8	16	1340	28	1.58	1941	85.87	

Hình 3.4: Từ mô hình BIM, xuất chi tiết thanh cốt thép phục vụ gia công

Theo các bước thực hiện dự án, ta thấy thông tin về công trình được cập nhật tăng dần, liên tục theo các giai đoạn thực hiện dự án. Khi công trình hoàn thành, bàn giao đưa vào sử dụng, đơn vị quản lý khai thác tiếp nhận công trình và mô hình BIM, dữ liệu tiếp tục cập nhật về lịch sử khai thác công trình, do đó thông tin về công trình được làm giàu đến khi phá bỏ.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Mỗi giai đoạn thiết kế sẽ yêu cầu mức độ phát triển thông tin (LOD) khác nhau, đơn vị thiết kế xây dựng kế hoạch thực hiện BIM phù hợp với từng giai đoạn. Cơ quan quản lý căn cứ vào yêu cầu thông tin trong mô hình để nghiệm thu khối lượng, xác định chi phí tương ứng trong từng giai đoạn thiết kế.

Bộ tham số trong quá trình thiết kế theo BIM cho kết cấu nhịp cầu đúc hẫng là cơ sở dữ liệu giúp các đơn vị triển khai BIM xây dựng quy trình thực hiện (work flow) cho toàn bộ công trình, từ đó sắp xếp nhân sự (BIM modeler) phù hợp với từng giai đoạn cũng như chủ động trong việc phối hợp với các bên, xác định rõ sản phẩm phải bàn giao trong các giai đoạn thực hiện dự án.

Việc triển khai BIM cần đồng bộ từ tất cả các bên liên quan đến dự án. Do đó, Chính phủ cần tiếp tục nghiên cứu xây dựng bộ định mức, yêu cầu cụ thể trong mô hình theo từng giai đoạn, nâng cao chi phí thiết kế, quản lý dự án, bổ sung chi phí xây dựng khi áp dụng BIM nhằm khuyến khích các đơn vị đầu tư đồng bộ nhân lực và thiết bị đáp ứng nhu cầu triển khai theo BIM.

Tài liệu tham khảo

[1]. Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks and Kathleen Liston (2008), *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*, John Wiley & Sons, Canada.

[2]. Stephen A. Jones (June 2013), *McGraw Hill Construction Board of Direction building SMART alliance: National BIM Standard - United States*, 2013/SOM3/SCSC/WKSP2/007 Session 3.

[3]. *Luật Xây dựng số 50/2014/QH13.*

[4]. *Quyết định số 2500/QĐ-TTg, ngày 22/12/2016 của Thủ tướng Chính phủ nước Cộng hòa XHCN Việt Nam.*

[5]. *Quyết định số 347/QĐ-BXD, ngày 02/4/2021 "Công bố Hướng dẫn chi tiết áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) đối với công trình dân dụng và công trình hạ tầng kỹ thuật đô thị".*

[6]. *Quyết định số 348/QĐ-BXD, ngày 02/4/2021 "Công bố Hướng dẫn chung áp dụng mô hình thông tin công trình (BIM)".*

[7]. *Quyết định số 258/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ ngày 17/3/2023 về việc "Phê duyệt lộ trình áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng".*

[8]. Nguyễn Đắc Đức, Quách Thanh Tùng (10/2021), *Ứng dụng mô hình thông tin công trình (BIM) trong xây dựng công trình cầu ở Việt Nam*, Tạp chí Khoa học GTVT, tập 72, số 8, 926-937: doi.org/10.47869/tcsj.72.8.6.

[9]. *FIBEV project report: BIM implementation in Thu Thiem 2 bridge project*, Dr. Rauno Heikkilä, University of Oulu, Finland, Hanoi, 2018.

Ngày nhận bài: 27/02/2023
Ngày chấp nhận đăng: 19/4/2023
Người phản biện: TS. Lê Bá Anh
TS. Nguyễn Thị Cẩm Nhung

Sử dụng bê tông cốt sợi thép trong xây dựng mặt đường có nhiều xe tải trọng nặng trên địa bàn tỉnh Hà Nam

■ **TS. TRẦN THỊ THU HÀ(*); ThS. NGUYỄN HUỆ CHI**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: (*)hattt_dbo@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Bê tông cốt sợi thép (BTCST) với đặc tính dẻo dai, ít khi phát sinh vết nứt, cường độ chịu kéo khi uốn, độ mài mòn và khả năng chống va đập cao là vật liệu làm mặt đường lý tưởng cho các tuyến đường chịu tải trọng nặng, lưu lượng xe lớn. Bài báo giới thiệu khả năng ứng dụng BTCST làm lớp mặt cho tuyến đường có nhiều xe tải nặng (tỉnh Hà Nam).

TỪ KHÓA: Bê tông cốt sợi thép, cường độ, cốt sợi thép, cốt sợi.

ABSTRACT: Steel fiber-reinforced concrete with the characteristics of toughness, less cracking, high flexural tensile strength and abrasion resistance is the ideal pavement material for highways with heavy loads and high traffic volumn. The article introduces the applicability of steel fiber - reinforced concrete (SFRC) for surface layer of the road with many heavy trucks (Ha Nam province).

KEYWORDS: Steel fiber concrete, strength, steel fiber, fiber.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mặt đường bê tông xi măng (BTXM) với nhiều ưu điểm nổi trội: cường độ cao, cường độ không thay đổi theo nhiệt độ; ổn định với nước; hao mòn ít; tuổi thọ cao; công tác duy tu ít, đơn giản..., là loại mặt đường đặc biệt phù hợp cho các đoạn tuyến chịu tải trọng nặng, lưu lượng xe lớn. Xây dựng mặt đường BTXM đang là xu hướng của các nước đang phát triển trên thế giới, trong đó có Việt Nam.

Tuy nhiên, trong thực tế khai thác tại Việt Nam, việc chưa đánh giá đúng sức chịu tải của mặt đường sau khi thi công, trong khi lượng xe tải, xe nặng và các xe vượt tải ngày càng tăng kết hợp với các yếu tố môi trường khắc nghiệt làm mặt đường nhanh chóng bị xuống cấp gây mất ATGT. Chi phí sửa chữa trong quá trình khai thác vì thế cũng tăng lên rõ rệt.

Một trong những giải pháp gia tăng độ bền của mặt đường BTXM là đưa cốt thép phân tán ở dạng sợi vào hỗn hợp bê tông. Hiệu quả của việc sử dụng BTCTST so với bê tông truyền thống được xác định bởi các tiêu chí như: cường độ chịu kéo khi uốn cao (lên đến 3 - 6 lần), tăng khả năng chống va đập, tăng khả năng chống thấm nước và chống mài mòn, ít khi phát sinh vết nứt trong quá trình khai thác. Việc sử dụng bê tông sợi thép có thể làm tăng đáng kể kỳ đại tu, độ tin cậy vận hành, giảm chi phí khi sửa chữa, bảo dưỡng kết cấu mặt đường.

2. THỰC TRẠNG MỘT SỐ TUYẾN ĐƯỜNG TỈNH ĐẶC THÙ CỦA TỈNH HÀ NAM

Tuyến Đường tỉnh 495C có chiều dài khoảng 10 km. Trên tuyến có 5,74 km là mặt đường bằng BTXM và 4,26 m là mặt đường BTN, bề rộng nền đường 12 m, bề rộng mặt đường 11 m. Kết cấu mặt đường bằng BTXM mác 300 dày 30 cm. Hàng ngày trên tuyến đường có hàng nghìn lượt phương tiện qua lại, chủ yếu là xe ô tô chở vật liệu xây dựng từ 6 nhà máy xi măng và 43 công ty khai thác, sản xuất, chế biến đá vận chuyển ra các cảng Kiện Khê, cảng xi măng Visai 3, bến Kiện Khê... ven sông Đáy và đi về các địa phương. Hiện nay, móng, mặt đường BTXM trên tuyến bị hư hỏng nặng nề, hầu hết các tấm bê tông bị gãy và phân chia thành 4 - 5 miếng nhỏ, hiện tượng phùi bùn, cập kênh tấm... xảy ra trên toàn tuyến.

Hình 2.1: Hiện tượng hư hỏng đặc trưng trên tuyến đường 495C

Đường tỉnh 494 có chiều dài khoảng 4 km, kéo dài từ QL.1A xuống cầu Kiện Khê, kết cấu mặt đường BTN. Thị trấn Kiện Khê hiện có 3 nhà máy xi măng là Bút Sơn, Hòa Phát, Kiện Khê và 25 mỏ khai thác đá chính thức, hàng chục mỏ khai thác tự phát. Đây là tuyến đường chính dẫn vào các mỏ đá, các mỏ khoáng sản, các nhà máy xi măng, vật liệu xây dựng. Do đó, hàng ngày trên tuyến có hàng nghìn lượt xe

tải hạng nặng, xe container siêu trọng lưu thông, có những xe chở quá tải trên 150% khiến nền mặt Đường tỉnh 494 bị xuống cấp nghiêm trọng [4, 5].

Tuyến QL.21 - Đường tỉnh 494 (đoạn từ Nhà máy Xi măng Bút Sơn đến cảng Bút Sơn) rất nhiều xe trọng tải cỡ lớn có dấu hiệu cơi nới thành thùng, không che phủ hoạt động liên tục trên tuyến đường. Những xe này chủ yếu chở đá, bột đá, clinker từ các điểm khai thác đá Hồng Sơn, Nhà máy Xi măng Bút Sơn, Long Thành rồi men theo dân sinh Hồng Sơn chạy ra QL.21, Đường tỉnh 494 để chở đến cảng Bút Sơn và các nơi khác tiêu thụ. Do xe tải động liên tục nên nhiều đoạn đường trên QL.21, Đường tỉnh 494 bị hư hỏng, vỡ nát [5, 6].

Hình 2.2: Hiện tượng hư hỏng đặc trưng trên tuyến Đường tỉnh 494 đi QL.21 [5,6,7]

Đường tỉnh 494C đi vào khu vực mỏ đá thị trấn Kiện Khê, đường đi vào khu Nhà máy Xi măng Xuân Thành (huyện Thanh Liêm). Đây cũng là một trong những tuyến đường có nhiều xe tải trọng nặng lưu thông [6].

Với những tuyến đường có đặc thù "vận tải" như trên cần phải có những yêu cầu đặc biệt, như: kết cấu mặt đường có khả năng chịu lực tốt, sức kháng va đập và khả năng chịu mài mòn cao, đáp ứng cường độ vận chuyển cao và xe tải trọng trục lớn. Các chỉ tiêu này liên quan rất mật thiết đến cường độ chịu kéo uốn của BTXM, do đó BTXM sử dụng cốt sợi thép phân tán hoàn toàn có thể đáp ứng với yêu cầu này.

3. NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CỐT SỢI THÉP ĐẾN CƯỜNG ĐỘ CỦA BTXM

Các thí nghiệm xác định ảnh hưởng của cốt sợi thép đến đặc tính cường độ của BTXM được tiến hành trên nền của BTXM mác 350, giữ nguyên hàm lượng XM, hàm lượng cốt liệu, tỷ lệ N/X; giữ nguyên hàm lượng cốt liệu nhỏ.

Các thông số vật liệu đầu vào sử dụng:

- Cát vàng có mô-đun độ lớn Mk = 2,56, các tính chất khác đạt Tiêu chuẩn TCVN 7570:2006 của cốt liệu dùng cho bê tông và vữa xây dựng.

- Đá vôi Kiện Khê, cường độ R = 1.000 kG/cm^2, kích cỡ hạt lớn nhất dmax = 20 mm, khối lượng riêng 2.788 g/cm^3. Các tính chất của đá đạt yêu cầu TCVN 7570:2006.

- Xi măng PC40 của Nhà máy Xi măng Bút Sơn có tỷ diện bề mặt riêng là 3.200 cm^2/g, cường độ nén ở tuổi 28 ngày R_n^{28} = 46,7 MPa.

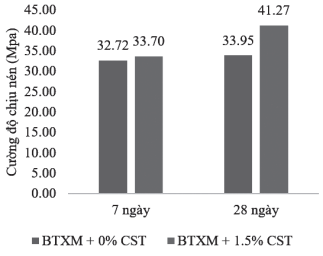
- Cát vàng có mô-đun độ lớn Mk = 2,56, các tính chất khác đạt Tiêu chuẩn TCVN 7570:2006 của cốt liệu dùng cho bê tông và vữa xây dựng.

- Cốt sợi thép Dramix 3D, chiều dài: 35 mm; đường kính: 0,55 mm; đặc trưng hình học (L/D): 65; cường độ: 1.200 Mpa. Tỷ lệ cốt sợi thép đưa vào là 1,5% theo thể tích.

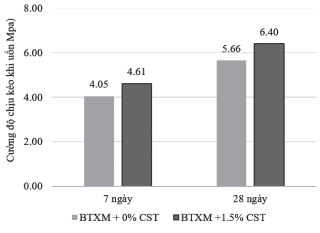
- Phụ gia siêu dẻo giảm nước.

- Thành phần bê tông nghiên cứu: Xi măng 388 kg; đá - 1.109 kg; cát 837 kg; cốt sợi thép - 37,5 kg; tỷ lệ N/CKD = 0,42.

Kết quả thí nghiệm xác định độ ảnh hưởng của cốt sợi thép đến cường độ kéo khi uốn và cường độ nén của BTXM ở độ tuổi 7 ngày và 28 ngày. Kết quả như sau:



Hình 3.1: Ảnh hưởng cốt sợi thép đến cường độ chịu nén của bê tông



Hình 3.2: Ảnh hưởng của cốt sợi thép đến cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông

Kết quả thí nghiệm cho thấy, khi đưa cốt sợi thép vào trong bê tông M350 với tỷ lệ 1,5% theo thể tích của bê tông, cường độ chịu kéo khi uốn của BTCS ở các ở độ tuổi 7 ngày và 28 ngày tăng hơn 13% so với mẫu đối chứng. Cường độ chịu nén ở độ tuổi 7 ngày tăng không đáng kể so với mẫu đối chứng, tuy nhiên ở độ tuổi 28 ngày, cường độ chịu nén tăng khoảng 22%. Sự gia tăng cường độ của BTCS có thể được giải thích như sau:

- Các sợi thép Dramix 3D được với nhau bằng keo tan trong nước. Trong quá trình trộn, keo hòa tan trong nước trộn và vỡ thành các sợi riêng lẻ, giúp sợi phân tán đều khi trộn, tránh hiện tượng vón cục sợi. Các sợi thép được phân tán ngẫu nhiên và tương đối đồng đều trong bê tông và tạo thành một mạng lưới bên trong toàn bộ cấu kiện bê tông làm tăng độ dẻo của nó so với BTXM thông thường, do đó chúng có thể trực tiếp làm chậm quá trình phát triển vết nứt.

- Ngoài ra, do đặc điểm cấu tạo của sợi thép Dramix 3D có cường độ cao và có hai đầu neo nên có khả năng neo móc hoàn toàn hoặc giãn dài có kiểm soát trong bê tông, nhằm ổn định và tăng tính liên kết ở mọi điểm bên trong cốt liệu bê tông. Khi vết nứt bắt đầu xuất hiện, các đầu móc sẽ neo giữ lại ở hai bên. Khi ứng suất tăng dần, đầu móc sẽ giãn ra và ma sát với lỗ rỗng bê tông mà nó vừa chiếm chỗ

tạo ra lực kháng lại độ mở của vết nứt. Sợi thép bắc cầu qua vết nứt tại các khe nứt rất nhỏ, làm tăng cường độ của bê tông cốt sợi qua vật liệu nền bằng cách truyền ứng suất và tải trọng qua vết nứt đến sợi, đồng thời làm tăng độ dẻo dai của bê tông cốt sợi thông qua việc hấp thụ năng lượng sinh ra trong quá trình mất liên kết và kéo tuột của sợi.

- Cường độ chịu nén của BTCST không tăng nhiều so với bê tông thông thường. Hiệu ứng của cốt sợi thép đối với vết nứt đặt cơ sở chủ yếu về việc ngăn ngừa quá trình mở rộng vết nứt hơn là làm tăng khả năng chịu ứng suất nén.

- Gia cố trong toàn bộ phần bê tông bằng cách thêm hàng triệu sợi thép phân tán vào hỗn hợp bê tông giúp bê tông đạt được cốt thép ba chiều, nhờ đó BTCST trở nên dẻo hơn và có khả năng chịu lực tốt hơn bê tông thông thường.

Từ sự phân tích trên cho thấy tiềm năng ứng dụng BTCST vào trong xây dựng đường ô tô, đặc biệt là những tuyến đường có nhiều xe tải trọng nặng.

4. ĐỀ XUẤT KẾT CẤU MẶT ĐƯỜNG CHO MỘT SỐ TUYẾN ĐƯỜNG TỈNH ĐẶC THÙ CỦA TỈNH HÀ NAM

Để đánh giá khả năng ứng dụng BTCST trong xây dựng đường ô tô được xác định bởi hiệu quả kinh tế kỹ thuật và các ưu điểm nổi trội của nó so với BTXM thông thường.

Phương án 1 - Sử dụng BTXM truyền thống M350, như một thành phần kiểm soát.

Phương án 2 - Sử dụng BTXM cùng thành phần, được bổ sung thêm cốt sợi thép với tỷ lệ 1,5% theo khối lượng thể tích.

Trình tự tính toán thiết kế kết cấu áo đường tuân thủ theo TCCS 39:2022/TCĐBVN: Thiết kế mặt đường BTXM thông thường có khe nối trong xây dựng công trình.

Các số sử dụng trong quá trình tính toán: Đường cấp 3; loại mặt đường BTXM; lưu lượng xe (số liệu đếm xe tháng 4/2022 - *Bảng 4.1*); độ tin cậy thiết kế: 85%; khí hậu khu vực miền Bắc; tải trọng tiêu chuẩn (Ps): 100 KN; trục xe nặng nhất (P_{max}): 180 KN.

Bảng 4.1. Bảng tổng hợp kết quả đếm xe tháng 4/2022

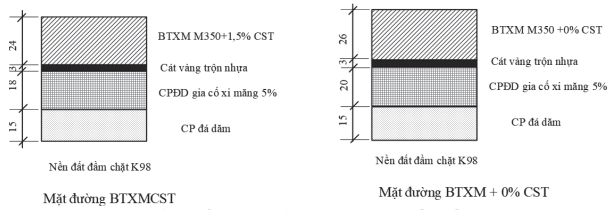
STT	Tên đường	Tên trạm (Lý trình)	Xe con	Xe tải nhẹ	Xe tải hạng trung (2 trục - 6 bánh)	Xe tải hạng nặng (3 trục)	Xe tải hạng nặng (trên 4 trục)	Xe khách nhỏ	Xe khách lớn	Máy kéo/ công nông	Xe máy/ xe lam	Tổng cộng
1	ĐT.495C	Km9+00	90	71	100	344	675	5	2	10	457	1285

Nguồn: Sở GTVT tỉnh Hà Nam

Trên cơ sở nghiên cứu đặc điểm của tuyến đường và các đặc tính của BTXM cốt sợi thép, bài báo đề xuất một số kết cấu điển hình có thể áp dụng cho các tuyến đường đặc thù của tỉnh Hà Nam *(Hình 4.1)*.

Kết quả tính toán cho thấy, với việc sử dụng BTXM M350 + 1,5% cốt sợi thép theo thể tích, tổng chiều dày kết cấu mặt đường giảm 4 cm so với kết cấu mặt đường BTXM M350 truyền thống dẫn đến giảm khối lượng bê tông cần sử dụng.

Ngoài ra, khi đề xuất kết cấu mặt đường cho những tuyến có nhiều xe tải trọng nặng cần xét đến điều kiện vận hành khắc nghiệt của mặt đường, khi kết cấu chịu tác động xen kẽ của nhiệt độ cao và thấp, va đập mạnh và tải trọng động. Trong những điều kiện như vậy, BTCST - với tư cách là vật liệu có đặc tính cường độ cao, khả năng kiểm soát vết nứt tốt, cường độ chống va đập lớn, tính kháng mài mòn cao... là vật liệu thay thế cho bê tông thông thường.



Hình 4.1: Đề xuất một số phương án kết cấu mặt đường

5. KẾT LUẬN

Tuyến Đường tỉnh 495C, 494C, 491 là những tuyến đường quan trọng của tỉnh Hà Nam, đóng vai trò như những tuyến đường chuyên dụng vận chuyển xi măng và đá từ các mỏ đá, nhà máy xi măng về các cảng ven sông Đáy và đi các tỉnh khác. Do đó, cần phải đảm bảo yếu tố về khả năng chịu lực và độ bền khai thác cho tuyến đường này. BTCST với những tính năng vượt trội, cường độ kéo uốn cao, khả năng chống mài mòn, chống va đập tốt... hoàn toàn đáp ứng được yêu cầu đó.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học GTVT trong Đề tài mã số T2022-CT-021.

Tài liệu tham khảo

[1]. PGS. TS. Nguyễn Viết Trung, TS. Nguyễn Ngọc Long, ThS. Phạm Duy Anh (2020), *Bê tông cốt sợi thép*, NXB. Xây dựng.

[2]. *TCCS 39:2022/TCĐBVN: Thiết kế mặt đường BTXM thông thường có khe nối trong xây dựng công trình giao thông.*

[3]. Левкович Т.И., Мевлидинов З.А., Федин Н.А. (2019), *Применение фибробетонной меси при строительстве оснований и покрытий автомобильных дорог // Интернет-журнал "Транспортные сооружения"*, №3.

[4]. Талантова К.В. (2020), *Сталефибробетон, Конструкции, Терминология // Вестник Евразийской науки*, №4.

[5]. *https://tapchigiaothong.vn/ha-nam-giam-doc-cong-an-chi-dao-xu-ly-xe-qua-tai-ha-nhiet-18393664.htm.*

[6]. *https://tiin.vn/chuyen-muc/24/ha-nam-nguoi-dan-hong-son-kho-so-vi-song-trong-canh-bui-bam-xe-tai-hoanh-hanh.html.*

[7]. *https://tapchigiaothong.vn/bat-thuong-kiem-soat-xe-qua-tai-tai-ha-nam-cam-ket-mot-dang-lam-mot-neo-18393487.htm.*

Ngày nhận bài: 25/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 25/4/2023
Người phản biện: TS. Lê Xuân Quý
TS. Nguyễn Đức Thị Thu Định

Nghiên cứu ứng dụng mạng nơ-ron nhân tạo trong lập mô hình chuyển dịch theo phương đứng cầu

■ **ThS. NGUYỄN THÙY LINH**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: linhnt@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Bài báo đã thành lập mô hình chuyển dịch theo phương đứng Z của điểm giữa nhịp chính cầu dây văng bằng phương pháp mạng nơ-ron nhân tạo (ANN) theo một quy trình có 3 bước là chuẩn bị số liệu, thành lập mô hình và đánh giá độ chính xác mô hình. Bước thứ nhất chuẩn bị số liệu quan trắc kết cấu cầu trong một thời gian dài gồm có thu thập, xác định mối quan hệ tương quan giữa chuyển dịch theo phương Z là kết quả đầu ra với các biến là gió, nhiệt độ, ứng suất, chuyển dịch đỉnh tháp là dữ liệu đầu vào của quá trình huấn luyện mạng. Bước thứ hai tiến hành lập mô hình chuyển dịch bằng ANN. Bước thứ 3 đánh giá độ chính xác mô hình đã lập. Độ chính xác của mô hình chuyển dịch được đánh giá bằng cách so sánh kết quả mô hình chuyển dịch cầu bằng ANN với kết quả đo GNSS thực, xác định sai số trung phương RMSE, hệ số hồi quy R2. Qua đó thấy rằng, mô hình chuyển dịch theo phương đứng của điểm giữa nhịp chính được xây dựng bằng ANN đạt được độ chính xác, độ tin cậy cao với sai số RMSE -3 mm và hệ số R2 bằng 0,997.

TỪ KHÓA: Chuyển dịch, mạng nơ-ron nhân tạo, cầu dây văng, GNSS.

ABSTRACT: The article has established the Z-vertical displacement model of the midpoint of the main span of the cable-stayed bridge by Artificial neural network (ANN) method according to a 3-step process of data preparation, model establishment, and evaluate model accuracy. The first step is to prepare bridge structure monitoring data for a long time, including collecting and determining the correlation relationship between the displacement in the Z direction as the output and the variables as wind, temperature, rate, and the displacement top tower bridge as the input data of the network training process. The second step is to model the displacement using ANN. The third step evaluates the accuracy of the established model. The accuracy of the displacement model is evaluated by comparing the results of the ANN bridge displacement model with the real GNSS measurement results, determining the Root Mean Square Error (RMSE), and the Coefficient of Determination (R2). Thereby, it is found that the vertical displacement model of the main span midpoint built by ANN has high accuracy and reliability with RMSE as -3mm and R2 as 0.997.

KEYWORDS: Displacement, artificial neural network, cable-stayed bridge, GNSS.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc thành lập mô hình chuyển dịch cầu được thực hiện nhằm cung cấp thông tin chi tiết về chuyển dịch công trình, từ đó cảnh báo trạng thái không bình thường giúp các nhà quản lý đưa ra được những quyết định đúng đắn. Mô hình chuyển dịch cầu dây văng được lập thông qua các hàm toán học là một bài toán phức tạp, đồng thời các hàm xác định này không thể mô tả được hết hành vi của công trình dưới ảnh hưởng của các yếu tố phi tuyến tính như gió, nhiệt độ, hoạt tải của các phương tiện giao thông. Chính vì vậy, phương pháp ANN được sử dụng trong bài báo để xây dựng mô hình chuyển dịch cầu dây văng dựa trên các yếu tố tải trọng động. Trên thế giới, bài báo [2] đã ứng dụng ANN để mô phỏng và dự báo về sự thay đổi của tần số dao động do nhiệt độ không khí gây ra. Nghiên cứu ứng dụng ANN trong mô phỏng mô hình chuyển dịch cầu theo phương dọc, phương ngang của điểm đỉnh tháp cầu dây văng Thiên Tân (Trung Quốc) dựa trên các số liệu đo bằng GNSS - RTK [1]. Bài báo [3] đã nghiên cứu ứng dụng ANN để xây dựng mô hình chuyển dịch theo phương đứng trên một cây cầu mô phỏng dựa trên các giả thiết về sự tác động của hoạt tải xe cộ. Tuy nhiên, nghiên cứu này không tính toán trên cầu thực tế và cũng chưa xét đến sự ảnh hưởng của gió, nhiệt độ, chuyển dịch của điểm đỉnh tháp đến chuyển dịch điểm giữa nhịp chính cầu. Tại Việt Nam, bài báo [5] đã nghiên cứu ứng dụng ANN trong dự báo chuyển dịch theo phương đứng điểm giữa nhịp chính cầu dây văng dưới tác động của nhiệt độ và vận tốc gió. Tuy nhiên, bài báo chưa xét đến yếu tố ứng suất, chuyển dịch điểm đỉnh tháp. Qua các nghiên cứu trên thấy rằng ANN đã được sử dụng để xây dựng mô hình tần số dao động dựa vào các yếu tố hoạt tải trên cầu và một số ít các công trình khoa học khác thì có áp dụng ANN trong xây dựng mô hình chuyển dịch của cầu dây văng, tuy nhiên các nghiên cứu này lại chưa xét đến sự ảnh hưởng của gió, nhiệt độ, tải trọng giao thông trên cầu, chuyển dịch của điểm đỉnh tháp cầu.

2. NỘI DUNG

2.1. Mạng nơ-ron nhân tạo

Mạng nơ-ron nhân tạo là mô hình toán học đơn giản của bộ não con người. Bài báo sử dụng ANN truyền thẳng nhiều lớp để xây dựng mô hình. Mạng sẽ được "huấn luyện" để có thể "học" từ một tập hợp thông tin của biến đầu vào được cho trước. Từ đó, mạng sẽ đưa ra kết quả biến đầu ra dựa trên những gì đã được học. Mạng nơ-ron truyền thẳng nhiều lớp được sắp xếp gồm lớp đầu vào, các lớp ẩn và lớp đầu ra. Lớp đầu vào sẽ là nơi nhận các tín hiệu đầu vào, có thể là một hằng số, dữ liệu hoặc là đầu ra của một mạng nơ-ron khác. Các giá trị này sẽ tác động đến các nơ-ron lớp ẩn thông qua bộ trọng số w_{ij}. Tại lớp ẩn, tín hiệu của lớp vào sẽ được xử lý bằng một hàm kích hoạt, thường là hàm Sig-moid hoặc hàm Tan-hyperbolic, sau đó tín hiệu sẽ được truyền qua lớp ra thông qua bộ trọng số w_{jk}. Các lớp ẩn liên kết giữa lớp đầu vào và lớp đầu ra, làm cho mạng có khả năng mô phỏng mối tương quan phi tuyến tốt hơn. Quá trình "học" được tiến hành bằng các thuật toán huấn luyện

mạng, phổ biến là thuật toán lan truyền ngược. Ý tưởng cơ bản của thuật toán lan truyền ngược là khi w thay đổi thì E(w) sẽ thay đổi và ứng một hàm E(w) sẽ có một tập giá trị của các trọng số w mà làm cho hàm E(w) đạt giá trị cực tiểu. Để ước lượng các trọng số w bằng thuật toán lan truyền ngược, đầu tiên gán cho mạng một bộ trọng số w ban đầu, từ bộ trọng số này tính toán được giá trị hàm E(w), sau đó sẽ điều chỉnh trọng số w sao cho bộ trọng số mới làm cho hàm E(w) bé hơn.

2.2. Nghiên cứu ứng dụng ANN trong thành lập mô hình chuyển dịch theo phương đứng cầu dây văng

Quá trình xây dựng mô hình chuyển dịch cầu dây văng theo phương đứng bằng ANN truyền thẳng lan truyền ngược sẽ trải qua 3 bước chính sau:

2.2.1. Chuẩn bị dữ liệu

Dữ liệu chiếm một vai trò rất quan trọng trong quá trình huấn luyện ANN vì nó quyết định đến độ chính xác, độ tin cậy của mô hình được thành lập. Chuẩn bị dữ liệu gồm có thu thập số liệu đầu vào, xác định mối quan hệ tương quan để lựa chọn các biến làm yếu tố đầu vào cho quá trình xây dựng mô hình.

** Thu thập dữ liệu:*

Do cầu dây văng có chiều dài nhịp lớn, kích thước dầm mảnh, chiều cao cột tháp cao, độ cứng dầm nhỏ so với chiều dài nhịp nên kết cấu cầu là một hệ thống mềm dẻo, linh hoạt, độ cứng, độ ổn định kém hơn so với các loại cầu khác. Chính vì vậy, tại điểm giữa nhịp chính cầu đã có sự chuyển dịch lớn của phương X, Y, Z mà chủ yếu là phương Z do ảnh hưởng của tải trọng động. Hệ thống quan trắc kết cấu cầu được lắp đặt để theo dõi liên tục chuyển dịch, biến dạng của các kết cấu. Dữ liệu được thu thập thông qua hệ thống cảm biến gồm các cảm biến quan trắc tham số môi trường như gió, nhiệt độ, mưa; cảm biến theo dõi tình trạng giao thông trên cầu như camera, hệ thống cân đếm tự động; cảm biến quan trắc phản ứng kết cấu có cảm biến đo dao động dầm chủ, cột tháp, hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu (GNSS) để đo chuyển vị tổng quát của cầu theo 3 phương; cảm biến đo biến dạng gồm ứng suất, lực căng dây cáp, độ nghiêng đỉnh tháp. Các loại cảm biến này được đo cùng một thời điểm, đo liên tục rồi lấy giá trị trung bình theo 1 phút, 10 phút...

** Xác định mối quan hệ tương quan giữa chuyển dịch cầu với các yếu tố khác:*

Tiến hành phân tích dữ liệu bằng cách xác định mối quan hệ tương quan giữa chuyển dịch theo phương đứng của điểm giữa nhịp chính với vận tốc gió, nhiệt độ, ứng suất, chuyển dịch của điểm đỉnh tháp. Đó là cơ sở để lựa chọn các biến đầu vào cho quá trình huấn luyện mạng truyền thẳng nhiều lớp. Công thức tính hệ số tương quan được xác định như sau:

$$r = \frac{Cov(x,y)}{s_x s_y} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2 \sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2}} \quad (1)$$

Trong đó:

- i r - Hệ số tương quan; s_x, s_y - Lần lượt là các phương sai của x, y; x, y - Hai biến cần xét mối tương quan; $\bar{x}$, $\bar{y}$ - Giá trị trung bình của x, y; Cov(x,y) - Ma trận hiệp phương sai của x và y; n - Số lượng mẫu.

Nếu giá trị của r dương thì hai biến x và y là tương quan đồng biến; ngược lại nếu giá trị của r âm, x và y là tương quan nghịch biến. Nếu r = 1 hay r = -1 thì mối quan hệ của x và y rất chặt chẽ. Nếu r = 0 hai biến x và y sẽ không có quan hệ với nhau.

2.2.2. Thành lập mô hình chuyển dịch theo phương đứng cầu dây văng

Mô hình chuyển dịch cầu dây văng được xây dựng bằng ANN dựa vào dữ liệu đầu vào, các phương pháp, thuật toán được lựa chọn phù hợp với bài toán đặt ra, các tham số tối ưu nhất được điều chỉnh trong quá trình huấn luyện ANN. Sau khi thiết kế mạng tiến hành huấn luyện mạng. Thực chất quá trình huấn luyện mạng chính là quá trình điều chỉnh trọng số liên kết. Kết quả quá trình huấn luyện mạng sẽ hiển thị sai số (MSE) và hệ số hồi quy (R^2). Kết quả huấn luyện tốt nhất khi sai số MSE bằng 0 và hệ số hồi quy bằng 1.

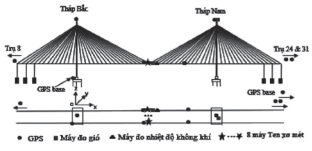
2.2.3. Đánh giá độ chính xác mô hình chuyển dịch cầu

Nhằm đảm bảo chất lượng của mô hình chuyển dịch cầu đã thành lập tiến hành đánh giá độ chính xác, độ tin cậy của mô hình. Dựa vào các chỉ số MSE, RMSE, R^2 đã được tính toán để từ đó xác định được mô hình phù hợp nhất, tốt nhất.

2.3. Tính toán thực nghiệm

2.3.1. Chuẩn bị dữ liệu

Để xây dựng mô hình chuyển dịch theo phương đứng Z của điểm giữa nhịp chính cầu bằng ANN tiến hành thu thập số liệu quan trắc kết cấu cầu dây văng Cần Thơ. Đây là cầu dây văng hai mặt phẳng dây, có chiều rộng 26 m, chiều dài cầu chính 2.750 m, chiều cao tháp tính từ mặt cầu là 134,7 m, nhịp chính dài 550 m. Hệ thống GNSS hiện nay hay GPS trước đây của cầu gồm có 2 trạm base và 9 máy rover được gắn chủ yếu ở phần cầu chính, được quan trắc liên tục với kỹ thuật đo RTK. Các máy đo chuyển dịch GNSS, gió, nhiệt độ, ứng suất được đo cùng thời điểm, tần suất lấy mẫu của các thiết bị này là 1 Hz và sau đó lấy giá trị trung bình theo thời gian 10 phút/lần. Với thời gian đo dài trong 1 tuần được 1.008 số liệu mỗi loại. Sơ đồ vị trí các thiết bị trên cầu được thể hiện ở *Hình 2.1*.



Hình 2.1: Sơ đồ vị trí máy đo gió, nhiệt độ không khí, anten GNSS, ứng suất

Mối quan hệ tương quan giữa chuyển dịch theo phương đứng với các yếu tố nhiệt độ, vận tốc gió, ứng suất, chuyển dịch 3 phương của điểm đỉnh tháp Bắc, tháp Nam được xác định. Trong phần tính toán thực nghiệm này, những biến có hệ số tương quan lớn hơn ±0,5 sẽ được chọn làm dữ liệu đầu vào của quá trình huấn luyện mạng. Các nghiên cứu [4, 7] đã xác định ảnh hưởng của nhiệt độ, vận tốc gió, chuyển dịch đỉnh tháp Nam, đỉnh tháp Bắc đến chuyển dịch điểm giữa nhịp chính cầu. Tổng hợp các nghiên cứu trên có *Bảng 2.1*:

Bảng 2.1. Mối quan hệ tương quan giữa nhiệt độ, gió, chuyển dịch đỉnh tháp và chuyển dịch theo phương đứng điểm giữa nhịp chính

Phương Z điểm giữa nhịp chính	Hệ số tương quan							
	Nhiệt độ	Vận tốc gió	Tháp Bắc			Tháp Nam		
			X	Y	Z	X	Y	Z
	-0,93	-0,05	-0,67	0,29	-0,05	0,77	0,36	-0,31

Bảng 2.1 cho thấy tại điểm giữa nhịp, phương Z dịch chuyển chủ yếu là do nhiệt độ gây nên, ngoài ra còn do chuyển dịch của phương X đỉnh tháp Bắc, tháp Nam. Đây sẽ là các dữ liệu đầu vào cho quá trình huấn luyện mạng. Tiếp

theo ảnh hưởng của ứng suất đến chuyển dịch theo phương Z được tính theo công thức 1, kết quả tính thể hiện ở *Bảng 2.2*.

Bảng 2.2. Mối quan hệ tương quan giữa chuyển dịch và ứng suất điểm giữa nhịp chính

Phương Z điểm giữa nhịp chính	Hệ số tương quan							
	Ứng suất							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	-0,14	-0,20	-0,17	-0,33	-0,93	-0,71	-0,60	-0,88

Từ *Bảng 2.2* thấy rằng chuyển dịch theo phương Z do ứng suất 5, 6, 7, 8 tạo nên.

Vậy sau khi thu thập dữ liệu quan trắc, phân tích tương quan, có thể lựa chọn được các dữ liệu đầu vào để tham gia quá trình luyện mạng: Tại điểm giữa nhịp chính, để lập mô hình chuyển dịch theo phương Z thì số liệu nhiệt độ không khí, ứng suất 5, 6, 7, 8, chuyển dịch theo phương X đỉnh tháp Bắc, tháp Nam sẽ được sử dụng.

2.3.2. Xây dựng mô hình chuyển dịch điểm giữa nhịp chính cầu dây văng

** Thiết kế mạng nơ-ron nhân tạo:*

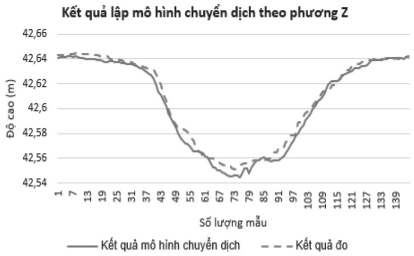
Với các dữ liệu đầu vào và thuật toán lan truyền ngược trong ANN truyền thẳng nhiều lớp, tiến hành xây dựng thành lập mô hình chuyển dịch của điểm giữa nhịp chính. Hàm huấn luyện được sử dụng là hàm phi tuyến sig-moid, học có giám sát và giải thuật huấn luyện là lan truyền ngược. Các số liệu đo nhiệt độ, ứng suất, chuyển dịch của đỉnh tháp Bắc, tháp Nam là dữ liệu đầu vào. Lớp ra có một nơ-ron là giá trị chuyển dịch theo phương đứng của điểm giữa nhịp chính cầu dây văng. Số lớp ẩn bằng 1, số nơ-ron trong lớp ẩn là 4. Bộ số liệu thu thập được từ các thiết bị đo trên cầu được chia thành hai bộ con chính. Bộ 1 là bộ dữ liệu huấn luyện mạng có 864 mẫu đầu vào tương đương với 6 ngày và 864 giá trị đo GNSS tương ứng. Bộ dữ liệu huấn luyện thường được chia thành ba nhóm số liệu nhỏ gồm: Luyện mạng (training) chiếm 70% bộ số liệu ứng với 604 mẫu. Xác nhận mạng (validation) chiếm 15% bộ số liệu ứng với 130 mẫu. Kiểm tra mạng (testing) chiếm 15% bộ số liệu ứng với 130 mẫu. Việc xác nhận và kiểm tra mạng nhằm mục đích để kiểm nghiệm mô hình và tránh tình trạng quá khớp. Bộ 2 gồm 144 mẫu tương đương với 1 ngày dùng để lập mô hình chuyển dịch cầu.

** Huấn luyện mạng nơ-ron nhân tạo:*

Với cấu trúc mạng được chọn, tiếp tục tiến hành bước huấn luyện mạng. Kết quả huấn luyện có được sai số MSE rất nhỏ bằng $5x10^{-6}(m^2)$, hệ số hồi quy rất lớn bằng 0,997. Điều đó thể hiện kết quả huấn luyện mạng là rất tốt và mô hình chuyển dịch theo phương đứng được thành lập từ các yếu tố nhiệt độ không khí, hoạt tải, chuyển dịch của các đỉnh tháp cầu là chính xác và đáng tin cậy.

** Thành lập mô hình chuyển dịch cầu dây văng:*

Sử dụng ANN để lập mô hình chuyển dịch văng theo phương Z của điểm giữa nhịp chính cầu trong 1 ngày. Kết quả mô hình thể hiện trên *Hình 2.2*.



Hình 2.2: Kết quả xây dựng mô hình chuyển dịch phương Z điểm giữa nhịp chính

Qua *Hình 2.2* có thể thấy, kết quả mô hình chuyển dịch bám sát kết quả đo GNSS.

** Đánh giá độ chính xác mô hình chuyển dịch cầu dây văng:*

Các giá trị của mô hình chuyển dịch tính được bằng ANN sẽ được so sánh với giá trị thực tế (các giá trị GNSS đo được). Sau đó, xác định độ chính xác của ANN thông qua sai số trung phương lập mô hình chuyển dịch RMSE, từ đó đưa ra những kết luận về độ chính xác ANN trong chuyển dịch cầu. Sai số RMSE của điểm giữa nhịp chính cầu Cần Thơ theo phương Z bằng ±0,003 m là rất nhỏ. Như vậy, hoàn toàn có thể sử dụng ANN để lập mô hình chuyển dịch của cầu dây văng dựa trên các yếu tố của tải trọng động như nhiệt độ, hoạt tải của giao thông, chuyển dịch của các điểm đỉnh tháp Bắc, tháp Nam.

3. KẾT LUẬN

- Ngoài yếu tố nhiệt độ, chuyển dịch của điểm đỉnh tháp cầu thì ứng suất cũng là một trong những nguyên nhân quan trọng gây ra chuyển vị theo phương đứng điểm giữa nhịp chính cầu dây văng, nó sẽ là đầu vào quan trọng của quá trình lập mô hình bằng ANN.

- Do có độ chính xác, độ tin cậy cao nên ANN truyền thẳng nhiều lớp với thuật toán lan truyền ngược có thể được áp dụng để xây dựng mô hình chuyển dịch cầu dây văng dưới tác động của nhiệt độ, hoạt tải của phương tiện giao thông, chuyển dịch của đỉnh tháp cầu.

Tài liệu tham khảo

[1]. Boris Mazurov, Fawzi Zarzoura, Mohamed Hassan (2017), *Study of Suspension Bridge Deformation Using Neural Network*, Actual Issues of Mechanical Engineering (AIME) vol.133, pp.490-494.

[2]. H.F. Zhou, Y.Q. Ni, and J.M. Ko (2005), *Performance of neural networks for simulation and prediction of temperature-induced modal variability,* Smart Structures and Materials: Sensors and Smart Structures Technologies for Civil, Mechanical, and Aerospace Systems, vol.5765 (SPIE, Bellingham, WA), pp.912-922.

[3]. Hyun Su Moon, Suyeol Ok, Pang-jo Chun and Yun Mook Lim (2012), *Artificial Neural Network for Vertical Displacement Prediction of a Bridge from Strains (Part 1): Girder Bridge under Moving Vehicles*, Applied Sciences 9(14):2881.

[4]. Hồ Thị Lan Hương, Lê Văn Hiến (2017), *Nghiên cứu sự tương quan giữa gió, nhiệt độ và chuyển dịch của một số vị trí trên cầu Cần Thơ*, Science Journal of Transportation 54, pp.37-40.

[5]. Nguyễn Thùy Linh, Hồ Thị Lan Hương, Nguyễn Hữu Hưng (2019), *Nghiên cứu ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) xây dựng mô hình dự báo chuyển dịch theo phương đứng cầu dây văng*, Tạp chí GTVT, tr.72-77.

[6]. Tinh Duc Le, Hien Van Le, Linh Thuy Nguyen, Thanh Kim Thi Nguyen, Duy Tien Le (2020), *Application of correlation and regression analysis between GPS - RTK and environmental data in processing the monitoring data of cable - stayed*, Journal of Mining and Earth Sciences 61(6), pp.59-72.

Ngày nhận bài: 21/02/2023
Ngày chấp nhận đăng: 17/3/2023
Người phản biện: TS. Diêm Công Trang
TS. Lê Khánh Giang

Đánh giá khả năng kháng nứt của bê tông nhựa chặt sử dụng phụ gia Styrence-Butadiene-Styrence (SBS) và Tafpack-Premium (TPP) trộn trực tiếp với cốt liệu nóng

■ **TS. TRẦN DANH HỢI(*); KS. HOÀNG ĐĂNG SƠN**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: (*)tdhoi@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Khả năng kháng nứt là một trong hai đặc tính quan trọng của bê tông nhựa (BTN) chặt làm lớp mặt đường ô tô. Trong vài năm gần đây, một số phụ gia dạng hạt như Styrence-Butadiene-Styrence (SBS), Tafpack-Premium (TPP) được thêm vào hỗn hợp BTN bằng cách trộn trực tiếp với cốt liệu nóng tại trạm trộn để cải thiện khả năng kháng hằn lún vệt bánh xe của mặt đường BTN ở Việt Nam. Tuy nhiên, hiện chưa có nhiều nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của các phụ gia này đến khả năng kháng nứt của hỗn hợp BTN chặt ở Việt Nam. Bài báo trình bày một số kết quả thí nghiệm uốn mẫu bán nguyệt SCB để đánh giá khả năng kháng nứt của các hỗn hợp BTN chặt + 5% phụ gia SBS và hỗn hợp BTN chặt + 5% phụ gia TPP (tính theo khối lượng nhựa đường) có đối chứng với hỗn hợp BTN chặt thông thường không có phụ gia sử dụng thí nghiệm uốn mẫu bán nguyệt SCB. Các kết quả nghiên cứu cho thấy mức hao tán năng lượng Jc đối với BTN chặt có sử dụng phụ gia SBS và phụ gia TPP đều được cải thiện so với BTN chặt không sử dụng phụ gia. Điều đó chứng tỏ việc sử dụng phụ gia SBS và TPP không chỉ góp phần cải thiện khả năng kháng hằn lún vệt bánh xe mà còn cải thiện khả năng kháng nứt của hỗn hợp BTN chặt.

TỪ KHÓA: Tafpack-Premium (TPP), Styrence-Butadiene-Styrence (SBS), cường độ kháng nứt, thí nghiệm uốn mẫu bán nguyệt (SCB).

ABSTRACT: Crack resistance is one of the two important characteristics of dense asphalt concrete for highway pavements. In recent years, some granular additives such as Styrence-Butadiene-Styrence (SBS), Tafpack-Premium (TPP) have been added to hot asphalt mixture by directly mixing with hot aggregate at asphalt mixing plants to improve rutting resistance of asphalt pavements in Vietnam. However, there are not many studies evaluating the influence of these aditives on crack resistance of dense asphalt mixtures in Vietnam. This paper presents some experimental results of Semi-Circular Bend Test (SCB) to evaluate crack resistance of dense asphalt mixture added 5% SBS and the mixture added 5% TPP (by weight of bitumen), compared with that of conventional dense asphalt mixture. The research result shows that critical strain energy release rate (Jc) for dense asphalt concrete with SBS and TPP additives is improved when compared to that of dense asphalt mixture without additive. This proves that the use of SBS and TPP additives not only contributes to the improvement of wheel rutting resistance but also improves crack resistance of dense asphalt mixture.

KEYWORDS: Tafpack-Premium (TPP), Styrence-Butadiene-Styrence (SBS), Cracking resistance Strength, Semi-Circular Bend Test (SCB).

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lún vệt bánh và nứt là hai dạng phá hoại phổ biến của lớp BTN trong kết cấu mặt đường. Vì vậy, đánh giá khả năng kháng lún vệt bánh xe và khả năng kháng nứt là rất quan trọng để kiểm soát chất lượng của hỗn hợp BTN. Về đánh giá khả năng kháng lún vệt bánh xe, thí nghiệm Wheel tracking được sử dụng phổ biến ở nhiều nước cũng như ở Việt Nam. Tuy nhiên, các tiêu chuẩn hiện hành về công tác thiết kế, thi công và nghiệm thu hỗn hợp BTN ở Việt Nam chưa đề cập đến việc đánh giá khả năng kháng nứt của hỗn hợp BTN [3].

Trên thế giới, có nhiều mô hình thí nghiệm để đánh giá đặc tính nứt của hỗn hợp BTN. Để đánh giá khả năng kháng nứt của hỗn hợp BTN trong phòng thí nghiệm, các phương pháp thí nghiệm như thí nghiệm Semi-Circular Bend Test (ASTM D8044-16), Indirect Tensile (ASTM D6931-17), Bending Beam Fatigue (ASMT D7460-10) và Indirect Tensile Asphalt Cracking Test (ASTM D8225-19) có thể được sử dụng [1, 2, 8]. Trong số các mô hình thí nghiệm nứt của BTN thì các mô hình thí nghiệm Semi-Circular Bend test (SCB) và Indirect Tensile Asphalt Cracking test (IDEAL-CT) có tương quan cao nhất với nứt thực tế ở mặt đường BTN [8].

Ở Việt Nam, hiện nay các phương pháp thí nghiệm uốn 4 điểm theo ASMT D7460, thí nghiệm uốn mẫu bán nguyệt SCB theo Tiêu chuẩn ASTM D8044 và thí nghiệm kéo gián tiếp theo ASTM D8225 thường được sử dụng trong các nghiên cứu đánh giá khả năng kháng nứt của hỗn hợp BTN [4-8]. Trong đó, thí nghiệm uốn mẫu bán nguyệt SCB có ưu điểm là đơn giản, nhanh chóng và có mối tương quan tốt với khả năng kháng nứt mỏi của BTN ở điều kiện nhiệt độ khai thác thông thường.

Hiện nay, các phụ gia polime như SBS và TPP ngày càng được sử dụng rộng rãi để tăng cường khả năng kháng lún vệt bánh xe của của hỗn hợp BTN ở Việt Nam. Tuy nhiên, cũng chưa có nghiên cứu để đánh giá hiệu quả của các phụ gia này trong việc cải thiện khả năng kháng nứt của hỗn hợp BTN. Vì vậy, việc nghiên cứu đánh giá khả năng kháng nứt của BTNC có sử dụng phụ gia Styrence-Butadiene- Styrence (SBS) và Tafpack-Premium (TPP) là cần

thiết. Trong nghiên cứu này, phương pháp thí nghiệm uốn mẫu bán nguyệt SCB được sử dụng để đánh giá khả năng kháng nứt của BTN.

2. LẬP KẾ HOẠCH THỰC NGHIỆM TRONG PHÒNG

Nghiên cứu này chỉ sử dụng một nguồn đá dăm, cát, bột khoáng để chế tạo các hỗn hợp BTNC (BTNC 12,5 sử dụng phụ gia SBS, TPP và BTNC 12,5 không dùng phụ gia).

Lựa chọn cấp phối cốt liệu thiết kế cho các hỗn hợp BTNC 12,5 theo Quyết định số 858/QĐ-BGTVT và xác định hàm lượng nhựa tối ưu xác định theo phương pháp Marshall. Cấp phối thiết kế và hàm lượng nhựa tối ưu cho hỗn hợp BTNC 12,5 cũng được sử dụng để chế tạo cho hỗn hợp BTNC 12,5 SBS và hỗn hợp BTNC 12,5 TPP. Hàm lượng phụ gia SBS và TPP được sử dụng trong nghiên cứu này là 5% khối lượng nhựa đường.

Chế bị các mẫu thí nghiệm SCB đánh giá khả năng kháng nứt của BTNC 12,5 SBS, BTNC 12,5 TPP và BTNC 12,5 với cấp phối thiết kế và hàm lượng nhựa đã chọn. Số lượng mẫu thí nghiệm của từng hỗn hợp được thể hiện trong *Bảng 2.1*.

Bảng 2.1. Số lượng mẫu thí nghiệm SCB

Loại hỗn hợp BTNC	Phụ gia sử dụng	Số lượng mẫu thí nghiệm tương ứng với các mức xẻ khe		
		25 mm	32 mm	38 mm
BTNC 12,5 SBS	5% SBS	4 mẫu	4 mẫu	4 mẫu
BTNC 12,5 TPP	5% TPP	4 mẫu	4 mẫu	4 mẫu
BTNC 12,5	Không phụ gia	4 mẫu	4 mẫu	4 mẫu

3. CHUẨN BỊ VẬT LIỆU VÀ CHẾ BỊ MẪU

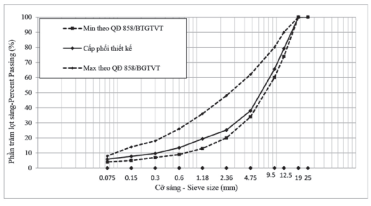
3.1. Chuẩn bị vật liệu đầu vào

- Đá, cát: Mỏ đá Thống Nhất, thị xã Kinh Môn, tỉnh Hải Dương.
- Bột khoáng: Sản xuất từ đá vôi tại mỏ Quang Vân, Kiện Khê, Thanh Liêm, Hà Nam.
- Nhựa đường 60/70 do Công ty TNHH Cung ứng nhựa đường (ADCo) cung cấp.
- Phụ gia SBS 3501 của Đài Loan, Trung Quốc.
- Phụ gia TPP do Công ty TNHH Taiyu Việt Nam cung cấp.

Các chỉ tiêu cơ lý của vật liệu đầu vào (đá, cát, bột khoáng, nhựa đường, phụ gia SBS, phụ gia TPP) thỏa mãn các tiêu chuẩn hiện hành.

3.2. Lựa chọn cấp phối thiết kế

Cấp phối cốt liệu cho hỗn hợp BTNC12,5 được thiết kế theo Quyết định số 858/QĐ-BGTVT (tương đương với hỗn hợp BTNC 16 thiết kế theo TCVN 13567-1:2022).



Hình 3.1: Cấp phối thiết kế của hỗn hợp BTNC 12,5 (đường bao cấp phối cốt liệu theo Quyết định 858/QĐ-BGTVT)

3.3. Xác định hàm lượng nhựa tối ưu của hỗn hợp BTNC 12,5

Kết quả xác định hàm lượng nhựa tối ưu của hỗn hợp BTNC 12,5 (không sử dụng phụ gia) theo phương pháp Marshall là 4,5% khối lượng hỗn hợp *(Bảng 3.1)*. Hàm lượng nhựa thiết kế sử dụng cho các hỗn hợp BTNC 12,5 + 5% phụ gia SBS và BTNC 12,5 + 5% phụ gia TPP lấy tương đương của hỗn hợp BTNC 12,5 không dùng phụ gia.

Bảng 3.1. Xác định hàm lượng nhựa đường tối ưu theo phương pháp Marshall

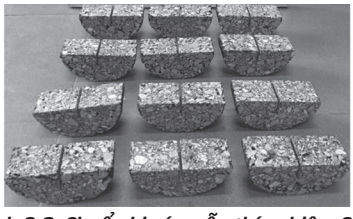
No.	Hàm lượng nhựa (%theo KL hỗn hợp) Asphalt content (% % by total mix.)	Độ ổn định Marshall Marshall Stability	Độ dẻo Flow	Độ rỗng dư Air void content	Độ rỗng cốt liệu VMA	Độ rỗng lấp đầy nhựa VFA	Tỷ trọng khối Unit weight
	%	kN	mm	%	%	%	
1	3,5	9,25	2,51	7,3	14,3	48,9	2,459
2	4,0	10,22	2,95	5,8	14,0	58,8	2,479
3	4,5	10,23	3,49	4,6	14,1	67,5	2,490
4	5,0	9,84	4,54	3,8	14,5	74,1	2,492
5	5,5	9,74	4,89	2,8	14,7	81,2	2,498
Yêu cầu kỹ thuật/Specification		Min 8,0	1,5 ÷ 4	4 ÷ 6	Min 13,5 (ứng với độ rỗng dư 4,0%)	65 - 75	-
Hàm lượng nhựa thiết kế (% KL hỗn hợp) Designed asphalt content (% by total mix.)				4,50%			

3.4. Chế bị các mẫu thí nghiệm phục vụ thí nghiệm uốn mẫu bán nguyệt SCB

Mẫu thí nghiệm theo Tiêu chuẩn ASTM D8044 [1] có dạng bán nguyệt, đường kính mẫu D150 mm, chiều dày 57 mm với các chiều sâu rãnh xẻ lần lượt là 25 mm, 32 mm, 38 mm (bề rộng rãnh xẻ < 3,5 mm).

** Các mẫu thí nghiệm được chế bị theo các bước:*

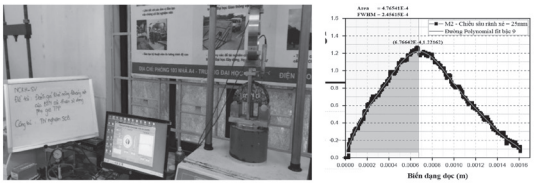
- Đúc mẫu hình trụ đường kính D150mm theo phương pháp Marshall cải tiến sao cho độ rỗng dư của mẫu sau khi đúc là 7±1%.
- Để mẫu ổn định ở nhiệt độ phòng trong 48h, sau đó gia công thành các mẫu bán nguyệt có kích thước tuân thủ Tiêu chuẩn ASTM D8044 *(Hình 3.2)*.



Hình 3.2: Chuẩn bị các mẫu thí nghiệm SCB

4. THÍ NGHIỆM UỐN MẪU BÁN NGUYỆT (SCB) TRONG PHÒNG THÍ NGHIỆM

Mẫu thí nghiệm được bảo quản trong tủ ổn nhiệt ở 25^{0}C trong 2h trước khi thí nghiệm. Thí nghiệm được thực hiện theo Tiêu chuẩn ASTM D8044 [1] sử dụng máy nén có tốc độ gia tải 0,5 mm/phút *(Hình 4.1a)*. Quá trình nén mẫu dừng lại khi lực nén giảm còn 25% P_{max} (P_{max} là giá trị lực lớn nhất ghi được của từng mẫu thí nghiệm).



a) - Thiết bị thí nghiệm uốn mẫu bán nguyệt SCB *b) - Biểu đồ quan hệ giữa lực và biến dạng*

Hình 4.1: Thí nghiệm uốn mẫu bán nguyệt SCB (Semi-Circular Bending) tại phòng Lasxd 1256, Trường Đại học GTVT

Kết quả thí nghiệm thu được các giá trị lực nén P_i và chuyển vị U_i. Kết quả được thể hiện dưới dạng các biểu đồ Quan hệ Lực & Biến dạng. Từ biểu đồ Quan hệ Lực & Biến dạng, giá trị năng lượng biến dạng đến khi phá hoại (U) được xác định là phần diện tích giới hạn bởi phần phía

dưới đường cong lực theo biến dạng và đường biến dạng cho đến đường giới hạn bởi giá trị lực lớn nhất *(Hình 4.1b)*. Giá trị năng lượng biến dạng đến khi phá hoại (U) có thể tính toán theo công thức (1).

$$U = \sum_{i=1}^{n}(u_{i+1} - u_i)xP_i + \frac{1}{2}x(u_{i+1} - u_i)x(P_{i+1} - P_i) \quad (1)$$

Trong đó:

- P_i - Giá trị lực tác dụng tại bước lực i (N);
- P_{i+1} - Giá trị lực tác dụng tại bước lực (i + 1) (N);
- u_i - Giá trị chuyển vị tại bước lực i (m);
- u_{i+1} - Giá trị chuyển vị tại bước lực (i + 1) (m).

Quan hệ giữa năng lượng biến dạng U và chiều sâu rãnh được mô hình hóa bằng 1 đường hồi quy tuyến tính. Độ dốc của đường hồi quy tuyến tính biểu thị sự thay đổi năng lượng biến dạng theo chiều sâu rãnh xẻ (dU/da).

Giá trị mức độ hao tán năng lượng biến dạng tới hạn (J_c) được xác định theo công thức (2).

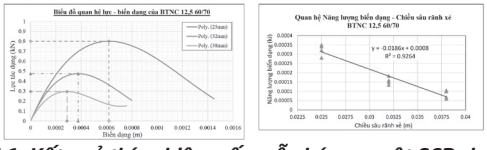
$$J_c = \frac{-1}{b}x\left(\frac{dU}{da}\right)(kJ/m^2) \quad (2)$$

Trong đó:

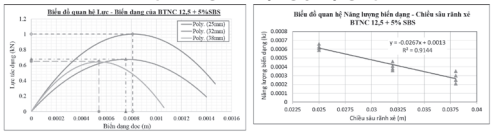
- b - Chiều dày của mẫu ≈ 0,057 m;
- a - Chiều sâu rãnh xẻ (m);
- U - Năng lượng biến dạng đến khi phá hoại (kJ);
- dU/da - Thay đổi của năng lượng biến dạng theo chiều sâu rãnh xẻ (kJ/m).

5. CÁC KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VÀ BÌNH LUẬN

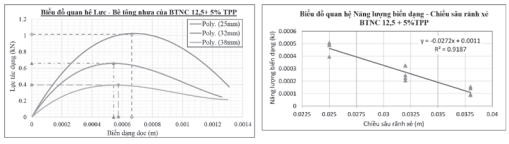
Tiến hành thí nghiệm nén các mẫu bán nguyệt SCB với các mức xẻ khe khác nhau (25 mm, 32 mm, 38 mm) cho 3 nhóm mẫu nghiên cứu (BTNC 12,5 60/70; BTNC 12,5 SBS và BTNC 12,5 TPP) đạt được kết quả thể hiện trong *Hình 5.1*, *Hình 5.3* và *Hình 5.3*.



Hình 5.1: Kết quả thí nghiệm uốn mẫu bán nguyệt SCB cho BTNC 12,5 (không sử dụng phụ gia)

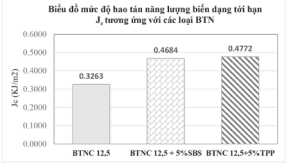


Hình 5.2: Kết quả thí nghiệm uốn mẫu bán nguyệt SCB cho BTNC 12,5 + 5% SBS



Hình 5.3: Kết quả thí nghiệm uốn mẫu bán nguyệt SCB cho BTNC 12,5 + 5%TPP

Kết quả tính toán mức độ hao tán năng lượng biến dạng tới hạn (J_c) của 3 loại BTN được thể hiện ở biểu đồ *Hình 5.4*.



Hình 5.4: So sánh mức độ hao tán năng lượng biến dạng tới hạn Jc của BTNC 12,5 sử dụng phụ gia SBS và TPP với BTNC 12,5 thông thường

Các kết quả tính toán mức độ hao tán năng lượng Jc của các loại BTN chỉ ra rằng:

- Mức độ hao tán năng lượng biến dạng tới hạn Jc của BTNC 12,5 + 5% phụ gia SBS tăng 43,55% so với BTNC 12,5 không sử dụng phụ gia.
- Mức độ hao tán năng lượng biến dạng tới hạn Jc của BTNC 12,5 + 5% phụ gia TPP tăng 46,24% so với BTNC 12,5 không sử dụng phụ gia.
- So sánh mức độ hao tán năng lượng biến dạng tới hạn Jc của BTNC 12,5 + 5% phụ gia SBS với BTNC 12,5 + 5% phụ gia TPP cho thấy không có sự chênh lệch đáng kể.

6. KẾT LUẬN VÀ CÁC HƯỚNG NGHIÊN CỨU TIẾP THEO

6.1. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu thực nghiệm trong phòng thí nghiệm đánh giá khả năng kháng nứt của các loại BTNC có phụ gia SBS và TPP thấy rằng:

- Mức độ hao tán năng lượng biến dạng tới hạn Jc của BTNC sử dụng phụ gia SBS và phụ gia TPP đều tăng lên đáng kể so với trường hợp BTNC không sử dụng phụ gia. Kết quả này bước đầu chứng tỏ việc sử dụng phụ gia SBS hoặc TPP trộn trực tiếp với cốt liệu nóng khi sản xuất hỗn hợp BTN rải nóng góp phần cải thiện khả năng kháng nứt của BTNC.

6.2. Các định hướng nghiên cứu tiếp theo

Nghiên cứu đánh giá khả năng kháng nứt của BTNC với các hàm lượng phụ gia SBS và TPP khác nhau kết hợp với đánh giá khả năng kháng lún vệt bánh xe, từ đó có thêm cơ sở để lựa chọn hàm lượng phụ gia hợp lý cho thiết kế hỗn hợp BTN.

Tài liệu tham khảo

[1]. ASTM D8044 (2016), *Standard Test Method for Evaluation of Asphalt Mixture Cracking Resistance using the Semi Circular Bend Test (SCB) at Intermediate Temperatures*.

[2]. ASTM D8225 (2019), *Standard Test Method for Determination of Cracking Tolerance Index of Asphalt Mixture Using the Indirect Tensile Cracking Test at Intermediate Temperature*.

[3]. TCVN 13567-1 (2022), *Lớp mặt đường bằng hỗn hợp nhựa nóng - Thi công và nghiệm thu - Phần 1: BTN chặt sử dụng nhựa đường thông thường*.

[4]. Lưu Ngọc Lâm, Nguyễn Quang Phúc (2019), *Nghiên cứu đánh giá khả năng chống nứt của BTN theo mô hình uốn dầm bán nguyệt SCB,* Tạp chí GTVT, số tháng 12.

[5]. Lưu Ngọc Lâm, Nguyễn Quang Phúc (2020), *Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của một số yếu tố đến khả năng chống nứt của bê tông nhựa thiết kế theo Superpave,* Tạp chí GTVT, số tháng 10.

[6]. Lưu Ngọc Lâm, Nguyễn Quang Phúc và Vũ Ngọc Phương (2021), *Nghiên cứu đánh giá khả năng chống nứt của BTN thông qua chỉ số kháng nứt Cracking Tolerance Index (CTindex),* Tạp chí GTVT, số tháng 10.

[7]. Trần Thiện Lưu, Lã Văn Chăm và Nguyễn Xuân Đào (2015), *Nghiên cứu thực nghiệm độ bền mỏi bê tông asphalt làm lớp mặt đường tại Việt Nam,* Tạp chí GTVT, số tháng 4.

[8]. Nguyễn Ngọc Lân, Trương Văn Quyết (2021), *Ảnh hưởng của hóa già đến sức kháng nứt của hỗn hợp bê tông asphalt tái chế ấm có tỷ lệ RAP cao*, Tạp chí Khoa học GTVT 72(8), 920-931.

Ngày nhận bài: 17/02/2023
Ngày chấp nhận đăng: 02/4/2023
Người phản biện: PGS. TS. Nguyễn Quang Phúc
TS. Trần Thị Cẩm Hà

Nghiên cứu sử dụng tro bay hàm lượng cao của Nhà máy Nhiệt điện Vĩnh Tân để chế tạo gạch bê tông tự chèn trong xây dựng cơ sở hạ tầng

■ **ThS. NGUYỄN THỊ THU THỦY(*); ThS. NGUYỄN CÔNG HẬU**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: (*)thuyntt_ph@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu sử dụng tro bay (FA) của Nhà máy Nhiệt điện Vĩnh Tân với hàm lượng lớn và các nguyên vật liệu phía Nam để chế tạo gạch bê tông tự chèn, loại bê tông này có thể đạt cường độ chịu nén 28 ngày cao hơn 50 MPa. Tỷ lệ phối trộn thay thế tro bay so với khối lượng chất kết dính được thiết kế trong 6 trường hợp: bê tông sử dụng 0%FA, 30%FA, 40%FA, 50%FA, 60%FA, 70%FA. Với hàm lượng tro bay được thay thế ở mức 0%, 30%, 40%, 50% so với chất kết dính được thử nghiệm thì bê tông 28 ngày tuổi có cường độ chịu nén tăng từ 56,4 MPa đến 61,8 MPa; cường độ chịu kéo khi bị ép chẻ tăng từ 8,6 MPa đến 9,3 MPa; tương ứng độ mài mòn của bê tông ở các tỷ lệ là 0,13, 0,22, 0,26 và 0,28 g/cm^2. Với hàm lượng tro bay thay thế ở mức quá cao 60%, 70% so với chất kết dính thì giá trị các chỉ tiêu thử nghiệm này có khuynh hướng giảm so với mẫu đối chứng. Nghiên cứu đề xuất tỷ lệ phối trộn hợp lý của bê tông là 50% xi măng được thay thế bởi 50% tro bay Vĩnh Tân để đáp ứng đồng thời các tiêu chí về độ dẻo, cường độ, độ mài mòn và giá thành.

TỪ KHÓA: Tro bay, bê tông hàm lượng tro bay cao, tính chất cơ học, gạch bê tông tự chèn.

ABSTRACT: This paper presents the research results of using fly ash (FA) of Vinh Tan thermal power plant with high content and southern raw materials to make interlocking concrete bricks. This concrete can achieve a 28-day compressive strength higher than 50 MPa. The mixing ratio to replace fly ash compared to the volume of binder is designed in 6 cases: concrete using 0%FA, 30%FA, 40%FA, 50%FA, 60%FA, 70%FA. With the fly ash content replaced at 0%, 30%, 40%, 50% compared to the tested binder, the 28-day-old concrete has an increased compressive strength from 56,4 MPa to 61,8 MPa; tensile strength when being split increased from 8,6 MPa to 9,3 MPa; the corresponding abrasiveness of concrete at the rate is 0,13, 0,22, 0,26 and 0,28 g/cm^2. With the replacement fly ash content at too high 60%, 70% compared to the binder, the values of these experimental parameters tend to decrease compared to the control sample. The study proposes that the reasonable mixing ratio of concrete is 50% of cement, replaced by 50% of Vinh Tan fly ash, to simultaneously meet the criteria of workability, strength, abrasion, and cost.

KEYWORDS: Fly ash, High-Volume Fly Ash Concrete (HVFAC), Mechanical properties, Interlocking concrete bricks.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tro bay hàng năm trên thế giới phát thải ra khoảng 900 Mt (tỷ tấn), trong đó Ấn Độ 169,25 Mt, Trung Quốc 580 Mt, Mỹ 43,5 Mt, Việt Nam đang ở mức là 16 Mt. Trên thế giới, việc tái sử dụng tro bay trên tổng lượng tro ở mức trung bình, đối với Việt Nam tỷ lệ tận dụng lại chưa cao và tốn hàng trăm hecta để làm bãi chứa tro bay gây ảnh hưởng rất lớn đến môi trường. Theo các nghiên cứu trước đây, tro bay thường được sử dụng để thay thế một phần chất kết dính trong bê tông với hàm lượng thường giới hạn nhỏ hơn 30%. Những nghiên cứu gần đây về tro bay có thể thay thế lên tới 50% ứng dụng cho bê tông làm mặt đường ô tô hoặc một số nghiên cứu thay thế tro bay lên tới 60% chất kết dính để chế tạo bê tông cường độ cao lên tới 60 MPa. Như vậy, việc sử dụng phế thải tro bay ở nhà máy nhiệt điện để chế tạo bê tông vừa giải quyết được vấn đề ô nhiễm môi trường do chôn lấp tro bay gây ra, vừa thay thế được một lượng lớn xi măng giúp giảm giá thành bê tông, hạn chế lượng khí thải CO_2 gây hiệu ứng nhà kính trong quy trình sản xuất xi măng [1].

Gạch bê tông tự chèn đã được sử dụng lát vỉa hè đường phố của khu đô thị khá nhiều ở các nước châu Mỹ, châu Âu, mang lại nhiều thuận lợi trong xây dựng. Ngày nay, Việt Nam là quốc gia có nhu cầu xây dựng cơ sở hạ tầng khá lớn, nên việc nghiên cứu gạch bê tông tự chèn sử dụng hàm lượng tro bay lớn mang tính thực tiễn cao [2].

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu

Nguyên vật liệu đầu vào được sử dụng để nghiên cứu được tóm tắt trong *Bảng 2.1* [3].

Bảng 2.1. Đặc tính của nguyên vật liệu đầu vào

STT	Loại nguyên liệu	Tên nguyên liệu	Nơi sản xuất	Tiêu chuẩn	Đặc tính thử nghiệm
1	Cốt liệu mịn	Cát sông	Đồng bằng sông Hậu	TCVN 7570:2006	Mô-đun độ lớn 1,5; khối lượng riêng 2,62 g/cm^3; khối lượng thể tích 1.330 kg/m^3; độ rỗng 49,7%
2	Cốt liệu nhỏ	Cát nghiền	Tỉnh Đồng Nai	TCVN 7570:2006	Mô-đun độ lớn 3,7; khối lượng riêng 2,64 g/cm^3; khối lượng thể tích xốp 1.520 kg/m^3; độ rỗng 41,5%
3	Cốt liệu thô	Đá dăm	Tỉnh Bình Dương	TCVN 7570:2006	Khối lượng riêng 2,70 g/cm^3; khối lượng thể tích xốp 1 430 kg/m^3, độ hút nước: 0,6%
4	Xi măng	PCB40	Xi măng Sài Gòn	TCVN 6260:2009	Khối lượng riêng 3,10 g/cm^3; độ mịn (lượng sót trên sàng 90 µm) 5,0 %; cường độ chịu nén, uốn tuổi 28 ngày 45 MPa; 5,3 MPa.
5	Tro bay	Vĩnh Tân	Nhà máy Nhiệt điện Vĩnh Tân, Bình Thuận	TCVN 10302:2014	Phù hợp với yêu cầu của tro bay loại F
6	Phụ gia	ADVA Cast 5388	Grace	TCVN 8826:2011	Phụ gia siêu dẻo gốc Polycarboxylate
7	Nước	Nước máy		TCVN 4506:2012	

2.2. Tỷ lệ phối trộn

Nghiên cứu thực nghiệm tiến hành thiết kế thành phần bê tông sử dụng hàm lượng tro bay cao có cường độ chịu nén yêu cầu ở 28 ngày tuổi là f'c = 50 MPa. Thiết kế cấp phối có sử dụng tro bay cao cho 6 trường hợp: bê tông sử dụng 0%FA(M0), 30%FA(MFA30), 40%FA(MFA40), 50%FA(MFA50), 60%FA(MFA60), 70%FA(MFA70). Các yêu cầu kỹ thuật của gạch bê tông tự chèn theo TCVN 6476:1999.

Thiết kế thành phần bê tông theo Tiêu chuẩn ACI211.1-91 [4], hỗn hợp bê tông đối chứng (M0) không sử dụng tro bay, không sử dụng cát nghiền, có thành phần như bê tông thương phẩm.

Bảng 2.2. Thành phần bê tông xi măng có sử dụng tro bay cho 1 m^3

TT	Vật liệu thành phần	M0	MFA30	MFA40	MFA50	MFA60	MFA70
1	Xi măng PCB40, kg/m^3	470	329	282	235	188	141
2	Tro bay, kg/m^3	0	141	188	235	282	329
3	Cát nghiền, kg/m^3	0	300	300	300	300	300
4	Cát mịn, kg/m^3	750	450	450	450	450	450
5	Đá dăm 1x2, kg/m^3	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
6	Nước, lít	150	150	150	150	150	150
7	Phụ gia siêu dẻo, lít/m^3	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
8	Nước/chất kết dính (N/CKD)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
	Độ cứng hỗn hợp bê tông, (s)	24	21	19	16	16,5	17

2.3. Phương pháp nghiên cứu

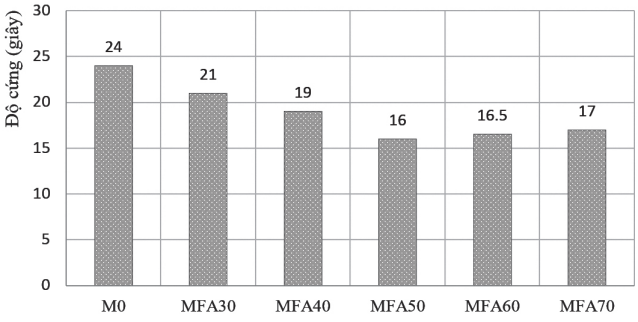
Trong nghiên cứu đã áp dụng các tiêu chuẩn: TCVN 7570:2006; TCVN 6260:2009; TCVN 10302:2014; TCVN 8826:2011; TCVN 4506:2012; ACI211.1-91; TCVN 3107:1993; TCVN 3118:1993; TCVN 8862:2011; TCVN 3114:1993; TCVN 6476:1999.

Công tác chế tạo và thí nghiệm mẫu hỗn hợp bê tông và bê tông tuân thủ các yêu cầu của các tiêu chuẩn Việt Nam và được tiến hành nghiên cứu tại phòng thí nghiệm LAS-XD225 thuộc Phân hiệu trường Đại học GTVT tại TP. Hồ Chí Minh.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Tính chất của hỗn hợp bê tông

Độ cứng của hỗn hợp bê tông nặng được tiến hành theo TCVN 3107:1993 [5]. Do hỗn hợp bê tông khô nên tiến hành thử độ cứng bằng thiết bị nhớt kế Vebe.



Hình 3.1: Tương quan giữa độ cứng của hỗn hợp bê tông theo thời gian

Kết quả ở *Hình 3.1* cho thấy, hỗn hợp bê tông có tỷ lệ tro bay thay cho xi măng càng nhiều thì giá trị độ cứng càng giảm (giảm mạnh ở tỷ lệ tro bay 30%, 40%, 50%, sau đó tăng lại ở tỷ lệ tro bay 60%, 70%) tức là hỗn hợp bê tông càng dẻo khi tro bay được thay thế xi măng càng nhiều. Điều này có thể được giải thích là khi thay thế cùng khối lượng xi măng bởi tro bay thì thể tích hồ sẽ tăng lên (do khối lượng riêng của xi măng cao hơn của tro bay), lượng hồ chất kết dính tăng thì lớp hồ bao bọc xung quanh hạt cốt liệu tăng, khi đó các hạt cốt liệu sẽ trượt lên nhau dễ dàng và làm tăng độ linh động cho hỗn hợp bê tông. Ngoài ra, tro bay có dạng hình cầu, bề mặt trơn nhẵn, kích thước tương đương hoặc nhỏ hơn so với hạt xi măng sẽ tạo hiệu ứng "bi lăn" làm tăng tính công tác của hỗn hợp bê tông khi nhào trộn [6, 7, 8]. Tuy nhiên, khi tỷ lệ tro bay thay thế quá cao lên tới 60%, 70% sẽ làm độ nhớt của hồ chất kết dính quá lớn, đây có thể là nguyên nhân gây giảm độ dẻo, tức độ cứng tăng lên của hỗn hợp bê tông ở những tỷ lệ thay thế này [9].

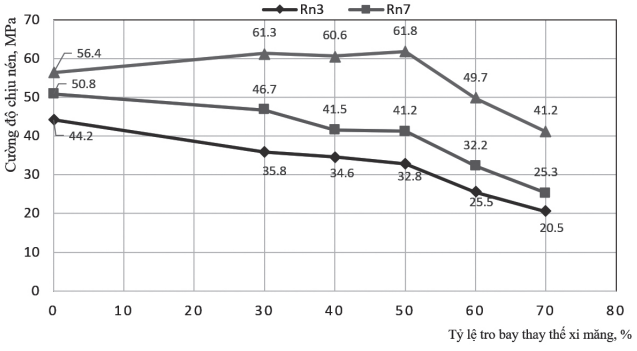
3.2. Cường độ chịu nén

Quy trình xác định cường độ chịu nén (Rn) của bê tông được tiến hành theo Tiêu chuẩn TCVN 3118:1993 [10], đúc mẫu lập phương chuẩn (15x15x15)cm. Kết quả xác định Rn được thể hiện ở *Bảng 3.1*, *Hình 3.2 và 3.3*.

Bảng 3.1. Kết quả Rn ở 3,7 và 28 ngày tuổi với các tỷ lệ tro bay thay thế xi măng

TT	Cường độ chịu nén (MPa)	M0	MFA30	MFA40	MFA50	MFA60	MFA70
1	Rn 3 ngày	44,2	35,8	34,6	32,8	25,5	20,5
2	Rn 7 ngày	50,8	46,7	41,5	41,2	32,2	25,3
3	Rn 28 ngày	56,4	61,3	60,6	61,8	49,7	41,2

Hình 3.2: Thử Rn và dạng vết nứt sau khi nén

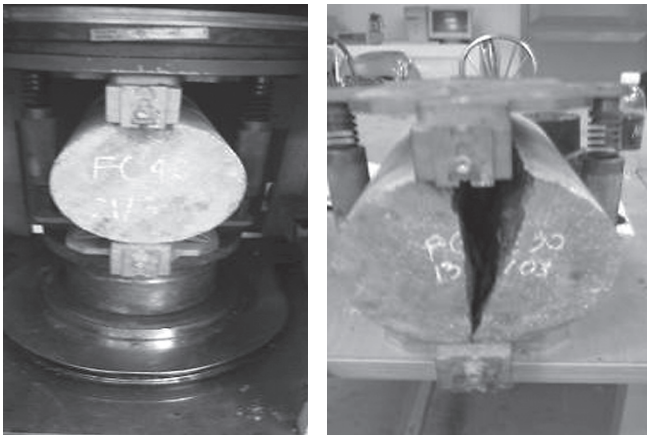


Hình 3.3: Biểu đồ quan hệ cường độ Rn ở 3,7 và 28 ngày tuổi với các tỷ lệ tro bay thay thế xi măng

Cường độ chịu nén của tất cả các mẫu có sử dụng tro bay đều thấp hơn so với cường độ của mẫu đối chứng ở tuổi sớm 3 ngày và 7 ngày. Cụ thể, Rn 3 ngày tuổi so với 28 ngày tuổi của bê tông có sử dụng tro bay ở các tỷ lệ 30%, 40%, 50%, 60%, 70% lần lượt là 58%, 57%, 53%, 51%, 50% so với mẫu đối chứng là 78%; tuổi 7 ngày tương ứng với các mẫu bê tông có sử dụng tro bay 30%, 40%, 50%, 60%, 70% lần lượt là 76%, 68%, 67%, 65%, 61% so với mẫu đối chứng là 90%. Nhưng ở tuổi muộn 28 ngày thì Rn của các mẫu bê tông có sử dụng tro bay đều được tăng cao. Cụ thể ở các hàm lượng thay thế tro bay 30%, 40%, 50% thì Rn 28 ngày lần lượt là 61,3 MPa; 60,6 MPa; 61,8 MPa cao hơn Rn 28 ngày của mẫu đối chứng là 56,4 MPa. Chỉ có tại 2 hàm lượng thay thế nhiều tro bay lên tới 60%, 70% thì Rn 28 ngày chỉ bằng 88% (49,7MPa) và 73% (41,2MPa) so với Rn 28 ngày của mẫu đối chứng (56,4MPa). Kết quả nghiên cứu này cũng phù hợp với các kết luận của [9,11,12, 13]. Như vậy, tại hàm lượng thay thế 50% tro bay cho kết quả Rn 28 ngày cao nhất, đây cũng là hàm lượng thay thế khá phù hợp. Việc các mẫu bê tông có sử dụng hàm lượng tro bay cao (60%, 70%) có cường độ Rn 28 ngày suy giảm so với mẫu đối chứng và không đạt yêu cầu để chế tạo gạch bê tông tự chèn cho công trình hạ tầng đô thị (theo ASTM C936 là cường độ chịu nén của bê tông phải trên 55 MPa) có thể được giải thích rằng: khi sử dụng làm lượng tro bay khá cao trên 60% thay thế thì lượng dùng xi măng rất thấp, khi đó sẽ không đủ lượng $Ca(OH)_2$ để thực hiện phản ứng Pozơlanic với SiO_2 vô định hình trong tro bay để tạo C.S.H giúp tăng cường độ cho bê tông [12, 14].

3.3. Cường độ kéo khi ép chẻ

Thí nghiệm xác định cường độ kéo khi ép chẻ được tiến hành theo TCVN 8862:2011, đúc mẫu trụ chuẩn [15]. Kết quả thí nghiệm cường độ kéo khi ép chẻ được thể hiện ở *Hình 3.4* và *Bảng 3.2.*

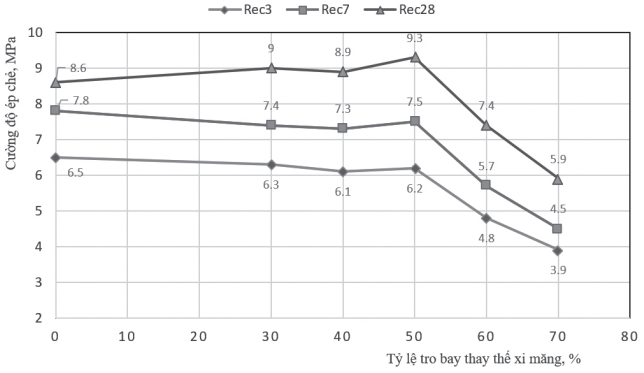


Hình 3.4: Thí nghiệm xác định cường độ kéo khi ép chẻ

Bảng 3.2. Kết quả cường độ chịu kéo khi bị ép chẻ ở 3,7 và 28 ngày tuổi với các tỷ lệ tro bay thay thế xi măng

TT	Cường độ ép chẻ (MPa)	M0	MFA30	MFA40	MFA50	MFA60	MFA70
1	R_{ec} 3 ngày	6,5	6,3	6,1	6,2	4,8	3,9
2	R_{ec} 7 ngày	7,8	7,4	7,3	7,5	5,7	4,5
3	R_{ec} 28 ngày	8,6	9,0	8,9	9,3	7,4	5,9

Cường độ chịu kéo khi ép chẻ của bê tông khi thay thế các tỷ lệ tro bay cao khác nhau và mẫu đối chứng đều đạt yêu cầu để chế tạo gạch bê tông tự chèn. Theo ASTM C936, cường độ của bê tông làm viên lát mặt đường là từ 55 MPa trở lên, cường độ kéo khi ép chẻ đều đạt cao so với bê tông cùng cấp cường độ nén theo quy định, do đó có thể đáp ứng cho công trình lát bằng gạch bê tông tự chèn.



Hình 3.5: Quan hệ giữa cường độ kéo khi ép chẻ ở 3,7 và 28 ngày tuổi với các tỷ lệ tro bay thay thế xi măng

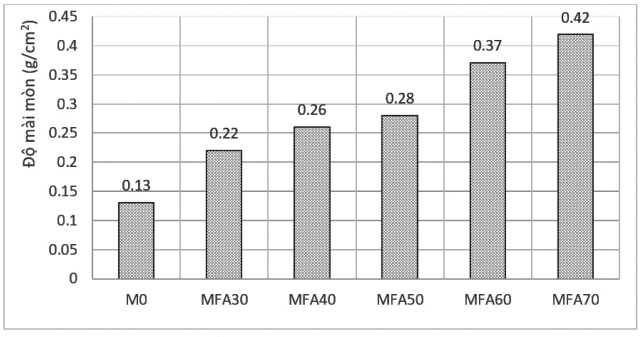
Quy luật phát triển cường độ chịu kéo chi ép chẻ của các mẫu bê tông có tro bay được thay thế ở các tỷ lệ khác nhau so với mẫu đối chứng ở tuổi sớm ngày 3,7 ngày và tuổi muộn ngày 28 ngày đều phù hợp với quy luật phát triển cường độ chịu nén. Tại hàm lượng thay thế 50% tro bay cho cường độ kéo khi ép chẻ cao nhất (9,3 MPa). Từ *Hình 3.5* cho thấy, cường độ chịu kéo khi ép chẻ của mẫu bê tông thực hiện trên mẫu chuẩn đều lớn hơn 4,5 MPa. Vậy bê tông này có thể phù hợp cả làm tấm mặt đường bê tông xi măng dài 5 m, rộng 5 m chứ không chỉ chế tạo gạch bê tông tự chèn với các yêu cầu kỹ thuật theo như nghiên cứu.

3.4. Độ mài mòn của bê tông

Mẫu bê tông khối lập phương cạnh là 7,07 mm được bão dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn thời gian 28 ngày. Kết quả thí nghiệm xác định độ mài mòn được tiến hành theo Tiêu chuẩn TCVN 3114:1993 [16] và được trình bày trong *Bảng 3.3*.

Bảng 3.3. Kết quả thí nghiệm xác định độ mài mòn với các tỷ lệ thay thế tro bay

TT	Độ mài mòn (g/cm^2)	M0	MFA30	MFA40	MFA50	MFA60	MFA70
1	Mn ở 28 ngày	0,13	0,22	0,26	0,28	0,37	0,42



Hình 3.6: Ảnh hưởng của hàm lượng tro bay đến độ mài mòn của bê tông

Độ mài mòn của mẫu bê tông đối chứng và mẫu bê tông có sử dụng tro bay cao với các tỷ lệ thay thế khác nhau *(Hình 3.6)* cho thấy, khi tỷ lệ thay thế tro bay càng tăng (từ 30 - 70%) thì độ mài mòn của bê tông tăng lên, tức là khả năng chống mài mòn của bê tông giảm. Ở hàm lượng thay thế tro bay 50%, bê tông có độ mài mòn phù hợp, không chênh lệch quá cao so với mẫu đối chứng. Tuy nhiên, khi hàm lượng tro bay thay thế xi măng cao 60%, 70% thì khả năng chống mài mòn lại suy giảm đáng kể. Nhưng các kết quả độ mài mòn ở tất cả các tỷ lệ tro bay thay thế xi măng đều thỏa mãn nhỏ hơn mức yêu cầu cho gạch bê tông tự chèn là 0,5 g/cm^2 theo TCVN 6476:1999.

4. KẾT LUẬN

Với nguồn nguyên vật liệu chủ yếu phía Nam, tro bay Nhà máy Nhiệt điện Vĩnh Tân có thể chế tạo bê tông có cường độ lớn hơn 50 MPa với hàm lượng tro bay thay thế xi măng lớn lên tới 50% để làm gạch bê tông tự chèn.

Khi lượng tro bay thay thế xi măng ở mức 30%, 40%, 50% thì bê tông có tính dẻo, cường độ chịu nén, cường độ chịu kéo khi ép chẻ, độ chống mài mòn tốt hơn so với mẫu bê tông đối chứng. Nhưng khi hàm lượng tro bay thay thế xi măng tăng cao từ 60% trở lên thì các tính chất này của bê tông lại không tốt hơn so với mẫu đối chứng.

Nghiên cứu đề xuất tỷ lệ phối trộn hợp lý của cấp phối bê tông là 50% xi măng được thay thế bởi tro bay. Đây là một hàm lượng thay thế tro bay khá cao, không những giúp giảm giá thành cấp phối bê tông mà còn đáp ứng tốt các tiêu chí về độ cứng, cường độ, độ mài mòn cho loại gạch bê tông tự chèn này.

Tài liệu tham khảo

[1]. C. Heidrich, H.-J. Feuerborn, A. Weir (2013), *Coal combustion products: a global perspective*, in: World of Coal Ash Conference.

[2]. C. Hua, X. Gruz and A. Ehrlacher (1995), *Thin sand concrete plate of high resistance in traction,* Materials and Structures, pp.550-553.

[3]. GS. TS. Phạm Duy Hữu (2011), *Giáo trình vật liệu xây dựng,* NXB. GTVT.

[4]. ACI 211.1-91, *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete.*

[5]. I. U.M. Bazenov, Bạch Đình Thiên, Trần Ngọc Tính (2004), *Công nghệ bê tông,* NXB. Xây dựng.

[6]. Thomas, M. D. A. (2007), *Optimizing the use of fly ash in concrete*, vol.5420, Portland Cement Association Skokie, IL.

[7]. Bentz, D. P., Ferraris, C. F., Snyder, K. A. (2013), *Best Practices Guide for High-Volume Fly Ash Concretes: Assuring Properties and Performance,* Technical report, U.S. Department of Commerce.

[8]. Titarmare, A. P., Deotale, S. R. S., Bachale, S. B. (2012), *Experimental Study Report on Use of Fly Ash in Ready Mixed Concrete,* International Journal of Scientific & Engineering Research, 3:2-10.

[9]. Lâm, N. T., Linh, N. N., Nam, T. V., Kiên, V. D., Khải, T. V., Hieu, P. Đ. (2020), *Ảnh hưởng của tỷ lệ tro bay thay thế một phần xi măng đến các tính chất của bê tông thương phẩm*, Tạp chí Khoa hoc Công nghệ xây dựng - ĐHXDHN, 14(4V):96-105.

[10]. TCVN 3118:1993*, Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ nén.*

[11]. Marceau, M. L., Gajda, J., VanGeem, M. G. (2002), *Use of fly ash in concrete: Normal and high volume ranges,* PCA R&D Serial, (2604).

[12]. Thomas, M. D. A. (2007), *Optimizing the use of fly ash in concrete*, vol.5420, Portland Cement Association Skokie, IL.

[13]. Mehta, P. K., Malhotra, V. M. (2004). *High-performance, high-volume fly ash concrete for sustainable development*, 2nd edition, Supplementary Cementing Materials for Sustainable Development, Ottawa, Canada.

[14]. Malhotra, V. M., M.-H., Z., Read, P. H., Ryell, J. (2000), *Long-Term Mechanical Properties and Durability Characteristics of High-Strength/High-Performance Concrete Incorporating Supplementary Cementing Materials under Outdoor Exposure Conditions,* Materials Journal, 97(5).

[15]. TCVN 8862:2011*, Quy trình thí nghiệm xác định cường độ kéo khi ép chẻ của vật liệu hạt liên kết bằng các chất kết dính.*

[16]. TCVN 3114:1993*, Bê tông nặng - Phương pháp xác định độ mài mòn.*

Ngày nhận bài: 30/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 19/4/2023
Người phản biện: TS. Hồ Xuân Ba
TS. Vũ Việt Hưng

Dynamic analysis of functionally graded graphene platelet reinforced composite plates resting on visco-elastic foundation and subjected to moving loads

■ **Assoc. Prof. VU HOAI NAM(*); MSc. LUU NGOC QUANG; MSc. DAO QUANG HUY**
Faculty of Civil Engineering, University of Transport Technology
Email: (*)hoainam.vu@utt.edu.vn

ABSTRACT: This paper presents a semi-analytical approach to investigate dynamic behavior of functionally graded graphene platelet reinforced composite (FG-GPLRC) plates resting on visco-elastic foundation subjected to moving loads. Governing equations of plate are derived by using classical plate theory and Volmir's assumption is applied. The resulting equations are solved by an approximate analytical procedure to obtain the explicit expression of dynamic motion equation and the dynamic responses are found by using Runge-Kutta method. The numerical results show the effects of distribution laws, weight fraction of graphene platelet, damping coefficient of foundation, load intensity and load velocity on the dynamic responses of these structures.

KEYWORDS: Dynamic analysis, functionally graded graphene platelet reinforced composite (FG-GPLRC), moving loads, classical plate theory.

1. INTRODUCTION

In recent years, functionally graded graphene platelet reinforced composite (FG-GPLRC) has also started to be studied. This type of material also has the advantages type of composite materials such as lightness and good load capacity. Additionally, the structures are reinforced by graphene sheets (GPLs) which have many outstanding mechanical properties such as high strength, and good electrical and thermal conductivity while being light in density. Kiani and Zur [1] investigated the free vibrations of FG-GPLRC skew plates resting on point supports using the first-order shear deformation theory of plates. The large deflection geometrically nonlinear analysis of FG-GPLRC rectangular plates was presented by Gholami and Ansari [2] using the sinusoidal shear deformation plate theory. Doan and Nam [3] studied the bending analysis of FG-GPLRC doubly curved shallow shells stiffened by oblique stiffeners.

The vibration problems of plate resting on foundation and subjected to moving loads is difficult problem which is very popular used in engineering designs. Many author focused on these problems with different methods and approaches. Kim and Roesset [4] studied the dynamic response of an infinite plate on an elastic foundation subjected to constant amplitude or harmonic moving loads. Dynamic response of the rectangular plate subjected to moving loads with variable velocity was presented by Li et al. [5]. Mandal [6] investigated the plate on visco-elastic foundation under a moving load.

This paper analyzed the dynamic responses of the FG-GPLRC plates on an visco-elastic foundation subjected to moving loads with a constant velocity. The resulting equations are solved by an approximate analytical procedure to obtain the explicit expression of dynamic motion equation and the dynamic responses are found by using Runge-Kutta method.

2. GOVERNING EQUATIONS AND SOLVING PROBLEM

Consider a FG-GPLRC plate of thickness h and in-plane edges a and b. Let the (x_1,x_2) plane of the Cartesian coordinates overlaps the rectangular plane area of the plates.

The strains at the middle surface and curvatures relating to the displacement components *u, v, w* based on the classical plate theory are of the form.

$$\varepsilon_1^0=\frac{\partial u}{\partial x_1},\varepsilon_2^0=\frac{\partial v}{\partial x_2},\gamma_{12}^0=\frac{\partial u}{\partial x_2}+\frac{\partial v}{\partial x_1}. \quad (1)$$

The deformation compatibility equation can be obtained form Eq. (1)

$$\frac{\partial^2\varepsilon_1^0}{\partial x_2^2}+\frac{\partial^2\varepsilon_2^0}{\partial x_1^2}-\frac{\partial^2\gamma_{12}^0}{\partial x_1\partial x_2}=0. \quad (2)$$

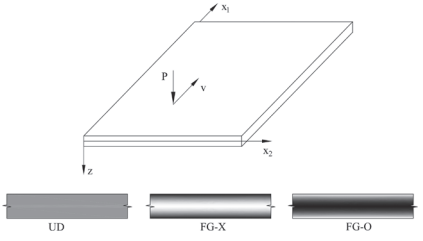


Figure 2.1: Model and coordinate system of FG-GPLRC plate

Hooke's stress-strain relation is applied for the plate:

$$\sigma_1=\frac{E(z)}{1-\nu(z)^2}(\varepsilon_1+\nu\varepsilon_2),\sigma_2=\frac{E(z)}{1-\nu(z)^2}(\varepsilon_2+\nu\varepsilon_1),\tau_{12}=\frac{E(z)}{2(1+\nu(z))}\gamma_{12}, \quad (3)$$

The plate is made of FG-GPLRC with five distributed laws of mass fraction of GPLs: UD-GPLRC, X-GPLRC, O-GPLRC,

V-GPLRC, and A-GPLRC. The elastic modulus of the plate is determined based on the Halpin-Tsai model as follows:

$$E(z)=\frac{3}{8}\frac{1+\zeta_1\delta_1 V_{GPL}(z)}{1-\delta_1 V_{GPL}(z)}E_m+\frac{5}{8}\frac{1+\zeta_2\delta_2 V_{GPL}(z)}{1-\delta_2 V_{GPL}(z)}E_m, \quad (4)$$

Where:

$$\delta_1=\frac{(E_{GPL}/E_m)-1}{(E_{GPL}/E_m)+\zeta_1},\ \delta_2=\frac{(E_{GPL}/E_m)-1}{(E_{GPL}/E_m)+\zeta_2},\ \zeta_1=2(a_{GPL}/t_{GPL}),\ \zeta_2=2(b_{GPL}/t_{GPL}), \quad (5)$$

with: E_m and E_{GPL} are respectively the elastic moduli of the matrix and GPL, a_{GPL}, b_{GPL} and t_{GPL} are the denotes of the length, width and thickness of the GPLs, respectively, and V_{GPL} is the volume fraction of the GPLs ($V_m + V_{GPL} = 1$), defined as:

$$V_{GPL}(z)=\frac{W_{GPL}}{W_{GPL}+(\rho_{GPL}/\rho_m)(1-W_{GPL})}, \quad (6)$$

Where: ρ_m and ρ_{GPL} are the mass densities of the matrix and the GPLs, respectively, W_{GPL} is mass fraction of GPLs which depends to the thickness of plate with the following functions.

$$W_{GPL}(z)=\begin{cases} W^*_{GPL} & \text{for } \frac{-h}{2}\le z\le\frac{h}{2} \quad \text{UD,}\\ 4\frac{|z|}{h}W^*_{GPL} & \text{for } \frac{-h}{2}\le z\le\frac{h}{2} \quad \text{FG-X,}\\ 2\left(1-\frac{2|z|}{h}\right)W^*_{GPL} & \text{for } \frac{-h}{2}\le z\le\frac{h}{2} \quad \text{FG-O,}\end{cases} \quad (7)$$

Where: W_{GPL} is the total mass fraction of GPLs.

Poisson ratio and thermal expansion coefficient of FG-GPLRC plate are determined according to the mixture rule as:

$$\nu(z)=\nu_m(1-V_{GPL})+\nu_{GPL}V_{GPL}. \quad (8)$$

Using Hooke's stress-strain relation of plate and integrating the stress - strain equations and their moments through the thickness of the plate, the expressions for force and moment resultants of the FG-GPLRC plate are obtained as:

$$\begin{aligned} N_1&=A_{11}\varepsilon_1^0+A_{12}\varepsilon_2^0-B_{11}\chi_1-B_{12}\chi_2,\\ N_2&=A_{12}\varepsilon_1^0+A_{22}\varepsilon_2^0-B_{12}\chi_1-B_{22}\chi_2,\\ N_{12}&=A_{66}\gamma_{12}^0-2B_{66}\chi_{12}, \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} M_1&=B_{11}\varepsilon_1^0+B_{12}\varepsilon_2^0-D_{11}\chi_1-D_{12}\chi_2,\\ M_2&=B_{12}\varepsilon_1^0+B_{22}\varepsilon_2^0-D_{12}\chi_1-D_{22}\chi_2,\\ M_{12}&=B_{66}\gamma_{12}^0-2D_{66}\chi_{12}, \end{aligned} \quad (10)$$

Where: A_{ij}, B_{ij}, $D_{ij}(i,j=1,2,6)$ are extensional, coupling and bending stiffnesses of the plate.

For later use, the strain-force resultant reverse relations are obtained from Eq. (9).

$$\begin{aligned} \varepsilon_1^0&=A_{22}^*N_1-A_{12}^*N_2+B_{11}^*\chi_1+B_{12}^*\chi_2,\\ \varepsilon_2^0&=A_{11}^*N_2-A_{12}^*N_1+B_{21}^*\chi_1+B_{22}^*\chi_2,\\ \gamma_{12}^0&=A_{66}^*. \end{aligned} \quad (11)$$

Substituting Eq. (11) into (10), leads to:

$$\begin{aligned} M_1&=B_{11}^*N_1+B_{21}^*N_2-D_{11}^*\chi_1-D_{12}^*\chi_2,\\ M_2&=B_{12}^*N_1+B_{22}^*N_2-D_{21}^*\chi_1-D_{22}^*\chi_2,\\ M_{12}&=-2D_{66}^*\chi_{12}. \end{aligned} \quad (12)$$

Based on the classical plate theory and the Volmir's assumption (1972), the motion equations of a reinforced plate is written in the form:

$$\begin{aligned} &\frac{\partial N_1}{\partial x_1}+\frac{\partial N_{12}}{\partial x_2}=0,\\ &\frac{\partial N_{12}}{\partial x_1}+\frac{\partial N_2}{\partial x_2}=0,\\ &\frac{\partial^2 M_1}{\partial x_1^2}+2\frac{\partial^2 M_{12}}{\partial x_1\partial x_2}+\frac{\partial^2 M_2}{\partial x_2^2}-Kw+P\delta(x_1-ct)\delta(x_2-x_2^0)=\rho_1\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}+2\rho_1\varepsilon\frac{\partial w}{\partial t}, \end{aligned} \quad (13)$$

Where: K is the stiffness of elastic foundation and is ε the damping coefficient of foundation.

$$\rho_1=\int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}}\rho(z)dz,$$

The first two of Eq. (13) are satisfied automatically by introducing a stress function φ as:

$$N_1=\frac{\partial^2\varphi}{\partial x_2^2},\qquad N_2=\frac{\partial^2\varphi}{\partial x_1^2},\qquad N_{12}=-\frac{\partial^2\varphi}{\partial x_1\partial x_2}. \quad (14)$$

Substituting Eq. (11) into the compatibility Eqs. (2) and Eq. (12) into the third of Eq. (13), taking into account expressions (1) and (14), yields.

$$A_{11}^*\frac{\partial^4\varphi}{\partial x_1^4}+\left(A_{66}^*-2A_{12}^*\right)\frac{\partial^4\varphi}{\partial x_1^2\partial x_2^2}+A_{22}^*\frac{\partial^4\varphi}{\partial x_2^4}+B_{21}^*\frac{\partial^4 w}{\partial x_1^4}+\left(B_{11}^*+B_{22}^*\right)\frac{\partial^4 w}{\partial x_1^2\partial x_2^2}+B_{12}^*\frac{\partial^4 w}{\partial x_2^4}=0, \quad (15)$$

$$\begin{aligned} &\rho_1\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}+2\rho_1\varepsilon\frac{\partial w}{\partial t}+D_{11}^*\frac{\partial^4 w}{\partial x_1^4}+\left(D_{12}^*+D_{21}^*+4D_{66}^*\right)\frac{\partial^4 w}{\partial x_1^2\partial x_2^2}+D_{22}^*\frac{\partial^4 w}{\partial x_2^4}\\ &-B_{21}^*\frac{\partial^4\varphi}{\partial x_1^4}-\left(B_{11}^*+B_{22}^*\right)\frac{\partial^4\varphi}{\partial x_1^2\partial x_2^2}-B_{12}^*\frac{\partial^4\varphi}{\partial x_2^4}=P\delta(x_1-ct)\delta(x_2-x_2^0)-Kw. \end{aligned} \quad (16)$$

A reinforced plate considered in this paper is assumed to be simply supported and the deflection shape is chosen by:

$$w(t)=\sum_{m=1}^{\infty}\sum_{n=1}^{\infty}W\sin\frac{\pi m x_1}{a}\sin\frac{\pi n x_2}{b}, \quad (17)$$

Where: W is time dependent amplitude, m and n are haft wave deflection mode shape in x_1, x_2 direction, respectively.

Substituting Eq. (17) into Eq. (18) and solving the resulting equation for unknown φ. Then, substituting the deflection shape (17) and obtained stress function into Eq. (16) and applying the Galerkin's method to the obtained equation for each deflection mode shape is:

$$M\ddot{W}+2M\varepsilon\dot{f}+\left(D+\frac{B^2}{A}\right)W+K\frac{a^4}{\pi^4}W=\frac{4a^3}{\pi^4 b}P\sin\frac{m\pi\xi}{a}\sin\frac{n\pi\eta}{b}. \quad (18)$$

Dynamic responses of FG-GPLRC plate can be investigated by applying Runge-Kutta method for Eq. (18).

3. NUMERICAL EXAMPLES

To illustrate the proposed approach to FG-GPLRC plate, unless specifically noted, the plate considered here are designed with a = 1 m, b = 1 m, h = 0.02 m, K = 10^7 N/m^3, P = 70 kN, c = 20 m/s, $\xi = ct$, $\eta = b/2$.

To illustrate the obtained results in the previous section, in this section, the spherical shells and circular plates are made from the copper matrix and GPLs reinforcements. The material properties are given by Wang et al. [8].

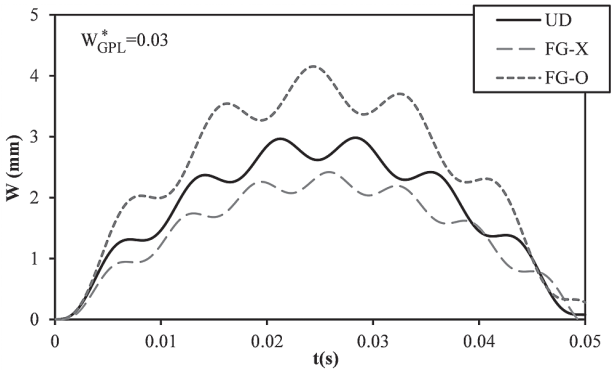


Figure 3.1: Effect of GPL distribution types on dynamic response of center point of FG-GPLRC plates

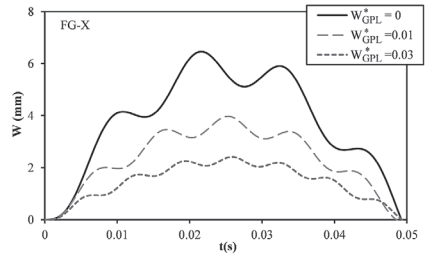


Figure 3.2: Effect of weight fraction of GPL on dynamic response of center point of FG-GPLRC plates

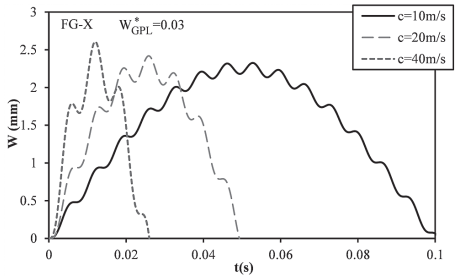


Figure 3.3: Effect of load velocity on dynamic response of center point of FG-GPLRC plates.

Effect of GPL distribution types on dynamic response of center point of plate is shown in *Figure 3.1* Clearly, the vibration amplitude of FG-X plate is the smallest and that of FG-O plate is the largest. while intermediate value of vibration amplitudes can be observed with the UD plate.

Figure 3.2 presents the effect of weight fraction of GPL on dynamic response of center point of FG-X plate. As can be seen that, the vibration amplitude of FG-X plate strongly decreases when the weight fraction of GPL increases. The plate load capacity is greatly improved with only a small amount of added GPL.

Figure 3.3 presents the effect of load velocity on dynamic response of center point of FG-GPLRC plate. As can be observed, the vibration amplitude of the plates clearly increases when the load velocity increases.

Figure 3.4 shows the effect of load intensity on dynamic response of center point of FG-GPLRC plate. Obviously, the dynamic deflection of plate strongly increases when the load intensity increases.

Dynamic responses of the center point of plate with different damping coefficient of foundation are presented in *Figure 3.5*. The global vibration amplitude of plates decreases when the damping coefficient increases.

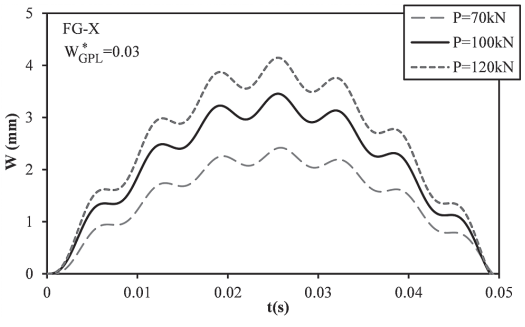


Figure 3.4: Effect of load intensity on dynamic response of center point of FG-GPLRC plates

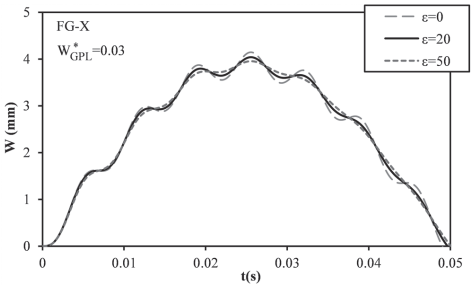


Figure 3.5: Effect of damping coefficient on dynamic response of center point of FG-GPLRC plates

4. CONCLUSIONS

The governing motion equations of FG-GPLRC plates based upon the classical plate theory and Volmir's assumption is used. By using the Galerkin method, the dynamic equation for analysis of behavior of FG-GPLRC plate is obtained by applying Runge-Kutta method. The effects of distribution laws, weight fraction of graphene platelet, damping coefficient of foundation, load intensity and load velocity are investigated in numerical results.

Acknowledgments: This research is funded by University of Transport Technology (UTT) under grant number DTTD2021-03.

References

[1]. Kiani Y and Zur KK. (2022), *Free vibrations of graphene platelet reinforced composite skew plates resting on point supports*, Thin-Walled Struct.,176: 109363.

[2]. Gholami R, Ansari R. (2017), *Large deflection geometrically nonlinear analysis of functionally graded multilayer graphene platelet-reinforced polymer composite rectangular plates*, Compos Struct.,180: 760-771.

[3]. Doan CV, Nam VH, *Large Deflection Bending Analysis of FG-GPLRC Doubly Curved Thin Shallow Shells Stiffened by Oblique Stiffeners*, CIGOS 2021, Emerging Technologies and Applications for Green Infrastructure 2022; 203: 351-360.

[4]. Kim S and Roesset J. (1998), *Moving Loads on a Plate on Elastic Foundation*, J Eng Mech (ASCE), 124(9): 1010-1017.

[5]. Li M, Qian T, Zhong Y and Zhong H. (2014), *Dynamic Response of the Rectangular Plate Subjected to Moving Loads with Variable Velocity*, J Eng Mech (ASCE), 140(4): 06014001.

[6]. Mandal S. (1972), *Plate on Viscoelastic Foundation under a Moving Load*, Pure and Applied Geophysics, 93(1): 55-59.

[7]. Volmir AS. (1972), *Nonlinear dynamics of plates and shells*, Science Edition, Russian.

[8]. Wang Y, Zeng R and Safarpour M. (2022), *Vibration analysis of FG-GPLRC annular plate in a thermal environment*, Mech Based Des Struct Mach., 50(1): 352-370.

Receipt date: 05/3/2023
Acceptance date for posting: 15/4/2023
Reviewer: Dr. Tran Trung Hieu
Dr. Ho Sy Lanh

Nghiên cứu ứng dụng GIS và viễn thám trong phân tích sự thay đổi cảnh quan từ tác động của đô thị hóa và phát triển du lịch

■ **TS. LÊ KHÁNH GIANG**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: gianglk@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Đô thị hóa và phát triển du lịch đang gây áp lực lên chất lượng cuộc sống và cảnh quan ở các di sản văn hóa trên toàn cầu. TP. Huế - một di sản văn hóa thế giới cũng đang phải chịu các tác động này. Bài báo có nội dung nghiên cứu đánh giá, định lượng các tác động của đô thị hóa và phát triển du lịch đến sự thay đổi cảnh quan di sản của TP. Huế bằng việc tích hợp công nghệ GIS và viễn thám. Kết quả cho thấy tăng dân số và phát triển hạ tầng du lịch dẫn đến mở rộng đất đô thị, gây giảm không gian xanh - một phần quan trọng của di sản Huế.

TỪ KHÓA: GIS, viễn thám, phân tích không gian, đô thị hóa.

ABSTRACT: Urbanization and tourism development are putting pressure on the quality of life and landscapes in Cultural Heritage sites around the globe. Hue city, a world cultural heritage site, is also suffering from these impacts. The article has the content of research, assessment and quantification of the impacts of urbanization and tourism development on the change of heritage landscape of Hue city by integrating GIS and remote sensing technology. The results show that population growth and tourism infrastructure development lead to the expansion of urban land, causing a decrease in green space - an important part of Hue's heritage.

KEYWORDS: GIS, remote sensing, spatial analysis, urbanization.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quá trình đô thị hóa, tăng trưởng dân cư, xây dựng cơ sở hạ tầng giao thông và các hoạt động du lịch đang gây áp lực lên các di sản văn hóa [1]. Sự quá tải của du khách và các phương tiện vận chuyển làm ô nhiễm môi trường và gây mất an toàn các khu di tích [2]. Việc bảo tồn di sản phụ thuộc vào việc giữ gìn cảnh quan xung quanh và có nhiều quy định để đảm bảo tính toàn vẹn của di sản [3]. Do đó, việc đánh giá được sự thay đổi của không gian di sản theo thời gian và xác định các nhân tố ảnh hưởng đến sự thay đổi đó là quan trọng để khoanh vùng cần bảo vệ của di sản.

Viễn thám và GIS đang được sử dụng rộng rãi trong việc nghiên cứu và bảo tồn di sản trên toàn cầu, với đa dạng về đối tượng và chủng loại dữ liệu [4, 5]. Độ phân giải không gian của dữ liệu viễn thám ngày càng được cải tiến, cho phép xác định được mức độ chi tiết của các đối tượng và miêu tả nhiều đặc tính hơn. Dữ liệu viễn thám có độ phân giải thấp và trung bình như Landsat và SPOT được sử dụng để nghiên cứu các vùng rừng nhiệt đới và sa mạc khô cằn ở New Mexico [6]. Công nghệ viễn thám cung cấp một công cụ hiệu quả để xác định các khu vực di sản và thiết lập cơ sở dữ liệu để hỗ trợ việc quản lý và giám sát khu vực bảo tồn.

Tổ hợp di tích của TP. Huế được UNESCO công nhận là Di sản Văn hóa Thế giới từ 1993 do các giá trị nổi bật toàn cầu về mặt cảnh quan kiến trúc. Những khu vực có di tích và cảnh quan phong thủy cũng là nơi tập trung đông dân cư và các công trình phục vụ đời sống dân sinh. Báo cáo điều chỉnh quy hoạch của TP. Huế đến năm 2030 tầm nhìn đến năm 2050 [7] nhấn mạnh việc quy hoạch xây dựng không gian xanh, vành đai xanh, các phân khu chức năng được xây dựng tách biệt. Ngoài việc bảo tồn không gian văn hóa nghệ thuật kiến trúc, bảo vệ di sản trước những yếu tố ảnh hưởng bởi sự đô thị hóa, thảm họa thiên nhiên, du lịch, dân cư sống trong khu vực di sản thì cũng cần bảo tồn không gian tự nhiên từ các thành tố cấu thành đô thị như không gian sông Hương, không gian nhà vườn và hình thái đô thị - nông thôn.

Căn cứ vào những đánh giá trên, nghiên cứu này tập trung vào đánh giá tác động của đô thị hóa và phát triển du lịch đến không gian xanh và đô thị xung quanh các khu di tích, sử dụng các công cụ viễn thám và GIS để nghiên cứu một số điểm di tích tiêu biểu của Huế.

2. NỘI DUNG

2.1. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

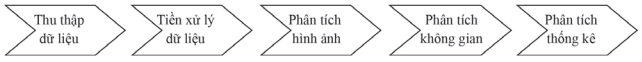
2.1.1. Dữ liệu nghiên cứu

Nghiên cứu tập trung đánh giá sự biến đổi cảnh quan từ 2011 đến 2021 bằng cách sử dụng ảnh vệ tinh SPOT 5 và VNREDSat-1 và xác định hai xu hướng chính là đô thị hóa và bảo tồn cảnh quan.

Dữ liệu thống kê bao gồm dân số và tăng trưởng dân số từ 2011 đến 2021, thông tin du lịch bao gồm các điểm khách sạn, nhà hàng và di tích cố đô được thu thập từ các nguồn khác nhau.

2.1.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp phân tích sự thay đổi cảnh quan do tác động của đô thị hóa và phát triển du lịch bằng cách sử dụng GIS và viễn thám bao gồm một số bước chính sau *(Hình 2.1)*:



Hình 2.1: Quy trình thực hiện phân tích

- Thu thập dữ liệu: Nghiên cứu đã thu thập dữ liệu không gian từ nhiều nguồn khác nhau bao gồm hình ảnh vệ tinh, bản đồ và dữ liệu thống kê về dân số, du lịch và di sản. Dữ liệu này bao gồm ảnh vệ tinh SPOT 5 và VNREDSat-1 được chụp lần lượt vào năm 2011 và 2021, cũng như dữ liệu du lịch và di sản được thu thập từ các khách sạn, nhà hàng và khu di sản ở TP. Huế.

- Tiền xử lý dữ liệu: Hình ảnh vệ tinh được xử lý trước để loại bỏ nhiễu và nâng cao chất lượng hình ảnh. Điều này liên quan đến hiệu chỉnh hình ảnh để căn chỉnh hình ảnh cho đúng vị trí địa lý. Dữ liệu thống kê cũng được xử lý trước để tạo các bản đồ và lớp dữ liệu phù hợp.

- Phân tích hình ảnh: Các hình ảnh vệ tinh được xử lý trước được phân tích bằng cách sử dụng các kỹ thuật viễn thám và GIS để trích xuất thông tin che phủ mặt đất và xác định những thay đổi về cảnh quan theo thời gian. Điều này bao gồm việc phân loại các hình ảnh vệ tinh thành các lớp che phủ đất như đô thị, rừng, nước và nông nghiệp. Công cụ phân tích SEaTH (Separability and Thresold) được sử dụng để xác định các tính năng đặc trưng với một cách tiếp cận thống kê dựa trên các đối tượng mẫu. Phương pháp phân loại tích hợp với việc sử dụng thuật toán phân tích SEaTH cho kết quả phân loại có độ chính xác cao nhất. SEaTH dựa trên hai yếu tố quan trọng: mức độ tách biệt (Separability) và ngưỡng (Threshold) [8].

- Phân tích không gian: Thông tin lớp phủ đất được phân tích không gian bằng cách sử dụng GIS để xác định những thay đổi về sử dụng đất và lớp phủ đất theo thời gian. Điều này bao gồm xác định các khu vực mở rộng đô thị và giảm không gian xanh. Có rất nhiều phương pháp đánh giá các yếu tố tác động đến biến động cảnh quan và đánh giá mối quan hệ giữa các biến đầu vào nhưng việc lựa chọn mô hình phải tính đến tính phù hợp của dữ liệu và độ chính xác của mô hình. Qua các phân tích thử nghiệm tác giả đã lựa chọn mô hình phân tích hồi quy logistics để đánh giá mối tương quan giữa đô thị hóa, phát triển du lịch, bảo tồn di sản và biến đổi cảnh quan di sản xung quanh các điểm di tích tại TP. Huế. Phương pháp này hữu ích cho những trường hợp biến phụ thuộc (Y) có kết quả nhị phân và đã được sử dụng rất nhiều trong các nghiên cứu về biến động sử dụng đất trong mối tương quan với các yếu tố về kinh tế xã hội, dân cư, dân tộc, sinh thái, đô thị hóa [9].

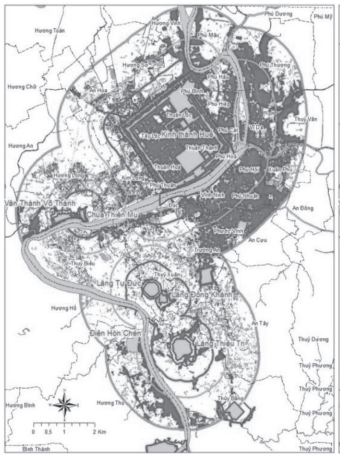
Ngoài ra, nghiên cứu còn sử dụng phương pháp vùng đệm [10] để đánh giá mở rộng đất đô thị, trong đó sử dụng phân tích vùng đệm mở rộng ra bên ngoài từ lõi tại các khu vực thành phố lớn. Vùng I và vùng II của di tích được sử dụng là khu vực lõi, sau đó lấy mở rộng ra các vùng đệm 500 m, 1.000 m, 2.000 m.

- Phân tích thống kê: Phân tích thống kê được thực hiện để điều tra mối quan hệ giữa thay đổi cảnh quan với quá trình đô thị hóa và phát triển du lịch. Điều này bao gồm phân tích dữ liệu dân số và thống kê du lịch để xác định tác động của các yếu tố này đối với sự thay đổi cảnh quan.

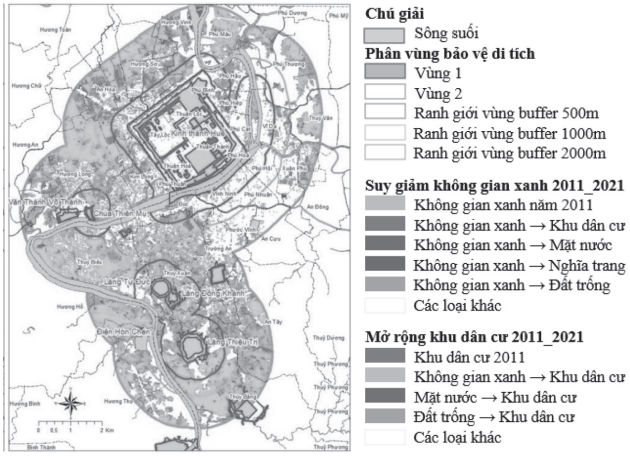
2.2. Kết quả thực hiện

2.2.1. Sự thay đổi các yếu tố cảnh quan và đô thị xung quanh vùng di tích

Kết quả đánh giá biến động lớp phủ từ ảnh SPOT năm 2011 và ảnh VNREDSat-1 năm 2021, hai nhóm đất điển hình có sự thay đổi mạnh mẽ và quan hệ lẫn nhau là nhóm đất dân cư và nhóm đất không gian xanh (đất không gian xanh bao gồm: đất nông nghiệp, đất cây xanh và rừng trồng), trong đó đất đất nông nghiệp có xu hướng giảm dần với số lượng lớn, chuyển đổi sang một số loại hình sử dụng khác và loại hình được chuyển sang nhiều nhất là đất dân cư. Trong từng vùng đệm theo di tích ta cũng thấy sự suy giảm mạnh của đất không gian xanh và sự tăng lên của đất dân cư, sự giảm đất không gian xanh thì nhiều hơn là sự tăng lên của đất dân cư (gần gấp 2 lần). Đối với vùng đất di tích II thì không xảy ra sự suy giảm không gian xanh, nhưng vẫn có sự tăng lên một lượng nhỏ của đất dân cư ở khu vực kinh thành Huế và khu vực lăng Thiệu Trị *(Hình 2.2)*.



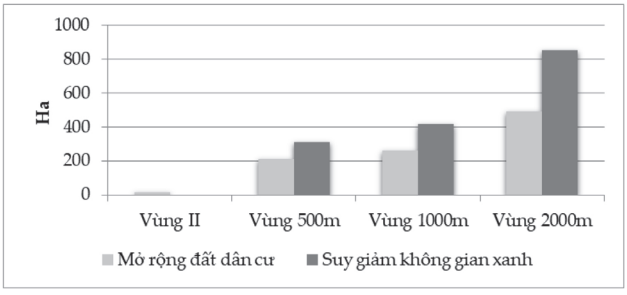
a) - Mở rộng đất dân cư



b) - Suy giảm không gian xanh

Hình 2.2: Bản đồ biến động cảnh quan xung quanh vùng di tích Huế giai đoạn 2011 - 2021

Khu vực xảy ra biến động đất dân cư và không gian xanh đều nằm nhiều ở khu vực phường Thủy Xuân, trong khu vực 500 m và 1.000 m xung quanh lăng Thiệu Trị, Tự Đức và Đồng Khánh, nơi còn nhiều quỹ đất nông nghiệp. Một số phường khác như Thủy Biều, Hương Sơ, Vĩ Dạ, Xuân Phú nằm trong vùng đệm 2.000 m cũng đang xảy ra các biến đổi chuyển từ đất nông nghiệp sang đất dân cư *(Hình 2.3)*.



Hình 2.3: Diện tích biến động dân cư và không gian xanh theo các khoảng vùng đệm

2.2.2. Ảnh hưởng của đô thị hóa và phát triển du lịch đến thay đổi cảnh quan di tích Huế

Mô hình hồi quy logistics được sử dụng để xác minh những yếu tố nào là tác nhân thúc đẩy và những yếu tố nào làm hạn chế tới sự chuyển đổi của hai quá trình mở rộng dân cư (đô thị hóa) và thu hẹp không gian xanh (bảo tồn cảnh quan). Biến phụ thuộc Y với trạng thái tham chiếu là 0 và 1 (0: không có thay đổi; 1: thay đổi). Các biến độc lập bao gồm 3 nhóm nhân tố đã được phát hiện sau phép phân tích nhân tố gồm: Hạ tầng du lịch, Di sản, Tăng trưởng dân số *(Bảng 2.1)*.

Bảng 2.1. Các biến dữ liệu được đưa vào phân tích

Loại biến	Nhóm biến	Tên biến	Loại dữ liệu	Đơn vị
Biến phụ thuộc		Mở rộng đất đô thị	Nhị phân	0-1
		Thu hẹp không gian xanh	Nhị phân	0-1
Biến độc lập	Hạ tầng du lịch	Khoảng cách tới nhà hàng	Liên tục	mét
		Khoảng cách tới khách sạn	Liên tục	mét
		Mật độ dân số năm 2021	Liên tục	Người/ km^2
		Khoảng cách tới đường giao thông	Liên tục	mét
		Khoảng cách tới tuyến đường du lịch	Liên tục	mét
	Di sản	Khoảng cách tới điểm di tích	Liên tục	mét
		Khoảng cách tới sông	Liên tục	mét
	Tăng trưởng dân số	Tăng trưởng dân số 2011 - 2021	Liên tục	%/năm

Kết quả từ mô hình phân tích hồi quy trên phần mềm XLSTAT trong *Bảng 2.2* cho thấy hệ số ảnh hưởng của các yếu tố tác động tới các loại hình biến đổi cảnh quan, các chỉ số đánh giá mô hình phù hợp với khoảng tin cậy 95%.

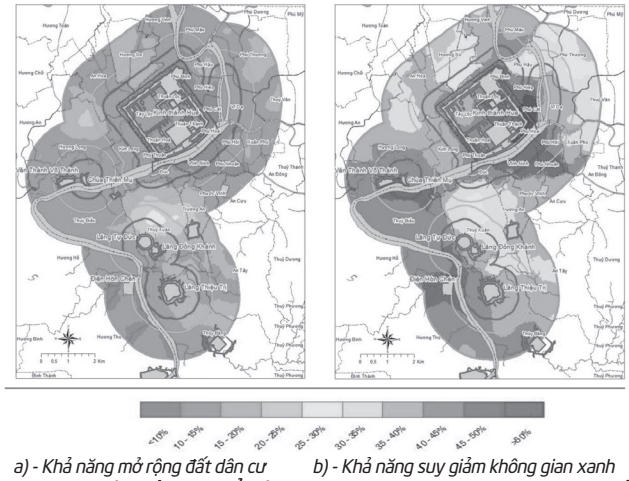
Bảng 2.2. Kết quả phân tích hồi quy logistics

Biến đổi cảnh quan	Nhân tố tác động	Value	Độ lệch chuẩn	Pr > Chi^2	Odds ratio	R^2	AUC
Mở rộng dân cư	Hệ số khởi đầu	-1,926	0,043	< 0,0001		0,18	0,586
	Hạ tầng du lịch	0,076	0,042	< 0,071	1,079		
	Di sản	0,000	0,000				
	Tăng trưởng dân số	0,284	0,042	<0,0001	1,329		
Suy giảm không gian xanh	Hệ số khởi đầu	-0,672	0,033	< 0,0001		0,32	0,568
	Hạ tầng du lịch	0,000	0,000				
	Di sản	0,204	0,034	< 0,0001	1,226		
	Tăng trưởng dân cư	0,302	0,036	< 0,0001	1,353		

Kết quả cho thấy khả năng mở rộng dân cư có quan hệ phụ thuộc với yếu tố về hạ tầng du lịch và sự tăng trưởng dân số với các hệ số phụ thuộc là 0,076 và 0,284, nghĩa là nếu khoảng cách tới các khu vực có cơ sở hạ tầng du lịch càng lớn thì khả năng mở rộng đất đô thị càng cao (nếu khoảng cách tăng lên 2 lần thì kỳ vọng khả năng mở rộng đất đô thị là $e^{0,076*(2)} = 1,164$ lần) và tỷ lệ tăng trưởng dân cư càng lớn thì khả năng mở rộng đất đô thị càng cao (nếu tăng trưởng dân số tăng lên 2 đơn vị thì kỳ vọng khả năng mở rộng đất đô thị là $e^{0,284*(2)} = 1,764$ lần).

Đối với khả năng suy giảm không gian xanh, các yếu tố ảnh hưởng tới sự suy giảm này lại bao gồm yếu tố về di sản và tăng trưởng dân cư. Nghĩa là, ở các khu vực có tăng trưởng dân cư càng lớn thì khả năng suy giảm không gian xanh càng cao (nếu tăng trưởng dân số tăng lên 2 đơn vị thì kỳ vọng khả năng suy giảm không gian xanh là $e^{0,302*[24]} = 1,809$ lần), nếu khoảng cách tới các điểm di tích càng lớn thì khả năng suy giảm không gian xanh cũng càng tăng (nếu khoảng cách tăng lên 2 lần thì kỳ vọng khả năng suy giảm không gian xanh là $e^{0,204*(2)} = 1,503$ lần).

Các kết quả này cho phép đánh giá mức độ ảnh hưởng của từng yếu tố liên quan tới đô thị hóa và phát triển du lịch có khả năng ảnh hưởng tới sự thay đổi cảnh quan xung quanh vùng di tích và cho phép dự báo khả năng biến động cảnh quan xung quanh vùng di tích. Sử dụng công cụ IDW (nội suy bề mặt không gian bằng trọng số khoảng cách ngược) trong phần mềm ArcGIS 10.5, chúng tôi xây dựng bản đồ dự báo khả năng mở rộng đất dân cư và khả năng suy giảm không gian xanh trong bán kính 2 km theo các vùng di tích *(Hình 2.4)*.



a) - Khả năng mở rộng đất dân cư *b) - Khả năng suy giảm không gian xanh*

Hình 2.4: Bản đồ thay đổi cảnh quan xung quanh vùng di tích Huế giai đoạn 2011 - 2021

Trong hai bản đồ trên, xuất phát là các vùng di tích được bảo vệ nghiêm ngặt (vùng 1) tiếp đến vùng bảo vệ 2 và các vùng liên tiếp được lấy buffer 500 m, 1.000 m, 2.000 m. Khả năng biến đổi lớp không gian xanh và mở rộng dân cư có sự khác biệt giữa các vùng buffer và giữa các khu vực gần điểm di tích khác nhau. Nhìn chung, khả năng mở rộng đô thị ở các khu vực đều có xác xuất xảy ra thấp. Khả năng mở rộng đất dân cư cao nhất nằm ở phường Thụy Xuân - khu vực gần lăng Tự Đức và Đàn Nam Giao. Khả năng suy giảm không gian xanh thấp nhất là ở gần khu vực kinh thành Huế gồm các phường Thuận Thành, Thuận Lộc, Phú Hòa nằm trong ranh giới khu Thành Nội được bảo vệ nghiêm ngặt về cảnh quan và các quy định giới hạn về thay đổi sử dụng đất. Khả năng suy giảm không gian xanh thấp còn ở các phường đã có mật độ đô thị rất lớn và không còn nhiều không gian xanh như Vĩnh Ninh, Phú Hội, Phú Nhuận. Các phường ven đô ở xa khu trung tâm gần khu vực chùa Thiên Mụ như Hương Long, Thủy Biểu, gần khu vực điện Hòn Chén của xã Hương Thọ. Các khu vực với màu vàng và màu cam với khả năng suy giảm nhiều nhất nằm ở phường Thủy Xuân - đó là khu vực không gian xung quanh các lăng Tự Đức, lăng Thiệu Trị, khu vực các phường Hương Sơ, Phú Thượng, Phú Hậu.

3. KẾT LUẬN

Như vậy, bằng các phương pháp viễn thám và phương pháp phân tích thống kê không gian dựa trên các vùng buffer của khu vực bảo tồn di sản, nghiên cứu đã chỉ ra các biến đổi, khả năng biến đổi bằng số liệu và khu vực cụ thể trên không gian từng vùng di tích. Ta có thể thấy suy giảm đất không gian xanh có khả năng diễn ra mạnh hơn khả năng mở rộng đất đô thị và tập trung ở các phường ven đô nơi còn nhiều quỹ đất nông nghiệp và hoạt động phát triển kinh tế cũng đang diễn ra mạnh mẽ. Khả năng suy giảm không gian xanh cũng diễn ra nhiều hơn ở khu vực tiếp biên (500 m) với khu vực bảo vệ II. Đối với khu vực trung tâm của di tích thành Nội, nơi tập trung dân cư, mật độ cao khách sạn, nhà hàng, cửa hàng kinh doanh phục vụ cho phát triển du lịch lại có khả năng mở rộng đất đô thị thấp, tức là áp lực tác động lên vùng di sản đang phát triển theo chiều sâu về chất lượng và chiều cao, chắc chắn sẽ tạo ra những áp lực về môi trường cho vùng di tích.

Tài liệu tham khảo

[1]. Bob McKercher, Pamela S. Y. Ho and Hilary du Cros (2005), *Relationship between tourism and cultural heritage management: evidence from Hong Kong*, Tourism Management, 26, 539-548.

[2]. Junxi Qian, Dan Feng, and Hong Zhu (2012), *Tourism-driven urbanization in China's small town development: A case study of Zhapo Town*, 1986 - 2003, Habitat International, 36, 152-160.

[3]. UNESCO (2011), *A new International Instrument: the proposed UNESCO Recommendation on the Historic Urban Landscape (HUL)*.

[4]. L Indrawati, S H Murti, R Rachmawati and A Kurniawan (2020), *IOP Conf. Ser.: Earth Environ*, Sci. 485 012113.

[5]. Mohamed Daoudi and Abdoul Jelil Niang (2021), *Effects of geomorphological characteristics on urban expansion of Jeddah city-Western Saudi Arabia: a GIS and Remote Sensing Data-Based Study (1965 - 2020)*, 15 (1), 1217-1231.

[6]. Gaetano Pakimbo and Dominic Powlesland (1996), *Remote sensing and geographic database management systems applications for the protection andconservation of cultural heritage*, Remote Sensing for Geography, Geology, Land Planning and Cultural Heritage, 2960, 124-128.

[7]. Cổng Thông tin điện tử Chính phủ (2014), *Quyết định số 649/QĐ-TTg, Điều chỉnh quy hoạch chung TP. Huế đến năm 2030 tầm nhìn đến năm 2050*.

[8]. Woody Turner, Sacha Spector, Ned Gardiner, Matthew Fladeland, Eleanor Sterling and Marc Steininger (2006), *Remote sensing for biodiversity science and conservation*, TRENDS in Ecology and Evolution, 18(6).

[9]. Hoàng Thị Thu Hương, Veerle Vanacker, Anton Van Rompaey, Vũ Kim Chi and Nguyễn An Thịnh (2014), *Changing human-landscape interactions after development of tourism in the Northern Vietnamest Highlands*, Anthropocene, 50.

[10]. Caitlin Kontgis, Annemarie Schneider, Jefferson Fox, Sumeet Saksena, James H. Spencer and Miguel Castrence, *Monitoring peri-urbanization in the greater Ho Chi Minh City metropolitan Area* (2014), Applied Geography, 53, 377-388.

Ngày nhận bài: 11/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 25/4/2023
Người phản biện: TS. Đỗ Văn Mạnh
TS. Trần Quang Học

Nghiên cứu ứng dụng công nghệ GIS phân tích và xử lý dữ liệu Lidar phục vụ thành lập bản đồ biển

■ **ThS. NGUYỄN QUANG HUY**
Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email: huynq.ctt@vimaru.edu.vn

TÓM TẮT: Công nghệ GIS (Hệ thống thông tin địa lý) hiện đã được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực nghiên cứu khoa học. Trong lĩnh vực hàng hải, GIS là công cụ phổ biến để biên tập cơ sở dữ liệu hải đồ, xuất bản hải đồ giấy cũng như hải đồ điện tử ENC. Tuy nhiên, việc ứng dụng GIS trong phân tích, xử lý dữ liệu đám mây điểm Lidar phục vụ thành lập bản đồ biển là một hướng đi mới. Nghiên cứu này đề xuất quy trình phân loại, phân tích và xử lý dữ liệu đám mây điểm Lidar và áp dụng thử nghiệm trong việc biên tập bản đồ biển.

TỪ KHÓA: Hệ thống thông tin địa lý, dữ liệu Lidar, bản đồ biển.

ABSTRACT: GIS (Geographic Information System) technology has now been widely applied in many fields of scientific research. In the maritime management, GIS is a popular tool for editing chart databases, exporting paper charts as well as ENC. However, the application of GIS in analysis and processing of Lidar point cloud data for marine mapping has not been conducted. This study proposes a procedure for classifying, analyzing and processing Lidar point cloud data and applies a sample of editing marine mapping.

KEYWORDS: GIS, Lidar data, marine mapping.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lidar (Light Detection And Ranging) là công nghệ viễn thám chủ động sử dụng các loại tia laser để khảo sát đối tượng từ xa. Tại Việt Nam, công nghệ Lidar được áp dụng từ những năm 2006 trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Với khả năng thu nhận dữ liệu về khu vực quét rộng lớn, có thể tiến hành đo đạc khảo sát vào ban đêm và không bị ảnh hưởng bởi thời tiết, ngoài ra dữ liệu Lidar còn có độ chính xác cao. So với các kỹ thuật của trắc địa truyền thống, Lidar có những ưu điểm và ưu thế nổi bật trong nghiên cứu đối tượng trên bề mặt địa hình. Tuy nhiên, dữ liệu thu được từ hệ thống Lidar là tương đối lớn, với khoảng 5.000 điểm trên một km^2, để phân tích và xử lý dữ liệu cần phải sử dụng các phần mềm thương mại có chi phí lớn, trong khi các bước chuyển đổi, hiệu chỉnh và phân tích dữ liệu rất ít được công bố một cách có hệ thống. Bên cạnh đó, việc ứng dụng dữ liệu đám mây điểm Lidar trong lĩnh vực thành lập bản đồ biển phục vụ đảm bảo an toàn hàng hải còn khá hạn chế đặt ra yêu cầu về việc xây dựng quy trình phân tích, xử lý dữ liệu Lidar bằng một hệ thống phần mềm khác, giảm thiểu chi phí, có thể công bố rộng rãi và dễ dàng tiếp cận được với mọi đối tượng nghiên cứu. Chính vì vậy, trong khuôn khổ nghiên cứu này, tác giả đề xuất quy trình phân tích, xử lý dữ liệu đám mây điểm Lidar bằng công nghệ GIS phục vụ thành lập bản đồ biển.

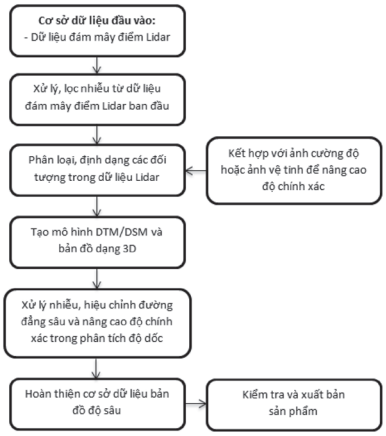
Hệ thống thông tin địa lý (GIS) là một công cụ hữu hiệu trong việc quản lý dữ liệu không gian và phi không gian. GIS được thiết kế như là một hệ thống chung để quản lý các cơ sở dữ liệu, được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau như trắc địa, viễn thám, môi trường, bản đồ... Ứng dụng của GIS trải rộng từ quản lý tài nguyên thiên nhiên môi trường, quy hoạch và quản lý đô thị, các bài toán quản lý tài nguyên nước, lĩnh vực quân sự và quốc phòng.

Trong lĩnh vực hàng hải, với những ưu điểm của mình, GIS đã góp phần hỗ trợ đắc lực trong nghiên cứu tài nguyên biển, quản lý hàng hải, biên tập hải đồ, bản đồ biển. Nổi bật trong số những ưu điểm này, GIS có khả năng phân tích xử lý dữ liệu đám mây điểm Lidar, từ đó có thể xây dựng được các bề mặt, mô hình số độ cao DEM/DSM, các đối tượng bản đồ biển khác.

Để ứng dụng công nghệ GIS trong phân tích, xử lý dữ liệu Lidar phục vụ thành lập bản đồ biển, tác giả đã sử dụng phần mềm ArcGIS SAGA-GIS... cùng các tiêu chuẩn kỹ thuật về hải đồ và bản đồ biển.

2. BIÊN TẬP, XỬ LÝ DỮ LIỆU LIDAR THÀNH LẬP BẢN ĐỒ BIỂN

**** Quy trình ứng dụng công nghệ GIS xử lý, biên tập dữ liệu Lidar phục vụ thành lập bản đồ biển:***

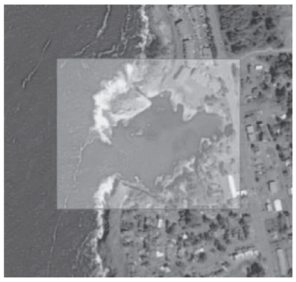


Hình 2.1: Quy trình xử lý, biên tập dữ liệu Lidar phục vụ thành lập bản đồ biển

Dựa trên những nghiên cứu liên quan đến GIS, dữ liệu đám mây điểm Lidar, bản đồ biển và các tiêu chuẩn kỹ thuật liên quan, tác giả đã đề xuất quy trình biên tập và xử lý dữ liệu Lidar phục vụ thành lập bản đồ biển gồm những bước sau:

- Thu thập dữ liệu đám mây điểm Lidar:

Trong khuôn khổ nghiên cứu này, tác giả đã sử dụng cơ sở dữ liệu Lidar tại vùng biển phía Đông Hoa Kỳ đã được cơ quan khảo sát và viễn thám Hoa Kỳ khảo sát vào năm 2018. Thông số cơ sở dữ liệu Lidar được thể hiện *ở Hình 2.2.*

Thông số dữ liệu đám mây điểm Lidar tại khu vực khảo sát	
- Hệ tọa độ quốc gia Bắc Mỹ: NAD-83 (CORS96). - Tọa độ khu vực khảo sát: X: 386842.506 - 388051.019 Y: 1138294.696 - 1139197.861 - Hệ độ cao quốc gia Bắc Mỹ: NAVD88 - Ellipsoid: GRS 1980 - Số lượng điểm: 639.058 điểm - Mật độ điểm: 10,3 điểm/m²	

Hình 2.2: Thông số dữ liệu đám mây điểm Lidar thu thập tại khu vực khảo sát

- Xử lý nhiễu dữ liệu đám mây điểm Lidar:

Dữ liệu đám mây điểm Lidar thường có mật độ rất lớn với số lượng điểm trên một khu vực tương đối nhiều, điều này sẽ dẫn tới không gian lưu trữ dữ liệu rất lớn và kích thước của tệp dữ liệu tăng lên, khiến cho quá trình phân tích, biên tập và xử lý dữ liệu gặp nhiều khó khăn. Do đó, trước khi tiến hành các bước phân tích, xử lý thì cần phải loại bỏ nhiễu khỏi dữ liệu để giảm thiểu dung lượng lưu trữ, thuận lợi hơn cho các bài toán xử lý không gian.

Trong quá trình khảo sát, do ảnh hưởng của môi trường bên ngoài và những sai số trong việc đo khoảng cách bằng laser nên dữ liệu đám mây điểm Lidar thu được sẽ luôn có chứa các điểm nhiễu, bao gồm các điểm biên cao và các điểm biên thấp, trong đó các biên thấp có thể có ảnh hưởng lớn tới kết quả lọc cuối cùng. Do đó, các biên này sẽ được loại bỏ trong quá trình xử lý dữ liệu.

Phương pháp xử lý nhiễu trên dựa trên độ cao của chúng, hiện nay các phần mềm GIS thường sử dụng các thuật toán để xử lý, một trong số đó là thuật toán k-NN (k Nearest Neighbor) để tiến hành loại bỏ các điểm biên bằng cách so sánh, đối chiếu độ cao của nó so với độ cao của các điểm lân cận. Điểm nhiễu cần được loại bỏ thường sẽ có giá trị độ cao thay đổi rất lớn khi so sánh nó với các giá trị k của các điểm lân cận.

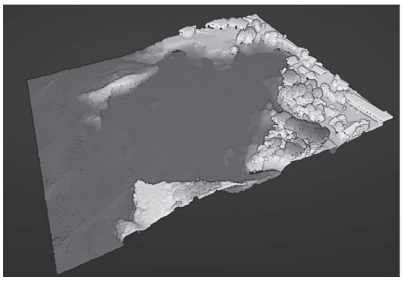
Điểm được chọn là biên nếu giá trị cao độ của chúng thay đổi lớn hơn ngưỡng có thể sẽ được tính toán theo phương trình sau:

$$\begin{cases} Z_{th} = 3 * Z_{std} \\ Z_{std} = \sqrt{\frac{1}{k}\sum_{k=1}^{k}(Z_k - Z_{mean})^2} \\ Z_{mean} = \frac{1}{k}\sum_{k=1}^{k} Z_k \end{cases}$$

Trong đó:

- Z_{th} - Ngưỡng để xác định những điểm ngoại biên;
- Z_{td} - Giá trị phân bố chuẩn của các điểm lân cận;
- Z_{mean} - Giá trị độ cao trung bình của các điểm lân cận;
- Z_k - Giá trị độ cao của điểm thứ k - điểm đang kiểm tra giá trị ngoại biên.

Dữ liệu đám mây điểm Lidar sau khi được phân tích, xử lý loại bỏ các điểm bị nhiễu được thể hiện *ở Hình 2.3.*



Hình 2.3: Dữ liệu đám mây điểm Lidar sau khi được xử lý loại bỏ nhiễu

- Chỉnh sửa mã phân loai và định dạng dữ liệu Lidar:

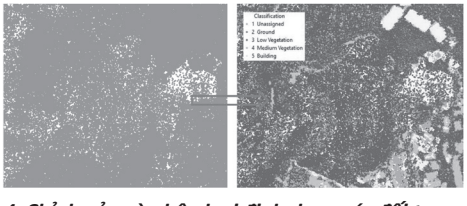
Mỗi điểm trong đám mây điểm Lidar đều có thể được phân loại bằng cách gán cho chúng những mã số để xác định loại đối tượng đã phản xạ xung laser. Điểm Lidar có thể được phân loại thành một số lớp như sau: bề mặt, đỉnh tán cây, mái tòa nhà, nước, đường dây điện... Các lớp đối tượng khác nhau được xác định bằng cách sử dụng mã số nguyên trong tệp dữ liệu LAS.

Mã phân loại (Classification code) được quy định bởi Hiệp hội Quang trắc và Viễn thám Hoa Kỳ (ASPRS) cho các định dạng dữ liệu Lidar LAS 1.1, 1.2, 1.3 và 1.4.

Bảng 2.1. Mã phân loại một số đối tượng trong dữ liệu Lidar

Giá trị phân loại	Định nghĩa
0	Dữ liệu không được phân loại
1	Chưa được xác định
2	Đất
3	Thảm thực vật thấp
4	Thảm thực vật trung bình
5	Thảm thực vật cao
6	Tòa nhà
7	Điểm thấp
9	Nước
10	Đường sắt
11	Mặt đường
14	Dây điện - Dây dẫn
15	Tháp truyền tải
17	Sàn cầu
18	Điểm nhiễu
64-255	Đối tượng xác đinh bởi người dùng

Sau khi đưa bộ dữ liệu Lidar vào phần mềm ArcGIS, tác giả sử dụng công cụ *"Class flags: LAS format", "Modifying classification codes"* kết hợp với ảnh vệ tinh độ chính xác cao để cập nhật và hiệu chỉnh chính xác mã phân loại của từng điểm khảo sát phục vụ việc nhận dạng các đối tượng địa hình. Kết quả được thể hiện *ở Hình 2.4.*



Hình 2.4: Chỉnh sửa và phân loại định dạng các đối tượng trong dữ liệu Lidar

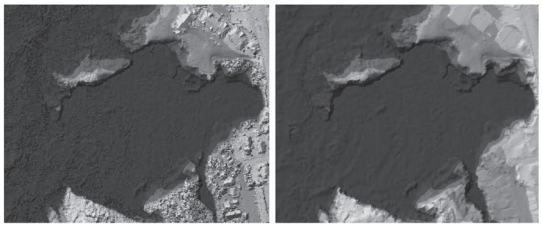
- Tạo mô hình số độ cao DEM/DSM:

Mô hình số độ cao là một trong những kiểu dữ liệu GIS phổ biến nhất. Các mô hình độ cao này có thể được sử dụng để biên tập bản đồ, phân tích các bài toán không

gian và chia sẻ một cách dễ dàng. Với dữ liệu đám mây điểm Lidar, công nghệ GIS hỗ trợ người dùng tạo các mô hình số độ cao với 2 kiểu: dữ liệu bề mặt (Ground) và tín hiệu phản hồi đầu tiên (First return).

Mô hình tín hiệu phản hồi đầu tiên (First return) gồm cả tín hiệu phản hồi từ các tán cây và mái các tòa nhà nên được gọi là mô hình số bề mặt DSM, còn mô hình chỉ chứa dữ liệu bề mặt được gọi là mô hình số độ cao DEM.

Mô-đun phần mềm ArcGIS for Desktop hỗ trợ người dùng có thể tạo được mô hình số DSM và DEM từ dữ liệu đám mây điểm Lidar. Kết quả được thể hiện ở *Hình 2.5*.



Hình 2.5: Tạo mô hình DEM và DSM sau khi định dạng và phân loại đối tượng điểm

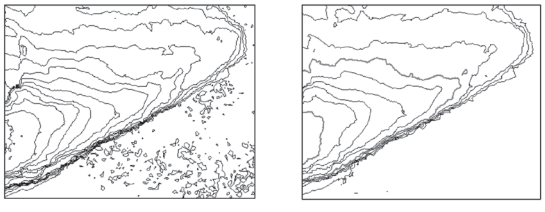
- Hiệu chỉnh, giảm nhiễu đối với đường đẳng sâu, nâng cao độ chính xác trong phân tích độ dốc:

Dữ liệu đám mây điểm Lidar là một trong những dạng dữ liệu có độ chính xác cao. Điều này xuất phát từ số lượng điểm dày đặc trên một vùng diện tích khảo sát. Tuy vậy, không phải lúc nào dữ liệu Lidar cũng là nguồn dữ liệu tối ưu nhất cho việc mô hình hóa bề mặt. Đôi khi sai số nhiễu của dữ liệu Lidar cũng gây ảnh hưởng đến việc thể hiện đường đẳng sâu và phân tích độ dốc địa hình.

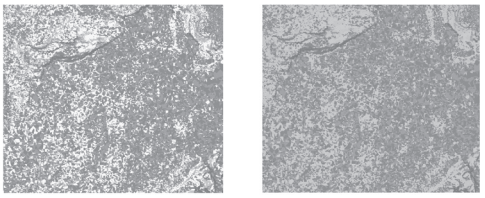
Các đường đẳng sâu được tạo ra từ bộ dữ liệu Lidar thường có xu hướng không cong trơn mà có nhiều vòng xoắn lớm chớm, răng cưa, một số vị trí các đường đẳng sâu còn cắt nhau. Bên cạnh đó, việc phân tích đánh giá độ dốc với dữ liệu Lidar cũng là một vấn đề. Đôi khi thực tế địa hình là tương đối bằng phẳng nhưng độ dốc trung bình được xử lý và thể hiện từ dữ liệu Lidar lại có những ví trí độ cao bất thường.

Giống như bất kỳ công nghệ đo đạc nào khác thì Lidar không hoàn toàn chính xác. Độ chính xác theo phương dọc thường dao động từ 12 - 15 cm. Điều đó khiến cho độ chênh lệch về độ cao ngẫu nhiên giữa 2 điểm liền kề có thể dao động từ 24 - 30 cm. Khi các điểm chỉ cách nhau 1 m hoặc hơn theo chiều ngang thì sự chênh lệch về độ cao đó sẽ trở nên đáng kể hơn. Từ góc độ xử lý tín hiệu, đây được gọi là nhiễu tần số cao.

Để phân tích và hiển thị được đường đẳng sâu sát với địa hình thực tế, ít răng cưa, đồng thời phân tích độ dốc một cách chính xác hơn, tác giả tiến hành xử lý nhiễu khỏi dữ liệu Lidar. Bộ công cụ của phần mềm ArcGIS có thể hỗ trợ bằng việc loại bỏ điểm những điểm sai số bề mặt và đồng thời sử dụng một công cụ nội suy độ chính xác cao. Kết quả xử lý được thể hiện ở *Hình 2.6* và *Hình 2.7*.



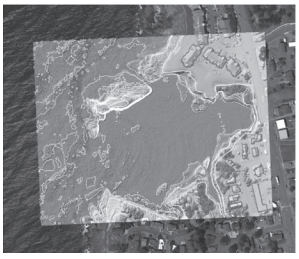
Hình 2.6: Xử lý nhiễu và hiệu chỉnh đường đẳng sâu



Hình 2.7: Nâng cao độ chính xác về phân tích độ dốc địa hình từ dữ liệu Lidar

- Biên tập cơ sở dữ liệu bản đồ độ sâu:

Từ những dữ liệu đầu vào, trên cơ sở ứng dụng công nghệ GIS trong việc xử lý nhiễu, phân loại định dạng các đối tượng điểm và sử dụng các công cụ phân tích không gian 3 chiều, tác giả đã tiến hành xây dựng được cơ sở dữ liệu bản đồ biển tại khu vực khảo sát *(Hình 2.8)*.



Hình 2.8: Hoàn thiện cơ sở dữ liệu bản đồ biển

Dữ liệu bản đồ biển sau khi được biên tập và phân tích bằng phần mềm ArcGIS có thể được chia sẻ hoặc sử dụng trên các nền tảng, phần mềm khác phục vụ các bài toán phân tích không gian, nghiên cứu biển.

3. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, tác giả đã nghiên cứu đề xuất quy trình phân tích xử lý dữ liệu Lidar bằng công nghệ GIS phục vụ thành lập bản đồ biển; ứng dụng để xây dựng cơ sở dữ liệu bản đồ biển từ dữ liệu Lidar được thu thập và khảo sát tại bờ biển phía Đông Hoa Kỳ. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra những ưu điểm khi sử dụng công nghệ GIS để phân tích và xử lý dữ liệu Lidar:

- Dữ liệu có thể được phân tích, biên tập với độ chính xác cao;
- Dữ liệu bề mặt có mật độ điểm cao hơn, bề mặt được thể hiện chi tiết và chính xác hơn, từ đó giúp cho các nghiên cứu khác liên quan đến quản lý tài nguyên biển đạt được độ chính xác và hiệu quả cao hơn;
- Dữ liệu Lidar có thể tích hợp được với các dữ liệu khác.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu ngày được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong Đề tài mã số DT22-23.71.

Tài liệu tham khảo

[1]. ArcGIS help, Using lidar in ArcGIS.

[2]. Mike Price, Entrada/San Juan, Inc, *Mapping and Modeling Lidar Data with ArcGIS Pro*, ArcUser Summer 2018.

[3]. Oliver Davis (2012), *Processing and Working with LiDAR Data in ArcGIS*.

Ngày nhận bài: 26/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 15/4/2023
Người phản biện: PGS. TS. Lê Thị Hương Giang
TS. Nguyễn Xuân Thịnh

Tác động của vôi thủy hóa đến cốt liệu và bitum trong hỗn hợp bê tông nhựa và các phương pháp thêm vôi thủy hóa vào hỗn hợp bê tông nhựa

■ **TS. ĐỖ VƯƠNG VINH**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: dovuongvinh@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Kết quả sử dụng và nghiên cứu trên thế giới cho thấy bê tông nhựa (BTN) sử dụng vôi thủy hóa thay thế một phần bột khoáng có khả năng kháng ẩm, kháng mỏi, kháng hằn lún tốt hơn so với BTN thông thường. Bài báo trình bày về các tác động của vôi thủy hóa đến cốt liệu và bitum nhằm lý giải sự cải thiện chất lượng của hỗn hợp BTN sử dụng vôi thủy hóa thay thế một phần bột khoáng. Bài báo cũng trình bày các phương pháp thêm vôi thủy hóa vào hỗn hợp BTN khi chế tạo. Đây là vấn đề cần nghiên cứu giải quyết khi triển khai sử dụng loại vật liệu này cho BTN mặt đường ở Việt Nam.

TỪ KHÓA: Vôi thủy hóa, bột khoáng, cốt liệu, bitum, bê tông nhựa.

ABSTRACT: The results of use and research in the world show that asphalt concrete using hydrated lime to replace a part of mineral fillers has better moisture resistance, fatigue resistance, and rutting resistance than conventional asphalt concrete. This paper presents the effects of hydrated lime on aggregates and bitumen in order to explain the improvement of the quality of asphalt concrete mixtures using hydrated lime to partially replace mineral filler. The article also presents the methods of adding hydrated lime to the asphalt concrete mixture when manufacturing. This is a problem that needs to be studied to have solutions when using this material for asphalt concrete in Vietnam

KEYWORDS: Hydrated lime, mineral filler, aggregates, bitumen, asphalt concrete.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vôi thủy hóa đã được nghiên cứu sử dụng ở Hoa Kỳ từ những năm 1970 như một giải pháp để chống lại các hư hỏng phổ biến thời điểm đó là hư hỏng do ẩm và băng giá. Kết quả nghiên cứu và sử dụng cho thấy vôi thủy hóa còn có tác dụng làm giảm sự lão hóa của bitum, tăng độ cứng của bitum mạnh hơn bột khoáng thông thường, cải thiện khả năng kháng hằn lún, khả năng kháng mỏi của hỗn hợp BTN. Kinh nghiệm sử dụng vôi thủy hóa ở Hoa Kỳ và châu Âu cho thấy độ bền của lớp mặt BTN sử dụng vôi thủy hóa thay thế một phần bột khoáng tăng lên ít nhất khoảng 20%. Nhờ những lợi ích của nó, vôi thủy hóa hiện được sử dụng rỗng rãi cho BTN ở Hoa Kỳ và các nước châu Âu. Ước tính khoảng 10% hỗn hợp BTN ở Hoa Kỳ có sử dụng vôi thủy hóa [2].

Gần đây ở Việt Nam có nghiên cứu về khả năng kháng ẩm của BTN khi sử dụng vôi thủy hóa thay thế một phần bột khoáng của Lê Văn Phúc và cộng sự [1]. Kết quả nghiên cứu cho thấy, BTNC 12,5 sử dụng vôi thủy hóa thay thế 15% bột khoáng có cường độ kéo gián tiếp cao hơn khoảng 8%, có mô-đun đàn hồi tĩnh cao hơn khoảng 17% so với BTN đối chứng không sử dụng vôi thủy hóa. Ở môi trường nước, trong khi BTN đối chứng có cường độ kéo gián tiếp giảm khoảng 14% thì BTN sử dụng vôi thủy hóa thay thế 15% bột khoáng có cường độ kéo gián tiếp tương đương môi trường khô.

Vì vậy, việc nghiên cứu sử dụng vôi thủy hóa thay thế một phần bột khoáng trong hỗn hợp BTN nhằm nâng cao chất lượng khai thác và tuổi thọ loại mặt đường này ở Việt Nam là cần thiết. Bài báo trình bày về những tác động của vôi thủy hóa đến cốt liệu và bitum trong hỗn hợp BTN và phương pháp thêm vôi thủy hóa vào hỗn hợp BTN nhằm góp phần vào việc nghiên cứu sử dụng loại vật liệu này cho hỗn hợp BTN ở Việt Nam.

2. TÍNH CHẤT CỦA VÔI THỦY HÓA SỬ DỤNG LÀM BTN

Vôi thủy hóa có thành phần chủ yếu là $Ca(OH)_2$, thu được bằng cách hydrat hóa vôi sống (chủ yếu là CaO), thường ở dạng bột trắng, khô. Do có nguồn gốc khoáng và ở dạng bột, vôi thủy hóa nói chung được đánh giá như một loại bột khoáng. Ở châu Âu, vôi thủy hóa được đánh giá bằng các chỉ tiêu kỹ thuật tương tự như bột khoáng sử dụng trong hỗn hợp BTN [2]. *Bảng 2.1* thể hiện các chỉ tiêu kỹ thuật của bột khoáng và vôi thủy hóa theo tiêu chuẩn châu Âu và các giá trị thường thấy của nó.

Bảng 2.1. Chỉ tiêu kỹ thuật của vôi thủy hóa và bột khoáng theo tiêu chuẩn châu Âu [2]

Chỉ tiêu	Đơn vị	Vôi thủy hóa	Bột khoáng	Phương pháp thí nghiệm
Khối lượng riêng (Particle density)	Mg/m^3	2,2	2,6 - 2,9	EN1097-7
Độ rỗng (Voids in dry compacted filler)	%	60 - 70	28 - 45	EN 1097-4
Khả năng làm cứng nhựa của bột khoáng (Delta ring and ball)	°C	Không thực hiện được	8 - 25	EN 13179-1
Chỉ số bitum của bột khoáng (Bitument Number)	-	100 -120	40 - 50	EN 13179-2
Khối lượng trong dầu hỏa (Mass in kerosene)	Mg/m^3	0,3	0,5 - 0,9	EN 1097-3
Tỉ diện bề mặt Blaine (Blaine Surface Area)	cm^2/g	>10.000	7.000	EN 196-6
Tỉ diện bề mặt (Specific Surface Area)	cm^2/g	150.000 - 200.000	14.000 - 95. 000	BET với hấp phụ Ni tơ
Giá trị xanh methylen (Methylene Blue Value)	g/kg	<1	0-20	EN 933-9

3. TÁC ĐỘNG CỦA VÔI THỦY HÓA ĐẾN CỐT LIỆU VÀ BITUM TRONG HỖN HỢP BTN

Tác động của vôi thủy hóa đến cốt liệu và bitum là chủ đề được nhiều nhà khoa học quan tâm nghiên cứu nhằm hiểu và lý giải về sự cải thiện đặc tính khai thác và độ bền của hỗn hợp BTN có sử dụng vôi thủy hóa. Trong tài liệu [3], tác giả đã tổng hợp và hệ thống các nghiên cứu về chủ đề này đưa đến kết luận rằng vôi thủy hóa có 2 tác động đến cốt liệu và 2 tác động đến bitum, góp phần cải thiện chất lượng của hỗn hợp BTN.

3.1. Tác động của vôi thủy hóa đến cốt liệu

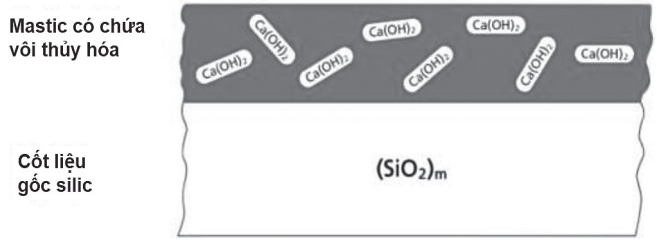
3.1.1. Vôi thủy hóa biến đổi bề mặt cốt liệu

Như đã biết, cốt liệu gốc silic dính bám với bitum kém hơn nhiều so với cốt liệu gốc đá vôi. Lý do là cả chất hoạt động bề mặt anion và cation có trong bitum liên kết mạnh với các ion canxi trong khi chỉ chất hoạt động bề mặt cation liên kết mạnh với các nguyên tử silic. Do vậy, các chất hoạt động bề mặt anion dễ bị nước thay thế trên cốt liệu gốc silic.

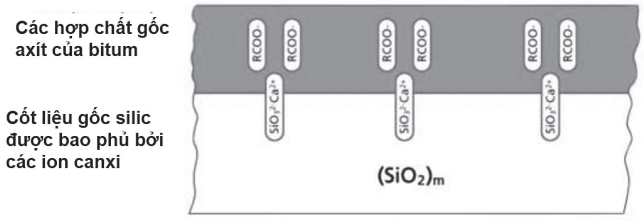
Vôi thủy hóa cho phép kết tủa các ion canxi trên bề mặt cốt liệu, điều này có lợi cho dính bám với bitum. Khi vôi thủy hóa được thêm vào mastic *(Hình 3.1a)* các ion canxi có thể tích tụ trên bề mặt cốt liệu và sau đó tác dụng với các axít trong bitum tạo thành muối không tan trong nước *(Hình 3.1)*. Kết quả là bề mặt cốt liệu xử lý vôi thủy hóa dính bám tốt hơn với bitum.

Trên thực tế, cơ chế này hầu như không tồn tại đối với cốt liệu gốc đá vôi. Tuy nhiên, vôi thủy hóa được biết là vẫn có tác dụng cải thiện độ dính bám của cốt liệu gốc đá vôi do nó còn có các tác động khác lên cốt liệu và bitum.

a.



b.



Hình 3.1: Tác động của vôi thủy hóa trên bề mặt cốt liệu [3]

3.1.2. Vôi thủy hóa keo tụ các hạt sét lẫn trong cốt liệu

Vôi thủy hóa có hiệu quả cao trong việc cải thiện khả năng chống ẩm của BTN sử dụng loại cốt liệu nhiễm sét. Đây là lý do vôi thủy hóa được sử dụng cho BTN ở một số bang ở Hoa Kỳ có cốt liệu bị nhiễm sét. Sét thường tồn tại ở các dạng bao thể nhỏ bên trong đá và giải phóng ra khi nghiền. Trong trường hợp này, vai trò của vôi thủy hóa cũng tương tự như đã quan sát thấy trong xử lý đất: vôi keo tụ các hạt sét, ngăn chúng tạo ra một lớp ngăn cách có thể bị thay thế bởi nước giữa cốt liệu và bitum.

3.2. Tác động của vôi thủy hóa đến bitum

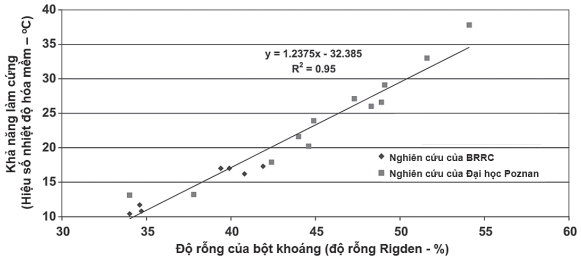
3.2.1. Tác động hóa học của vôi thủy hóa đến bitum

Các phân tử phân cực của bitum được trung hòa bởi vôi thủy hóa và hấp phụ mạnh vào các hạt vôi thủy hóa. Đây là các hợp chất dễ bị lão hóa nên việc loại bỏ, ngăn chúng tham gia vào các phản ứng ở giai đoạn lão hóa tạo ra tốc độ lão hóa chậm hơn cho bitum. Đồng thời, điều này cũng ngăn các phân tử phân cực khuếch tán đến bề mặt phân cách cốt liệu - bitum. Do đó, chỉ các chất hoạt động bề mặt không có tính axít còn lại của bitum có thể di chuyển đến bề mặt phân cách cốt liệu - bitum. Những chất hoạt động bề mặt này thường có gốc amin và không dễ bị thay thế bởi nước. Tác động này được xác nhận thông qua quan sát thấy rằng việc cho vôi thủy hóa trực tiếp vào bitum vẫn cải thiện khả năng chống ẩm của hỗn hợp BTN.

Như vậy, các tương tác hóa học giữa vôi thủy hóa với các axít của bitum góp phần cải thiện khả năng chống lão hóa của bitum và cải thiện độ dính bám giữa cốt liệu và bitum.

3.2.2. Tác động vật lý của vôi thủy hóa đến bitum

Tác động vật lý của vôi thủy hóa đến bitum bản đến từ độ rỗng cao của vôi thủy hóa. Vôi thủy hóa có độ rỗng trong khoảng từ 60 - 70% trong khi bột khoáng thông thường có độ rỗng từ 30 - 34%. Với độ rỗng cao, vôi thủy hóa có khả năng làm cứng bitum cao hơn so với bột khoáng thông thường ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ phòng. Nhiều kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, độ rỗng của bột khoáng có mối tương quan tốt với khả năng làm cứng bitum của bột khoáng (đo bằng hiệu số nhiệt độ hóa mềm giữa mastic chứa bột khoáng ở 1 tỉ lệ quy định và nhiệt độ hóa mềm của bitum). *Hình 3.2* thể hiện tương quan giữa độ rỗng của bột khoáng với khả năng làm cứng bitum của bột khoáng. Biểu đồ được thiết lập dựa trên kết quả nghiên cứu của Trung tâm Nghiên cứu Đường bộ Bỉ (BRRC) và Đại học Công nghệ Poznan.



Hình 3.2: Mối quan hệ giữa độ rỗng Ridgen và khả năng làm cứng bitum của một số loại bột khoáng [3]

Lưu ý rằng, việc một số thành phần của bitum hấp phụ lên các hạt vôi thủy hóa có thể cũng đóng góp phần vào tăng khả năng làm cứng bitum của vôi thủy hóa.

4. CÁC PHƯƠNG PHÁP THÊM VÔI THỦY HÓA VÀO HỖN HỢP BTN KHI CHẾ TẠO

Có một số phương pháp để thêm vôi thủy hóa vào hỗn hợp BTN khi chế tạo. Hầu hết các phương pháp chế tạo đều coi vôi thủy hóa như một một loại bột khoáng. Do đó, hàm lượng bột khoáng giảm xuống tương ứng với lượng vôi thủy hóa thêm vào để tổng hàm lượng bột khoáng được duy trì không đổi [2]. *Bảng 4.1* thể hiện hàm lượng vôi thủy hóa thường dùng và các phương pháp thêm vôi thủy hóa khi chế tạo hỗn hợp BTN tại châu Âu và Hoa Kỳ.

Bảng 4.1. Các phương pháp thêm vôi thủy hóa vào hỗn hợp BTN tại châu Âu và Hoa Kỳ [2]

NƯỚC/BANG	HÀM LƯỢNG VÔI THỦY HÓA (%)	PHƯƠNG PHÁP THÊM VÔI THỦY HÓA					
		THÊM TRỰC TIẾP VÀO BUỒNG TRỘN	BỘT KHOÁNG HỖN HỢP	VÔI THỦY HÓA KHÔ VÀO CỐT LIỆU KHÔ	VÔI THỦY HÓA KHÔ VÀO CỐT LIỆU ẨM	VỮA VÔI VÀO CỐT LIỆU	Ủ
Châu Âu							
Áo	1,5 - 3,5	X					
Pháp	1 - 1,5	X	X				
Hà Lan	2		X				
Thụy Sĩ	1,5	X					
Anh	1 - 2	X					
Hoa Kỳ							
Arizona	1				X		
California	0,7 - 1,2					X	Yêu cầu
Colorado	1				X	X	Tùy chọn
Florida		X				X	
Georgia	1	X		X			
Mississppi	1				X		
Montana	1,4	X					
Nevada	1 - 2,5				X		Yêu cầu
New Mexico					X		
Oregon	1				X		Tùy chọn
South Carolina	1				X		
South Dakota					X		
Texas	1 - 1,5	X			X	X	
Utah	1 - 1,5					X	Tùy chọn
Wyoming	1 - 1,5				X		

Ở châu Âu sử dụng hai phương pháp là thêm vôi thủy hóa trực tiếp vào buồng trộn tương tự như thêm bột khoáng thông thường và phương pháp sử dụng bột khoáng hỗn hợp. Trong khi ở Mỹ, ngoài phương pháp thêm vôi thủy hóa trực tiếp vào buồng trộn còn sử dụng phương pháp thêm vôi thủy hóa vào cốt liệu ẩm hoặc cốt liệu khô hoặc thêm vữa vôi vào cốt liệu. Hỗn hợp cốt liệu sau khi thêm vôi thủy hóa có thể chuyển ngay đến bộ phận sấy và trộn của trạm trộn hoặc được yêu cầu phải ủ một thời gian nhất định.

4.1. Phương pháp thêm vôi thủy hóa trực tiếp vào buồng trộn

Vôi thủy hóa được chứa trong 1 silo riêng và có lắp thêm bộ phận nối tiếp để có thể đưa trực tiếp vôi thủy hóa vào buồng trộn. Với trạm trộn chu kỳ, vôi thủy hóa được định lượng bằng thiết bị định lượng bột khoáng thông thường. Do đó, trong trường hợp này cần phải kết nối silo chứa vôi thủy hóa với hệ thống hiện có bằng băng tải trục vít. Với trạm trộn liên tục, vôi thủy hóa được định lượng và đưa vào trống trộn bằng băng tải trục vít. Điểm đưa vôi thủy hóa vào thường là trước điểm phun bitum khoảng 1 m [2]. Phương pháp thêm vôi thủy hóa trực tiếp vào buồng trộn có ưu điểm là có thể dễ dàng điều chỉnh lượng vôi thủy hóa thêm vào hỗn hợp BTN. Tuy nhiên, nó có nhược điểm là cần phải lắp đặt thêm thiết bị tại trạm trộn.

4.2. Phương pháp sử dụng bột khoáng hỗn hợp

Vôi thủy hóa được trộn trước với bột khoáng thông thường theo tỉ lệ định trước. Tại trạm trộn BTN, bột khoáng hỗn hợp được đưa vào thùng trộn như bột khoáng thông thường. Hàm lượng vôi thủy hóa trong bột khoáng hỗn hợp sử dụng để chế tạo hỗn hợp BTN phụ thuộc vào hàm lượng vôi thủy hóa trong hỗn hợp BTN và hàm lượng của bột khoáng trong hỗn hợp BTN. Bột khoáng hỗn hợp là một sản phẩm được chuẩn hóa ở châu Âu và hầu hết các nước châu Âu đều có kinh nghiệm sử dụng loại bột khoáng này [2]. Phương pháp này có ưu điểm là không phải lắp đặt thêm thiết bị tại trạm trộn. Tuy nhiên, phương pháp này yêu cầu phải trộn trước vôi thủy hóa với bột khoáng thông thường và khó điều chỉnh hàm lượng vôi thủy hóa trong hỗn hợp BTN khi chế tạo hơn so với phương pháp thêm trực tiếp như ở trên.

4.3. Phương pháp thêm vôi thủy hóa vào cốt liệu

Hầu hết các phương pháp này sử dụng máy trộn để trộn vôi thủy hóa với cốt liệu. Vôi thủy hóa cũng có thể được phun trực tiếp lên cốt liệu trên băng chuyền nhưng phương pháp này gây bụi và thất thoát vật liệu [2].

Phương pháp phổ biến là thêm vôi thủy hóa ở dạng khô vào cốt liệu ướt bằng máy trộn. Độ ẩm trong cốt liệu thường cao hơn 2 - 3% độ ẩm bão hòa khô bề mặt của cốt liệu. Độ ẩm giúp ion hóa vôi thủy hóa và giúp phân bố vôi trên bề mặt cốt liệu. Cốt liệu sau khi trộn với vôi có thể được đổ đống để ủ hoặc có thể được chuyển ngay đến bộ phận sấy và trộn của trạm trộn BTN [4].

Cốt liệu cũng có thể được trộn với vữa vôi làm từ vôi thủy hóa hoặc vôi sống. Cốt liệu sau khi trộn với vữa vôi có thể được đổ đống để ủ hoặc được chuyển đến bộ phận sấy và trộn của trạm trộn BTN. Việc sử dụng vữa vôi có ưu điểm: cải thiện khả năng chống bong tróc của hỗn hợp BTN; giảm bụi trong quá trình thêm vôi vào cốt liệu và cải thiện sự phân bố của vôi trên cốt liệu. Tuy nhiên, việc sử dụng vữa vôi có thể làm tăng đáng kể độ ẩm của cốt liệu trước khi nó được đưa vào bộ phận sấy. Điều này dẫn đến việc phải tăng tiêu thụ nhiên liệu và giảm năng suất của trạm trộn. Việc sử dụng vữa vôi cũng đòi hỏi phải lắp đặt thêm thiết bị chuyên dụng để chế tạo và chứa vữa vôi [4].

Một số bang của Hoa Kỳ yêu cầu phải ủ hỗn hợp cốt liệu sau khi trộn với vôi hoặc vữa vôi, thời gian ủ thường từ 24 - 48h. Phương pháp này được cho là có thể xử lý tốt hơn các cốt liệu nhiễm sét. Việc ủ hỗn hợp sau khi trộn có ưu điểm: giảm độ ẩm của cốt liệu trong quá trình ủ; việc xử lý cốt liệu với vôi có thể được thực hiện riêng biệt, độc lập với việc sản xuất BTN; cải thiện khả năng kháng ẩm của hỗn hợp BTN đặc biệt là với cốt liệu nhiễm sét hoặc có lớp phủ sét. Việc ủ hỗn hợp sau khi trộn cũng có nhược điểm: tăng chi phí do phải dữ trữ nhiều vật liệu hơn; cần thêm mặt bằng cho việc chứa vật liệu sau khi xử lý với vôi; và vôi có thể bị rửa trôi khỏi cốt liệu trong quá trình ủ [4].

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

- Vôi thủy hóa có 2 tác động lên cốt liệu và 2 tác động lên bitum theo hướng có lợi góp phần cải thiện chất lượng của hỗn hợp BTN. Vôi thủy hóa biến đổi bề mặt cốt liệu giúp cải thiện dính bám giữa cốt liệu với bitum, keo tụ các hạt sét trong cốt liệu bị nhiễm sét giúp cải thiện khả năng kháng ẩm của BTN sử dụng cốt liệu loại này. Vôi thủy hóa tác dụng với các axít trong bitum tạo thành các muối không tan trong nước giúp cải thiện mức độ dính bám giữa cốt liệu với bitum và giảm động lực lão hóa của bitum. Ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ phòng, vôi thủy hóa làm cứng bitum cao hơn so với bột khoáng thông thường do có độ rỗng cao.

- Vôi thủy hóa có thể thêm vào hỗn hợp BTN khi chế tạo theo một số cách khác nhau như thêm trực tiếp vào như một loại bột khoáng thông thường, sử dụng bột khoáng hỗn hợp, thêm vôi thủy hóa vào cốt liệu ẩm hoặc thêm vữa vôi vào cốt liệu, hỗn hợp sau khi trộn có thể ủ hoặc không. Lựa chọn phương pháp nào cần căn cứ vào khả năng đáp ứng về công nghệ, thiết bị, tính chất của cốt liệu và các điều kiện thi công tại hiện trường.

- Cần tiếp tục tiến hành các nghiên cứu thực nghiệm trong phòng và hiện trường để đánh giá mức độ cải thiện về các đặc tính khai thác, độ bền của hỗn hợp BTN có sử dụng vôi thủy hóa thay thế một phần bột khoáng với những nguồn vật liệu điển hình ở Việt Nam, đồng thời đưa ra hướng dẫn và những lưu ý khi sử dụng vôi thủy hóa thay thế một phần bột khoáng cho hỗn hợp BTN trong điều kiện Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

[1]. Lê Văn Phúc, Đặng Đình Tài, Nguyễn Minh Quang (2019), *Nghiên cứu sử dụng vôi thủy hóa làm phụ gia cải thiện đặc tính cơ học của BTN trong điều kiện ẩm ướt*, Tạp chí GTVT, số tháng 9.

[2]. European Lime Association (2011), *Hydrated lime: A proven additive for durable asphalt pavements: Critical literature review*, Asphalt Task Force Report, Brussels, Belgium.

[3]. Lesueur, D., Petit, J., & Ritter, H. J. (2013), *The mechanisms of hydrated lime modification of asphalt mixtures: a state-of-the-art review*, Road materials and pavement design, 14(1), 1-16.

[4]. Sebaaly, P. E., Little, D. N., & Epps, J. A. (2006), *The benefits of hydrated lime in hot mix asphalt*.

Ngày nhận bài: 02/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 11/4/2023
Người phản biện: PGS. TS. Nguyễn Quang Phúc
TS. Trần Thị Cẩm Hà

Ứng dụng vật liệu Neo - web trong thi công để ổn định mái dốc nền đường

■ **ThS. NGUYỄN THỊ QUỲNH NHƯ(*); ThS. NINH KHẮC TÔN**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: (*)quynhu61@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Như chúng ta đã biết, ở Việt Nam có khá nhiều đường đèo, đường dốc, đường đê cao, mà các con đường này lại thường là đường chính, phương tiện đi lại nhiều, đặc biệt là xe ô tô hay xe tải, container trọng lượng lớn đi qua nên dễ xảy ra tình trạng sạt lở, lún, xuống cấp phần mái dốc (tức sạt phần dốc thoải, hay còn gọi là sạt lở đường). Đặc biệt, các đường gần sông, gần vực lớn, độ dốc cao nếu mái dốc không ổn định sẽ gây ra nhiều nguy hiểm như: sạt lở đường ảnh hưởng đến giao thông, đi lại gặp khó khăn, gây nguy hiểm cho người đi đường, thậm chí là chết người. Vì vậy, nghiên cứu "Ứng dụng vật liệu Neo - web trong thi công để ổn định mái dốc nền đường" giúp ổn định các sườn dốc khu vực miền núi chống sạt lở, thoát nước ngầm nhanh để đảm bảo trạng thái cân bằng tự nhiên và cuộc sống của dân cư miền núi được an toàn là điều rất cần thiết.

TỪ KHÓA: Mái dốc, sạt lở, vật liệu Neo - web, áp lực, trọng lực.

ABSTRACT: As we all know in Vietnam, there are many passes, slopes, and high dikes. But these roads are often main roads, many vehicles, especially cars or trucks, large containers pass through, so it is easy for landslides, subsidence, and deterioration of the slopes (ie. slope erosion, also known as road landslide). Especially on roads near rivers, near large valleys, if the slope is unstable, it will cause many dangers such as: Road landslide affecting traffic, travel is difficult, causing danger to pedestrians, even death. Therefore, the study "Application of Neo - web materials in construction to stabilize roadbed slopes" helps stabilize slopes in mountainous areas against landslides, quick drainage of underground water to ensure a natural equilibrium. It is very necessary for the nature and life of the mountainous population to be safe.

KEYWORDS: Slopes, landslide, Neo - web materials, pressure, gravity.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tính từ đầu năm 2020 đến nay, tại khu vực vùng núi phía Bắc đã xảy ra 14 trận lũ ống, lũ quét, sạt lở đất, làm 49 người chết, 14 người mất tích, 21 người bị thương, thiệt hại về kinh tế khoảng 1.000 tỷ đồng... Hiện vẫn còn nhiều hộ gia đình đang sinh sống tại những nơi không đảm bảo an toàn, nguy cơ sạt lở đất cao [1].

Để giảm thiệt hại do lũ quét gây sạt lở đất đá, nhất là các tỉnh miền núi phía Bắc, nhiều giải pháp đã được đưa vào áp dụng như thiết kế tường chắn, rọ đá, neo đất; cỏ chống xói mòn cùng hệ thống rãnh thoát nước từ trên đỉnh và bề mặt ta-luy... Tuy nhiên, hiệu quả mà các giải pháp mang lại dường như vẫn chưa được như kỳ vọng.

Theo số liệu thống kê, vùng núi phía Bắc gồm 15 tỉnh, chiếm 28,8% diện tích tự nhiên của cả nước. Khu vực này có địa hình chủ yếu là dãy núi cao, thung lũng sâu, độ dốc lớn, nền địa chất yếu... Vì thế, những năm gần đây, do biến đổi khí hậu nên các tỉnh vùng núi thường xuyên phần mái dốc.

Nghiên cứu của Tổng cục Phòng chống thiên tai cho thấy, trong 20 năm qua, trên cả nước đã xảy ra trên 300 trận lũ quét, sạt lở đất với quy mô và phạm vi ngày càng lớn, gây thiệt hại nặng nề về người, tài sản và cơ sở hạ tầng.

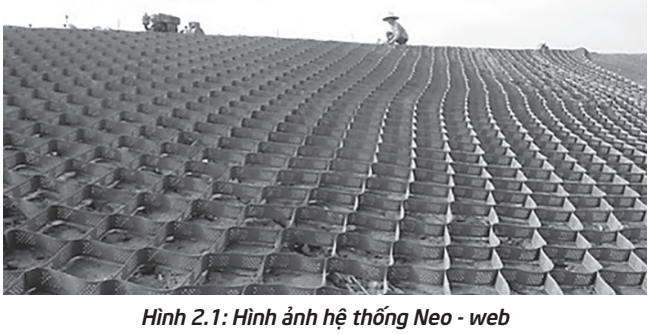
Các hoạt động xây dựng làm gia tăng tải trọng nền đất tạo ra áp lực gây hiện tượng nén lún, ép trồi khối đất làm mất ổn định và gây phá hoại. Đó chính là lý do tác giả đưa ra giải pháp: *"Ứng dụng vật liệu Neo - web trong thi công để ổn định mái dốc nền đường".*

2. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

2.1. Tổng quan về vật liệu Neo - web

Neo - web là thuật ngữ được nhắc đến khá nhiều trong thi công xây dựng. Nhưng trên thực tế thì rất ít người hiểu được Neo - web là gì, cấu tạo ra sao, ứng dụng và thi công thế nào? Chính vì vậy, nhóm tác giả sẽ giới thiệu rõ hơn về Neo - web như sau:

Neo - web thực chất chính là một loại ô địa kỹ thuật hay còn gọi là Geocell. Sản phẩm này có chức năng chính đó là giúp phân tách, ổn định cũng như làm gia cố cho nền đất. Mạng lưới này sẽ được hình thành thông qua sự liên kết hàn nhiệt của các tấm nhựa chống thấm HDPE lại với nhau.



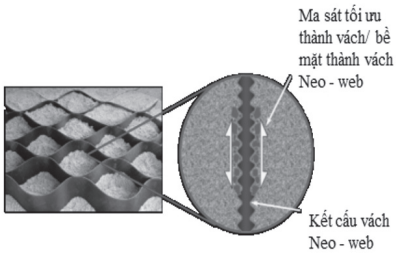
Hình 2.1: Hình ảnh hệ thống Neo - web

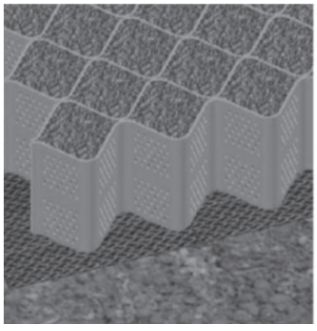
Nói cách khác, khi chúng ta chèn tất cả các vật liệu như đá, đất, sỏi, đá dăm hay bê tông vào trong Neo - web sẽ tạo thành kết cấu vững chắc có khả năng gia cường nền đất, mái ta-luy giúp chống xói mòn và bảo bệ lớp màng chống thấm ở bên dưới không bị tác động từ bên ngoài.

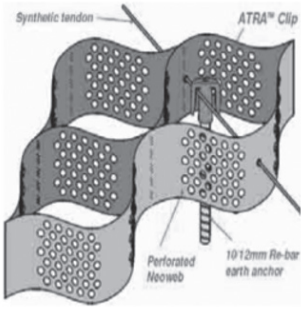
2.2. Nghiên cứu vật liệu Neo - web

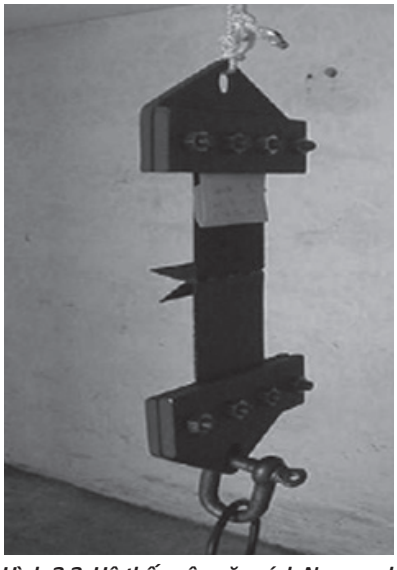
Hệ thống Neo - web là mạng lưới các ô ngăn hình mạng dạng tổ ong được đục lỗ và tạo nhám được tạo ra từ hỗn hợp mới gồm nhiều polymer sắp xếp một cách đồng bộ. Khi chèn lấp vật liệu, một kết cấu liên hợp địa kỹ thuật bao gồm các vách ngăn và vật liệu được tạo ra với các đặc tính cơ - lý địa kỹ thuật được tăng cường.

Hệ thống Neo - web được chế tạo thành từng tấm với các vách ngăn hàn nối với nhau đều được kiểm tra chất lượng qua quá trình sản xuất và thí nghiệm.





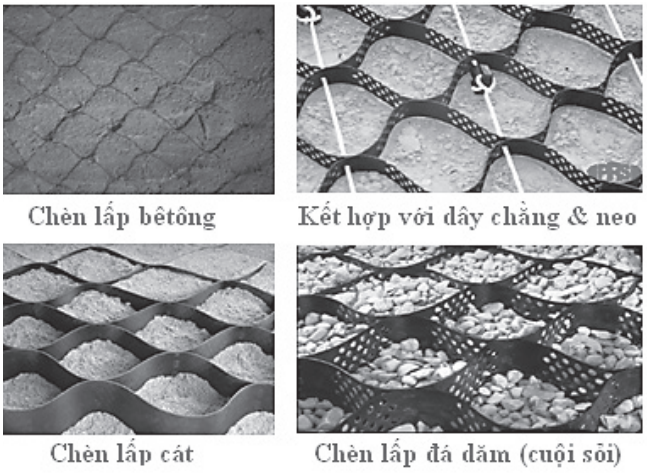




Hình 2.2: Hệ thống ô ngăn cách Neo - web

Hệ thống phân tách, ổn định và gia cố nền đất được phát triển, đã sản xuất và thương mại hóa. Hệ thống Neo - web có thể kết hợp với loại vật liệu chèn lấp phong phú. Ngăn cách đất giữ và bảo vệ các vật liệu chèn lấp bên trong theo ba phương, tạo ra cường độ chịu kéo cao trong từng phương. Kết cấu ô ngăn hình mạng và tổng hợp polymer đồng bộ của nó tạo ra nền gia cố vững chắc mong muốn.

Hệ thống Neo - web cũng có nhiều loại kích thước khác nhau. Theo kích thước, Neo - web chia ra làm 3 loại: cỡ tiêu chuẩn (*NWS)* (21x25)cm, cỡ trung bình (*NWM)* (29x34)cm và cỡ lớn (*NWL)* (42x50)cm. Theo chiều cao, Neo - web chia làm 5 loại: 5, 7, 10, 15 và 20 (cm) tùy theo yêu cầu thiết kế khác nhau mà lựa chọn loại Neo - web nào cho phù hợp về mặt kỹ thuật [2, 3].



Hình 2.3: Các dạng kết hợp Neo - web với vật liệu khác

2.3. Các chỉ tiêu kỹ thuật của vật liệu Neo - web

Tiêu chuẩn đặc trưng vật liệu Neo - web được trình bày trong *Bảng 2.1, 2.2, 2.3* [2, 3].

Bảng 2.1. Đặc trưng hình học tấm - 3 loại của: NWS, NWM, NWL

Tính chất	Mô tả	Ghi chú
Khoảng cách giữa các mối nối	NWS: 33O mm ± 3%	Mặt phẳng được đo
	NWM: 445 mm ± 3%	
	NWL: 660 mm ± 3%	
Theo mật độ ô ngăn (độ mở tiêu chuẩn)	NWS: 39 cells/m^2 ± 3%	Sẽ thay đổi trong quá trình mở
	NWM: 22 cells/m^2 ± 3%	
	NWL: 10 cells/m^2 ± 3%	
Kích thước mặt cắt tiêu chuẩn (theo độ mở tiêu chuẩn)	NWS: 2,5m x 8,0 m ± 3%	Sẽ thay đổi trong quá trình mở
	NWM: 2,8 m x 10,7 m ± 3%	
	NWL: 2,5 m x 16,0 m ± 3%	
Diện tích mặt cắt tiêu chuẩn (theo độ mở tiêu chuẩn)	NWS: 20 m^2 ± 3%	Sẽ thay đổi trong quá trình mở
	NWM: 30 m^2 ± 3%	
	NWL: 40 m^2 ± 3%	

Bảng 2.2. Thông số kỹ thuật của vật liệu Neo - web

Tính chất	Mô tả	Phương pháp thí nghiệm	Ghi chú
Cường độ chịu kéo tại giới hạn chảy	50 mm : 1,22 KN	ISO 10319	± 5%
	75 mm : 1,83 KN		
	100 mm : 2,44 KN		
	150 mm : 3,66 KN		
	200 mm : 4,88 KN		
Độ kéo dài tại thời điểm đứt	>600%	ISO 10319	± 5%

Tính chất	Mô tả	Phương pháp thí nghiệm	Ghi chú
Độ bền dài hạn mối nối	Đạt	ASTMST P 1437(1) (AAS HTOT-307-99)	1x10e7 vượt qua tải trọng động lặp 300 kPa
Cường độ bong bật ở 180	50 mm : 1,13 KN	ISO 13426-1	± 5%
	75mm : 1,70 KN		
	100 mm : 2,26 KN		
	150 mm : 3,39 KN		
	200 mm : 4,52 KN		
CTE (hệ số giãn nở vì nhiệt)	160-200 biến dạng /^{0}C	ASTM D 696-03	

Bảng 2.3. Hệ thống các chỉ số tính chất vật liệu Neo - web

Tính chất	Nhiệt độ	Biến dạng			Phương pháp thí nghiệm	Đơn vị, ghi chú
		1%	2%	3%		
Mô đun kéo đứt	23^{0}C	900	650	400	ISO 10319 ASTM D 4595 Bề rộng mở rộng	KN/m ± 5%
	45^{0}C	650	480	280		
Ứng suất kéo	23^{0}C	9	13	20		
	45^{0}C	6,5	9,5	14		

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tìm hiểu về mái dốc nền đường

Mái dốc nền đường là những con dốc nghiêng so với mặt phẳng ngang mái đất, vạt nghiêng của một hố đào hay một nền đắp, một công trình dựng đứng để làm tăng độ vững chắc.

Với định nghĩa trên, khái niệm về mái dốc nền đường thường được sử dụng chủ yếu trong ngành xây dựng cầu đường hoặc mái nhà. Mái dốc nền đường không thể thiếu khi thực hiện công trình trên các đoạn đường đèo. Nếu để ý, khi di chuyển trên các đoạn đường đèo, bạn có thể hay bắt gặp biển báo "sạt lở mái dốc, nguy cơ đứt đường".

3.2. Công nghệ ổn định mái dốc nền đường có sử dụng vật liệu Neo - web

Ổn định mái dốc nền đường có ý nghĩa rất lớn để bảo vệ sự ổn định mái dốc cho các các công trình hạ tầng có độ dốc và các khu vực miền núi nói chung, điều này giúp tuổi thọ công trình tăng và đời sống xã hội an toàn và ổn định. Vì vậy, ứng dụng công nghệ ô ngăn hình mạng Neo - web trong xây dựng có ý nghĩa rất to lớn với các đặc điểm vượt trội về mặt kỹ thuật:

- Về mặt kỹ thuật: Ổn định mái dốc có sử dụng vật liệu Neo - web cũng giống như các loại tường trọng lực, có khả năng giữ ổn định tổng thể mái dốc. Mái dốc có sử dụng vật liệu Neo - web được xây dựng từ những lớp Neo - web dày 20 cm, do đó khả năng thoát nước ngang được tăng lên đáng kể, giảm thiểu những hư hỏng do áp lực nước ngầm bên trong nền đường.

- Về mặt thi công: Ổn định mái dốc có sử dụng vật liệu Neo - web được thi công đơn giản, dễ dàng trong mọi điều kiện thời tiết. Thời gian thi công nhanh, giảm 30% thời gian thi công so với mái dốc BTCT và mái dốc đá hộc xây.

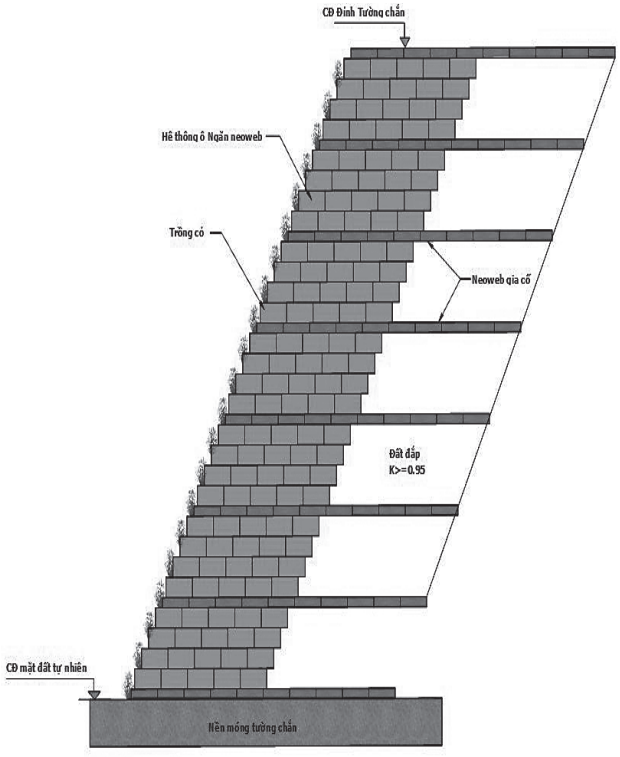
- Về mặt môi trường: Ổn định mái dốc có sử dụng vật liệu Neo - web tận dụng vật liệu chèn lấp tại chỗ giúp giảm khí thải phát sinh trong quá trình vận chuyển, thi công tường chắn. Ngoài ra, bề mặt ngoài mái dốc sử dụng vật liệu Neo - web có thể trồng hoa cỏ tạo mái dốc xanh để phù hợp với cảnh quan khu vực, rất thích hợp cho những khu Resort, nghỉ dưỡng, sinh thái.

- Hệ thống tấm đục lỗ cho phép bê tông chèn lấp chảy tràn qua các ô, làm tăng độ ma sát giữa bê tông và các vách ngăn ô, tạo ra bờ vỉa cấu trúc vững chắc hơn.

Hình 3.1: Các dạng kết hợp Neo - web với vật liệu khác làm đường và bảo vệ mái dốc

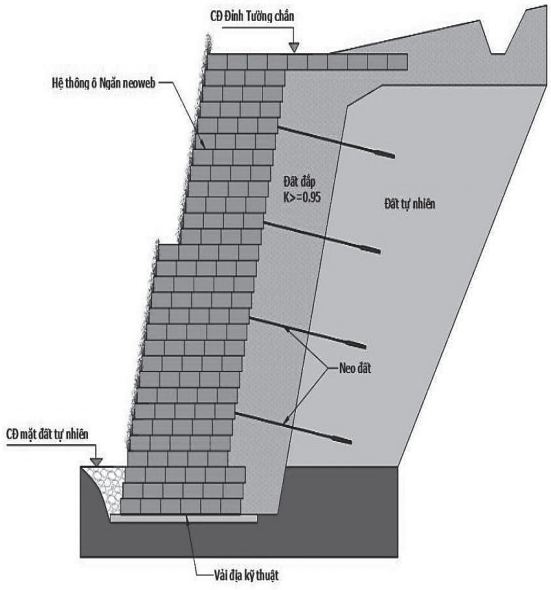
3.3. Ứng dụng vật liệu Neo - web trong thi công để ổn định mái dốc nền đường

- Tường chắn gia cố có sử dụng vật liệu Neo - web: Đây cũng là dạng tường khá phổ biến áp dụng gia cố Neo - web. Tường chắn Neo - web gia cố có thể được áp dụng cho những vị trí có phạm vi đào ít gồm các lớp Neo - web cao 20 cm, kích thước bằng nhau xếp chồng lên nhau kết hợp với lưới địa kỹ thuật (hoặc Neo - web gia cố). Độ dốc đứng/ngang = 1:1 ÷ 6:1 (450 - 810 so với phương ngang). Tường chắn gia cố có chiều cao tường H = 3 ÷ 12 m. Trường hợp mái đất cao hơn giá trị trên thì cần chia mái đất thành nhiều cấp nhỏ có chiều cao đảm bảo yêu cầu bên trên.



Hình 3.2: Cấu tạo tường chắn trọng lực gia cố có sử dụng vật liệu Neo - web

- Tường chắn Neo - web kết hợp neo đất: Đây là dạng tường chắn kết hợp. Trong những trường hợp xuất hiện những cung trượt sâu, vượt qua ngoài tầm bảo vệ của tường Neo - web thì kết cấu neo đất được sử dụng bổ sung là giải pháp tối ưu. Tường chắn Neo - web bao gồm các lớp Neo - web cao 20 cm xếp chồng lên nhau bên ngoài kết hợp với hệ thống neo đất bên trong gia cố ổn định chống trượt sâu mái dốc. Độ dốc đứng/ngang = 1:1 - 6:1 (450 - 810 so với phương ngang). Tường chắn vật liệu Neo - web kết hợp với neo đất để áp dụng gia cố các mái đá có độ dốc lớn.



Hình 3.3: Cấu tạo tường chắn có ứng dụng vật liệu Neo - web kết hợp neo đất

4. KẾT LUẬN

Qua quá trình nghiên cứu "*Ứng dụng vật liệu Neo - web trong thi công để ổn định mái dốc nền đường*", nhóm tác giả có một số kết luận có thể được đưa ra như sau:

- Trong quá trình khảo sát địa chất và điều kiện xây dựng tường chắn tiến hành lựa chọn loại tường chắn để ổn định mái dốc nền đường có sử dụng vật liệu Neo - web đã giới thiệu đảm bảo với yêu cầu kỹ thuật về sự ổn định mái dốc.

- Giải pháp ổn định mái dốc nền đường có sử dụng vật liệu Neo - web giúp giảm thời gian thi công, tận dụng được nguồn vật liệu chèn lấp địa phương.

- Thi công ổn định mái dốc nền đường có sử dụng vật liệu Neo - web dễ dàng kiểm soát chất lượng vật liệu do vật liệu được kiểm tra trong nhà máy.

- Giới thiệu rộng rãi tính năng của vật liệu Neo - web trong việc kết hợp vật liệu chèn lấp để thi công các dạng mái dốc.

Tài liệu tham khảo

[1]. *https://www.vaidiakythuat.info/phong-chong-sat-lo-dat-o-viet-nam.html.*

[2]. *http://www.vncold.vn/Modules/CMS/Upload/10/TuLieu/GT_NeoWeb_09_10_08/Gioi_thieu_CN_Neoweb_trong_bao_ve_Kenh.pdf.*

[3]. *http://jivc.vn/tong-quan-cong-nghe-neoweb-neoloy.html.*

[4]. GS. TS. Phan Trường Phiệt (2001), *Áp lực đất và tường chắn đất,* NXB. Xây dựng, Hà Nội.

[5]. *TCVN 2737: 1995 (1995), Tiêu chuẩn Quốc gia: Tải trọng tác dụng - Tiêu chuẩn thiết kế.*

[6]. Emersleben, A. and Meyer, M. (2008), *Bearing Capacity Improvement of Asphalt Paved Road Constructions due to the use of Geocells - Falling Weight Deflectomerter and Vertical Stress Measurements,* Proceeding of the 4th Asian Regional Conference on Geosynthetics.

[7]. Han, J. ang,X., Leshchinsky, D. and Parsons R.L. (2007), *Behavior of Geocell - Reinforced Sand under a Vertical Load,* Geosnthetics Committee.

[8]. Kief, O. (2007), *PRS Neoloy Geocell Technology for Neowweb Cellular Confinement Systems,* PRS Mediterranean Ltd, Israel.

Ngày nhận bài: 11/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 06/5/2023
Người phản biện: TS. Nguyễn Xuân Tùng
TS. Ngô Đức Chính

Phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến ứng suất trong kết cấu mặt đường bê tông xi măng theo tiêu chuẩn thiết kế hiện hành

■ **ThS. NGUYỄN THANH HẢI**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: haidbonct@gmail.com

TÓM TẮT: Bài báo trình bày phương pháp hiện hành được sử dụng để kiểm toán kết cấu áo đường bê tông xi măng (BTXM), đồng thời đưa ra một số vấn đề tồn tại và định hướng giải pháp khắc phục.

TỪ KHÓA: Mặt đường bê tông xi măng, ứng suất.

ABSTRACT: This paper presents the current method used to audit the cement concrete pavement structure, and at the same time presents a number of existing problems and orientations for solutions.

KEYWORDS: Cement concrete pavement, stress.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo tính toán của TCCS 39 :2022/TCDBVN - Thiết kế mặt đường BTXM thông thường có khe nối trong xây dựng công trình giao thông, ứng suất xuất hiện trong tấm BTXM là một hàm số phụ thuộc vào tải trọng xe chạy, điều kiện nhiệt độ và các thông số tính toán của các lớp kết cấu như chiều dày hay mô-đun đàn hồi. Về nguyên lý, việc gia tăng cường độ của các lớp có thể giúp toàn bộ kết cấu cải thiện điều kiện làm việc. Tuy nhiên, kết quả khảo sát cho thấy điều này không xảy ra với tấm BTXM.

Trong khuôn khổ của bài báo, tác giả mong muốn trình bày những tồn tại trong mối quan hệ trên và đề xuất các giải pháp giải quyết.

2. PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN THEO TIÊU CHUẨN CƠ SỞ 39

2.1. Lý thuyết về quá trình kiểm toán

Theo TCCS 39:2022, ứng suất xuất hiện trong tấm BTXM được kiểm toán theo các công thức sau:

$$\gamma_r (\sigma_{pr} + \sigma_{tr}) \le f_r \quad (1)$$

$$\gamma_r (\sigma_{pmax} + \sigma_{t\,max}) \le f_r \quad (2)$$

Trong đó:

σ_{pr} - Ứng suất kéo uốn gây mỏi do tác dụng xe chạy tại vị trí tấm BTXM dễ bị phá hoại mặc định, (MPa);

σ_{tr} - Ứng suất kéo uốn gây mỏi do tác dụng gradien nhiệt độ gây ra cũng tại vị trí tấm BTXM dễ bị phá hoại mặc định, (MPa);

σ_{pmax} - Ứng suất kéo uốn do tải trọng xe nặng nhất gây ra tại vị trí tấm BTXM dễ bị phá hoại mặc định, (MPa);

σ_{tmax} - Ứng suất kéo uốn lớn nhất gây ra tại vị trí tấm BTXM dễ bị phá hoại mặc định tương ứng với khi xuất hiện gradien nhiệt độ lớn nhất giữa mặt trên và mặt dưới tấm BTXM, (MPa);

f_r - Cường độ kéo uốn thiết kế của BTXM, (MPa);

γ_r - Hệ số độ tin cậy.

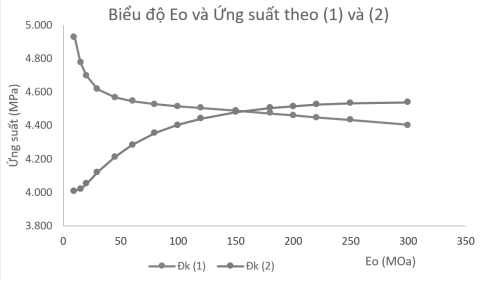
2.2. Phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến ứng suất trong kết cấu mặt đường BTXM theo TCCS 39

Để làm rõ mối quan hệ giữa các tham số đầu vào và công thức kiểm toán, chúng ta cùng xét ví dụ B2 trong TCCS 39. Theo đó, tấm BTXM có kích thước (4,8x3,5x0,26)m, mô-đun đàn hồi Ec = 31 Gpa, hệ số poison là 0,15 được đặt trên 2 lớp móng: móng trên là cấp phối đá dăm gia cố 5% xi măng dày 20 cm có mô-đun đàn hồi Egcxm là 1.300 MPa và hệ số Poison 0,2, móng dưới là cấp phối đá dăm dày 18 cm có mô-đun đàn hồi Ecpdd là 300 MPa và hệ số Poison là 0,35, nền đất á sét có mô-đun đàn hồi Eo là 45 Mpa.

Trong ví dụ này, khi tăng E_0 thì ứng suất theo (2) lại tăng lên, thể hiện *ở Bảng 2.1* và *Hình 2.1*.

Bảng 2.1. Ảnh hưởng của E_0 đến ứng suất trong tấm BTXM

Eo (MPa)	Ứng suất theo 8-1 (MPa)	Ứng suất theo 8-2 (MPa)
10	4,927	4,011
15	4,780	4,021
20	4,700	4,051
30	4,619	4,122
45	4,569	4,215
60	4,546	4,286
80	4,529	4,356
100	4,516	4,406
120	4,505	4,443
150	4,489	4,481
180	4,473	4,506
200	4,462	4,517
220	4,451	4,525
250	4,434	4,534
300	4,406	4,540

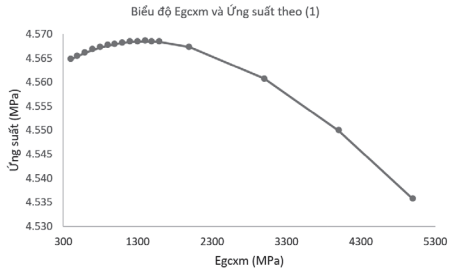


Hình 2.1: Ảnh hưởng của E_0 đến ứng suất đáy tấm BTXM

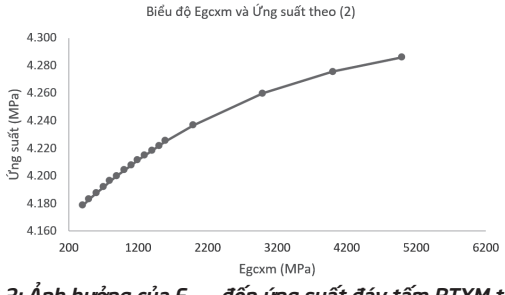
Khi tăng E_{gcxm} thì ứng suất theo (1) có cực trị và ứng suất theo (2) lại tăng lên, thể hiện ở *Bảng 2.2* và *Hình 2.2*, *Hình 2.3*.

Bảng 2.2. Khảo sát ảnh hưởng của Egcxm đến ứng suất trong tấm BTXM

Egcxm (MPa)	Ứng suất theo (1) (MPa)	Ứng suất theo (2) (MPa)
400	4,565	4,178
500	4,565	4,183
600	4,566	4,188
700	4,567	4,192
800	4,567	4,196
900	4,568	4,200
1000	4,568	4,204
1100	4,568	4.208
1200	4,568	4,212
1300	4,569	4,215
1400	4,569	4.219
1500	4,568	4,222
1600	4,568	4,225
2000	4,567	4,237
3000	4,561	4.260
4000	4,550	4,276
5000	4,536	4,286



Hình 2.2: Ảnh hưởng của E_{gcxm} đến ứng suất đáy tấm BTXM theo (1)

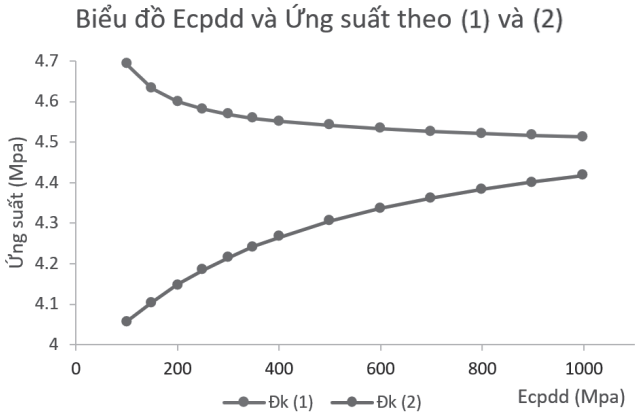


Hình 2.3: Ảnh hưởng của E_{gcxm} đến ứng suất đáy tấm BTXM theo (2)

Khi tăng mô-đun đàn hồi E_{cpdd} thì ứng suất theo (2) lại tăng lên, thể hiện ở *Bảng 2.3* và *Hình 2.4*.

Bảng 2.3. Ảnh hưởng của E_{cpdd} đến ứng suất đáy tấm BTXM

Ecpdd	Ứng suất theo (1) (MPa)	Ứng suất theo (2) (MPa)
100	4,692	4,056
150	4,633	4,105
200	4,601	4,148
250	4,582	4,184
300	4,569	4,215
350	4,559	4,242
400	4,552	4,265
500	4,541	4,305
600	4,533	4,336
700	4,527	4,362
800	4,522	4,383
900	4,517	4,402
1000	4,513	4,417



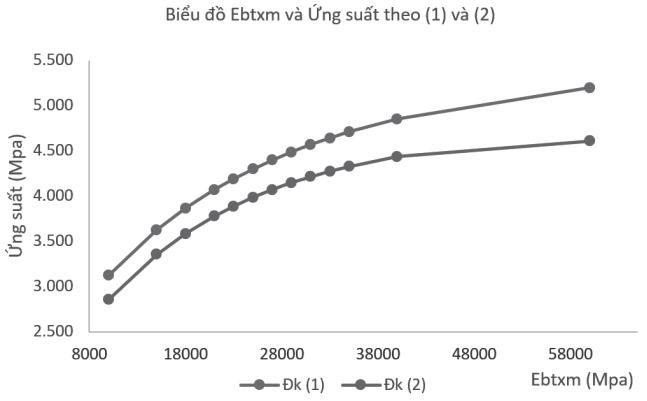
Hình 2.4: Ảnh hưởng của E_{cpdd} đến ứng suất đáy tấm BTXM

Ngoài ra, khi tăng mô-đun đàn hồi của tấm BTXM, ứng suất do tải trọng sinh ra có xu hướng tăng lên dẫn đến ứng suất trong điều kiện (1) tăng lên, thể hiện trong *Bảng 2.4* và *Hình 2.5*. Như vậy, về nguyên lý, nếu tăng mô-đun đàn hồi của BTXM lên thì chiều dày tấm lại phải tăng lên để thỏa mãn điều kiện kiểm toán, điều nay là bất hợp lý.

Bảng 2.4. Sự ảnh hưởng của E_c đến ứng suất trong tấm BTXM

E_c(MPa)	Ứng suất theo (1) (MPa)	Ứng suất theo (2) (MPa)
10000	3,124	2,856
15000	3,628	3,354
18000	3,868	3,585
21000	4,072	3,777
23000	4,191	3,887
25000	4,300	3,984
27000	4,398	4,071
29000	4,487	4,147
31000	4,569	4,215

E_c(MPa)	Ứng suất theo (1) (MPa)	Ứng suất theo (2) (MPa)
33000	4,643	4,275
35000	4,71	4,328
40000	4,854	4,435
60000	5,198	4,611



Hình 2.5: Ảnh hưởng của E_c đến ứng suất trong tấm BTXM

Một trường hợp khác khi chiều dài của tấm BTXM nhỏ hơn 3,5 m thì hệ số k_t cũng giảm xuống và đạt giá trị âm, dẫn đến ứng suất nhiệt σ_{tr} ở giữa cạnh tấm mang giá trị âm không mong muốn, tức là tấm có thể bị biến dạng ngược chiều với tác dụng của nhiệt độ. Điều này không phù hợp với nguyên lý cũng như điều kiện làm việc thực tế của tấm BTXM.

3. NHẬN XÉT VỀ MỐI QUAN HỆ GIỮA CÁC THÔNG SỐ ĐẦU VÀO VÀ ỨNG SUẤT XUẤT HIỆN TRONG TẤM BTXM

Dựa trên các khảo sát trên, có thể nhận thấy việc tính toán ứng suất trong tấm BTXM đang tồn tại một số vấn đề như sau:

Khi kiểm toán tấm BTXM theo TCCS 39, ứng suất xuất hiện trong tấm BTXM là hàm đồng biến với mô-đun đàn hồi của đất nền và các lớp móng. Vì vậy, khi tăng độ cứng của các lớp này, ứng suất trong tấm BTXM cũng tăng theo. Tuy nhiên, về nguyên lý, nếu mô-đun đàn hồi của đất nền hay lớp móng càng tăng, tấm BTXM sẽ có độ cứng và độ co ngót cao hơn, do đó khả năng chịu tải và chịu lực tốt hơn. Điều này có thể giúp giảm thiểu ảnh hưởng của tải trọng xe chạy và nhiệt độ đến tấm BTXM.

Ngoài ra, theo tiêu chuẩn, mô-đun đàn hồi của bê tông sẽ tỉ lệ thuận với ứng suất trong tấm BTXM do tải trọng sinh ra, từ đó tỉ lệ thuận với ứng suất tổng thể. Như vậy, để điều kiện (1) và (2) thỏa mãn, mặc dù cường độ kéo uốn của tấm cũng tăng lên nhưng trong nhiều trường hợp cần gia tăng chiều dày của tấm BTXM. Việc này không phù hợp với nguyên lý làm việc của tấm BTXM. Về cơ bản, mô-đun đàn hồi càng tăng thì độ cứng của bê tông cũng càng tăng, do đó khả năng chịu tải của bê tông cũng tăng lên. Vì vậy, ứng suất do xe chạy trên tấm BTXM càng giảm. Tuy nhiên, việc tăng mô-đun đàn hồi không ảnh hưởng trực tiếp đến ứng suất do xe chạy, mà phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác như độ dày và độ cứng của lớp bề mặt bê tông, tải trọng của xe và tốc độ di chuyển của xe. Ngoài ra, việc tăng mô-đun đàn hồi có thể làm giảm thời gian đàn hồi của bê tông sau khi xe đi qua, điều này có thể dẫn đến sự gia tăng ứng suất tại các vết nứt trong bề mặt bê tông. Do đó, việc thiết kế tấm BTXM phải được xem xét kỹ lưỡng để đảm bảo độ bền và ổn định của tấm bê tông khi chịu tải trọng từ xe cộ.

Bên cạnh đó, với việc tăng mô-đun đàn hồi của bê tông, khi tấm BTXM chịu tác dụng của nhiệt độ cao, sự biến dạng của bê tông cũng sẽ giảm. Do đó, ứng suất do nhiệt độ trong tấm BTXM sẽ tăng lên. Vì vậy, tăng mô-đun đàn hồi của bê tông có thể dẫn đến tăng ứng suất do nhiệt độ xuất hiện trong tấm BTXM.

Nếu tấm BTXM được thiết kế và chế tạo đúng cách, khi chiều dài của tấm tăng thì khả năng tản nhiệt của nó cũng tăng, giúp giảm ứng suất nhiệt trong tấm. Tuy nhiên, nếu tấm quá dài và không được thiết kế hoặc chế tạo đúng cách, nó có thể dẫn đến các vấn đề khác như sự mất cân bằng, giảm độ bền và độ cứng của tấm và ảnh hưởng đến ứng suất nhiệt trong tấm.

Như vậy, việc tính toán kết cấu mặt đường BTXM theo tiêu chuẩn hiện hành cần có những điều chỉnh để thích hợp với điều kiện làm việc thực tế.

4. KẾT LUẬN

Việc kiểm toán ứng suất trong tấm BTXM theo TCCS 39 đang tồn tại một số vấn đề về mối quan hệ giữa các đại lượng. Điều này dẫn đến sự bất hợp lý trong việc lựa chọn hay điều chỉnh chế độ hoạt động của kết cấu.

Cường độ của đất nền và các lớp móng là những yếu tố có ảnh hưởng lớn đến ứng suất trong tấm BTXM. Việc nâng cao mô-đun đàn hồi của các lớp này cũng như phối hợp hợp lý với việc thiết kế tấm BTXM có thể cải thiện điều kiện làm việc cũng như độ bền của toàn bộ kết cấu.

Nếu gia tăng cường độ bê tông thì có thể giảm thiểu chiều dày chịu lực cần thiết cho tấm. Điều này có thể được giải thích bằng cách cho rằng cường độ bê tông cao hơn có độ co giãn thấp hơn, từ đó giảm thiểu ứng suất và giảm thiểu tác động của tải trọng và nhiệt độ. Ngoài ra, việc lựa chọn chiều dài của tấm BTXM phải được thực hiện đúng theo các yêu cầu kỹ thuật và mục đích sử dụng cụ thể.

Tài liệu tham khảo

[1]. Bộ GTVT, *TCCS 39:2022/TCDBVN - Thiết kế mặt đường BTXM thông thường có khe nối trong xây dựng công trình giao thông.*

[2]. Bộ GTVT, *TCCS 38:2022/TCDBVN - Áo đường mềm - Các yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế.*

[3]. Bộ GTVT, *Quyết định số 3230/QĐBGTVT ngày 14/12/2012 - Ban hành quy định tạm thời về thiết kế mặt đường bê tông xi măng thông thường có khe nối trong xây dựng công trình giao thông.*

Ngày nhận bài: 01/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 02/4/2023
Người phản biện: TS. Nguyễn Hữu Dũng
TS. Bùi Tuấn Anh

Nghiên cứu phương pháp cân bằng giới hạn tổng quát (GLEM) để tính toán ổn định mái dốc và so sánh với phương pháp tính theo Bishop

■ **ThS. TRẦN TRUNG DŨNG**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: ttdandtgh@gmail.com

TÓM TẮT: Mất ổn định mái dốc đã và đang xảy ra đối với các công trình giao thông, đặc biệt hay xảy ra ở các công trình giao thông thuộc địa hình miền núi. Đã có nhiều phương pháp tính ổn định mái dốc, điển hình và cho phép tính ổn định mái dốc theo phương pháp cân bằng giới hạn theo Bishop để đánh giá ổn định mái dốc công trình giao thông. Nhưng trong thực tế, mất ổn định mái dốc công trình trong khu vực miền núi vẫn đang tiếp tục diễn ra. Chính vì vậy, bài báo tiếp tục nghiên cứu phương pháp cân bằng giới hạn tổng quát (GLEM) và so sánh với phương pháp của Bishop.

TỪ KHÓA: Cân bằng giới hạn tổng quát (GLEM), cân bằng giới hạn (LEM).

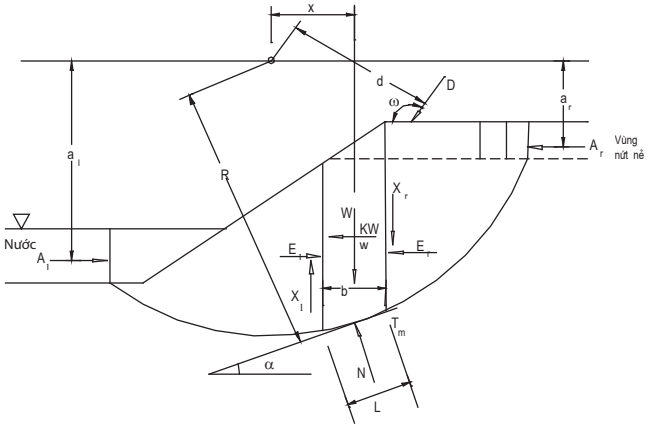
ABSTRACT: Slope instability has been happening to traffic works. Especially often occurs in traffic works in mountainous terrain. There are many methods to calculate slope stability. Typical and allowable slope stability calculation accordinh to Bishop's limit equilibrium method, to evaluate the stability of the slope of traffic works. But in reality, slope instability in mountainous areas is still happening. Therefore, the paper continuses to study the general limit equilibrium method (GLEM) and compare in with Bishop's method.

KEYWORDS: General limit equilibrium method (GLEM), limit equilibrium menthod (LEM).

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, tính toán và đánh giá ổn định mái dốc theo phương pháp cân bằng giới hạn (LEM) là chủ yếu. Ở Việt Nam, quy trình thường cho phép tính toán ổn định mái dốc theo phương pháp của Bishop. Phương pháp tính toán ổn định theo Bishop thuộc nhóm các phương pháp cân bằng giới hạn. Hạn chế của nhóm các phương pháp này là giả định trước mặt trượt là mặt phẳng hay mặt trượt trụ tròn. Lăng thể trượt được coi là cố thể hay được chia thành các khối chia bởi mặt phẳng thẳng đứng, điều kiện trượt chỉ xảy ra tại mặt phẳng đáy của khối trượt và không xảy ra điều kiện trượt trên mặt phẳng thẳng đứng của khối chia. Để giải quyết các hạn chế này, phương pháp cân bằng giới hạn tổng quát (GLEM) ra đời. Theo phương pháp này, khối trượt được rời rạc hóa thành các khối con. Các khối con được giới hạn bởi mặt phẳng đáy và mặt phẳng trong các khối. Điều kiện trượt thỏa mãn trên cả hai mặt phẳng đáy và mặt phẳng trong khối con. Mặt trượt có dạng là mặt cong tổng quát chứ không phải là mặt phẳng hay mặt trượt trụ tròn. Do đó, phương pháp cân bằng giới hạn tổng quát có những ưu điểm nhất định so với phương pháp cân bằng giới hạn nói chung và phương pháp theo Bishop nói riêng.

2. PHƯƠNG PHÁP TÍNH ỔN ĐỊNH MÁI DỐC THEO BISHOP



Hình 2.1: Các lực tác dụng lên các khối chia

Trong đó:
W - Trọng lượng bản thân khối chia;
N - Lực pháp tuyến trên đáy của khối chia có chiều dài L;
Tm - Sức kháng cắt huy động ở đáy khối chia;

R - Bán kính hoặc cánh tay đòn lấy mô-men của lực Tm;

L - Chiều dài đáy khối chia;

b - Chiều rộng khối chia;

f - Khoảng cách vuông góc từ lực pháp tuyến trên đáy khối tới tâm quay;

x - Khoảng cách nằm ngang từ trọng tâm khối chia đến tâm quay;

α - Góc giữa tiếp tuyến với đáy khối chia với phương ngang;

E_r - Lực tương tác giữa các khối chia theo phương ngang ở bên phải;

E_l - Lực tương tác giữa các khối chia theo phương ngang ở bên trái;

X_r - Lực tương tác giữa các khối chia theo phương đứng ở bên phải;

X_l - Lực tương tác giữa các khối chia theo phương đứng ở bên trái;

K - Hệ số động đất theo phương ngang;

E - Khoảng cách thẳng đứng từ trọng tâm mỗi dải đến tâm quay;

D - Tải trọng đường (lực trên một đơn vị chiều rộng);

D - Khoảng cách vuông góc từ tải trọng đường đến tâm quay;

A - Lực thủy tĩnh;

a - Khoảng cách vuông góc từ lực A đến tâm quay.

Bài toán chưa xét tới áp lực thủy tĩnh và tải trọng đường. Giả thiết với $X_l = X_r$, $E_r \# E_l$ điều kiện tổng mô-men với tâm o bằng 0 và tổng các lực thẳng đứng bằng 0.

Hệ số an toàn

$$Fs = \frac{\Sigma[c.L_i \cos\alpha_i + (W_i - u_i L_i \cos\alpha_i) tg\varphi]/m_\alpha}{\Sigma W_i \sin\alpha_i} \quad (1)$$

$$m\alpha = \cos\alpha i + \sin\alpha i tg\varphi/Fs \quad (2)$$

c - Cường độ lực dính;

φ - Góc ma sát trong của đất;

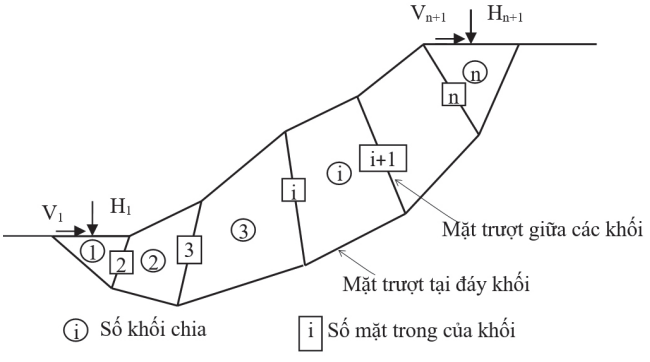
u - Áp lực nước lỗ rỗng.

Các đại lượng còn lại trong công thức (1), (2) đã được nêu ở trên.

3. PHƯƠNG PHÁP CÂN BẰNG GIỚI HẠN TỔNG QUÁT (GLEM)

3.1. Giả thiết

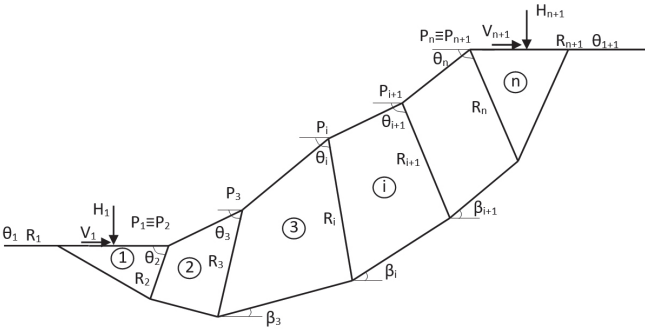
Đất được coi là đồng nhất có ứng xử cứng dẻo lý tưởng, trong bài toán này không xét tới mực nước ngầm và biến đổi thể tích của đất.



Hình 3.1: Sơ đồ các khối trượt trong phương pháp GLEM

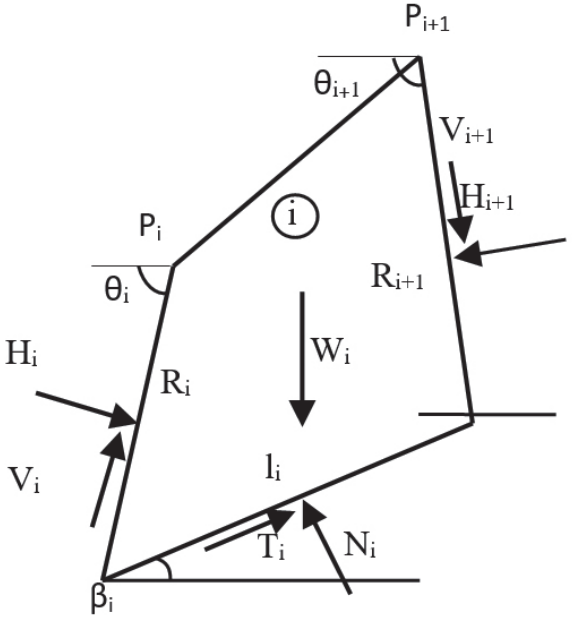
Lăng thể trượt được chia thành các khối dạng tam giác và tứ giác, các khối được giới hạn bởi mặt đáy, mặt trong khối. Khi mái đất bị mất ổn định trạng thái cân bằng giới hạn có thể xảy ra trên cả mặt phẳng đáy và mặt trong của khối.

Chỉ điều kiện cân bằng lực được sử dụng, không cần sử dụng điều kiện cân bằng mô-men.



Hình 3.2: Mô hình tính ổn định mái dốc

3.3. Tính ổn định mái đất bằng phương pháp cân bằng giới hạn tổng quát



Hình 3.3: Các lực tác dụng lên khối

W_i - Trọng lượng của khối thứ i;

N_i - Lực pháp tuyến của mặt phẳng đáy khối thứ i;

T_i - Lực tiếp tuyến trên mặt phẳng đáy khối thứ i;

H_i - Lực pháp tuyến của mặt trong khối thứ i;

V_i - Lực tiếp tuyến trên mặt phẳng trong khối thứ i;

θ_i - Góc nghiêng của mặt trong khối so với phương nằm ngang;

β_i - Góc nghiêng của mặt phẳng đáy khối so với phương nằm ngang;

R_i - Chiều dài của mặt phẳng trong thứ i;

l_i - Chiều dài mặt phẳng đáy của khối thứ i;

c - Cường độ lực dính;

φ - Góc ma sát trong của đất;

Fs - Hệ số an toàn trên mặt phẳng đáy của các khối;

Fs_i - Hệ số an toàn trên mặt phẳng trong khối thứ i.

- Xét điều kiện cân bằng của khối:

Chiếu các lực tác dụng lên khối theo phương pháp tuyến của mặt đáy ta có:

$$W_i \cos\beta_i - H_{i+1}\cos(\theta_{i+1}-\beta_i) + V_{i+1}\sin(\theta_{i+1}-\beta_i) + H_i\cos(\theta_i-\beta_i) - V_i\sin(\theta_i-\beta_i) = N_i \quad (3)$$

Chiếu các lực tác dụng lên khối theo phương tiếp tuyến của mặt đáy ta có:

$$W_i \sin\beta_i + H_{i+1}\sin(\theta_{i+1}-\beta_i) - V_i\cos(\theta_i-\beta_i) - H_i\sin(\theta_i-\beta_i) + V_{i+1}\cos(\theta_{i+1}-\beta_i) = T_i \quad (4)$$

- Điều kiện trượt trên mặt phẳng đáy và mặt trong của khối thứ i:

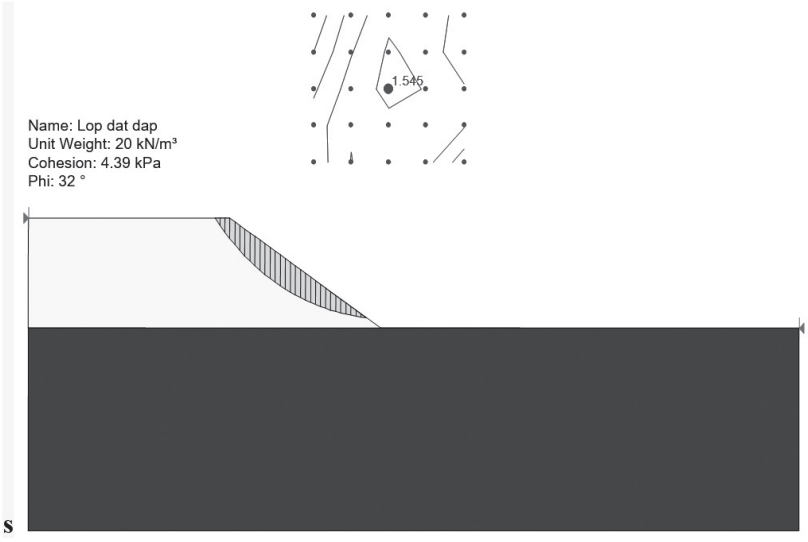
$$T_i = \frac{(N_i tg\varphi + cl_i)}{Fs}, V_i = \frac{(H_i tg\varphi + cR_i)}{Fs_i}, V_{i+1} = \frac{(H_{i+1} tg\varphi + cR_{i+1})}{Fs_{i+1}} \quad (5)$$

Giải hệ các phương trình (3), (4), (5) ta xác định được hai hệ số an toàn Fs và Fs_i.

4. SO SÁNH KẾT QUẢ TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH MÁI DỐC THEO BISHOP VÀ GLEM

- Xét mái dốc cao H = 6,1 m, độ dốc 1:1,5, γ = 20 kN/m^3, $\varphi = 32^0$, c = 4,39 kN/m^2.

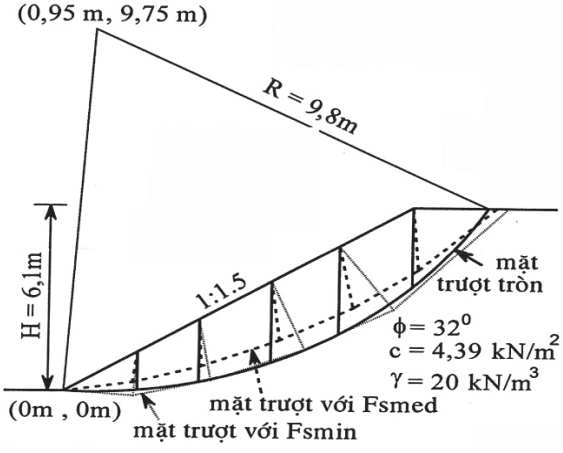
4.1. Kết quả tính theo Bishop



Hình 4.1: Hệ số an toàn và mặt trượt nguy hiểm theo pp Bishop

Hệ số an toàn Fs_{min} = 1,545.

4.2. Kết quả tính theo GLEM



Hình 4.2: Hệ số an toàn và mặt trượt theo GLEM

Hệ số an toàn Fs_{min} = 1,38.

4.3. Kết luận

- Với các đặc trưng hình học của mái dốc và các chỉ tiêu cơ lý như nhau. Kết quả hệ số an toàn của mái dốc theo GLEM Fsmin = 1,38 nhỏ hơn kết quả tính hệ số ổn định mái dốc theo phương pháp của Bishop Fsmin = 1,545. Độ sai lệch giữa hai kết quả thu được là 10,6%.

- Dùng kết quả tính hệ số ổn định Fsmin theo GLEM để đánh giá ổn định của mái dốc sẽ an toàn hơn so với dùng kết quả tính Fsmin theo Bishop để đánh giá ổn định của mái dốc.

Tài liệu tham khảo

[1]. Bishop, A.W. (1945), *The use of slip circle in stability analysis of slop stability - Geotechnique.*

[2]. Enoki, N.Yagi, R.Ytabe, E. Ichimoto (1990), *Generalized slice method for slope stability analysis*, Soil and Foundations - Japanese Soc. Of Soi Mech.

Ngày nhận bài: 02/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 11/4/2023
Người phản biện: PGS. TS. Trần Văn Long
TS. Nguyễn Thái Linh

Tính dầm kép liên kết qua lớp đệm đàn hồi, tựa đơn bằng phương pháp giải tích

■ **ThS. ĐỖ THỊ HẰNG**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: hangdo@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Bài báo tính toán dầm kép chịu tải trọng tĩnh phân bố đều bằng phương pháp giải tích. Hai dầm được nối với nhau bằng lớp đệm đàn hồi. Phương trình vi phân của dầm kép được thiết lập sử dụng lý thuyết dầm cổ điển Euler-Bernoulli. Sử dụng chuỗi lượng giác để biểu diễn chuyển vị của dầm với liên kết tựa đơn kết hợp với tính trực giao của chuỗi lượng giác tìm giải hệ phương trình vi phân của dầm kép. Kết quả tính toán được so sánh với phần mềm Sap2000.

TỪ KHÓA: Dầm kép, lớp đệm đàn hồi, phương pháp giải tích.

ABSTRACT: In this paper, the displacement of a double-beam system subjected to a distributed load is studied. The double-beam system consists of two Euler-Bernoulli beams which are connected continuously by a layer of elastic springs. The displacement of both beams are given in analytical closed forms by using trigonometric Series.

KEYWORDS: Double-beam, the layer of elastic springs, analytical solution.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bài toán tiêu biểu về dầm nằm trên nền đàn hồi hay đàn nhớt có tầm quan trọng trong nhiều ngành kỹ thuật, chẳng hạn như cầu, đường bộ [1, 2], đường sắt [3, 4]. Với dầm đơn tựa vào nền móng dưới tải trọng tĩnh hay động đã được nghiên cứu rộng rãi trong nhiều năm [5-8]. Với nền đàn hồi, có nhiều loại mô hình nền khác nhau, chẳng hạn như mô hình nền đàn hồi một tham số Winkler [9], mô hình nền hai tham số Pasternak [10], mô hình nền đàn hồi nhớt [11].

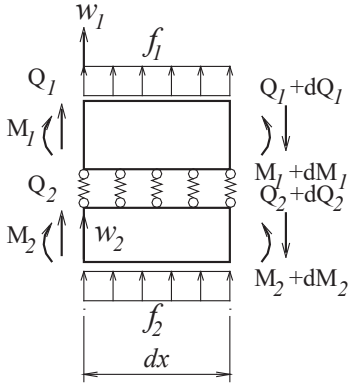
Thực tế cần thiết phải mở rộng khái niệm dầm đơn, đó là khái niệm hệ thống dầm kép. Dầm kép như vậy có thể được sử dụng để đơn giản hóa một hệ thống phức tạp bao gồm hai dầm đơn được nối với nhau bởi một lớp đệm đàn hồi. Trong thực tế, vấn đề dầm kép chiếm một vị trí quan trọng trong nhiều lĩnh vực kỹ thuật kết cấu và nền móng. Ví dụ, một mô hình dầm kép có thể được áp dụng để tính gần đúng ứng xử của dầm sandwich [12, 13] và đường ray [3].

Oniszczuk [14, 15] đã nghiên cứu các dao động tự do và cưỡng bức của dầm kép được kết nối với nhau bằng một lớp đệm đàn hồi Winkler. Abu- Hilal [16, 17] đã tìm lời giải bằng giải tích tính dao động của hệ thống dầm kép gồm hai dầm Euler-Bernoulli chịu tải trọng di động bằng cách sử dụng hàm Green hoặc chuỗi lượng giác. Fei [18] đã sử dụng phương pháp độ cứng động lực và thuật toán Wittrick-Williams tính dao động của dầm kép qua lớp đệm đàn hồi nhớt. Han và cộng sự [19] đã nghiên cứu tìm lời giải chính xác dao động từ phương pháp ma trận độ cứng và tần số của hệ thống thuật toán Wittrick Williams cải tiến. Yongxin Wu và Yufeng Gao [20] đã giải bài toán dao động của dầm kép qua lớp đệm đàn hồi nhớt bằng phương pháp giải tích sử dụng hàm trạng thái. Xingzhuang Zhao [21] tính dao động của dầm kép có khối lượng tập trung bằng phương pháp giải tích.

Đã có nhiều nghiên cứu về tính toán dầm kép nhưng đa phần nghiên cứu tính về bài toán động lực học. Bài báo này thực hiện tính toán dầm kép qua lớp đệm đàn hồi bằng phương pháp giải tích chịu tải trọng tĩnh. Các kết quả tính toán được so sánh với phần mềm Sap2000.

2. THIẾT LẬP PHƯƠNG TRÌNH VI PHÂN CỦA DẦM KÉP

Sử dụng lý thuyết dầm cổ điển để thiết lập hệ phương trình vi phân ứng xử của dầm kép. Xét đoạn phân tố dầm kép có chiều dài *dx*.



Hình 2.1: Biểu diễn nội lực của đoạn phân tố dầm kép

Xét cân bằng lực và mô-men của phân tố dầm trên thiết lập được phương trình vi phân ứng xử như sau:

$$EI_1 \frac{d^4 w_1}{dx^4} + K\left(w_1 - w_2\right) = f_1 \quad (1)$$

Tương tự cho dầm dưới:

$$EI_2\frac{d^4w_2}{dx^4}+K\left(w_2-w_1\right)=f_2 \quad (2)$$

Như vậy, hệ phương trình vi phân của của dầm kép như sau:

$$\begin{cases} EI_1\dfrac{d^4w_1}{dx^4}+K\left(w_1-w_2\right)=f_1 \\ EI_2\dfrac{d^4w_2}{dx^4}+K\left(w_2-w_1\right)=f_2 \end{cases} \quad (3)$$

3. GIẢI HỆ PHƯƠNG TRÌNH VI PHÂN CỦA DẦM KÉP BẰNG PHƯƠNG PHÁP GIẢI TÍCH

Với dầm kép tựa đơn, để tìm lời giải giải tích ta sử dụng cách tiếp cận của Navier, biểu diễn các chuyển vị dưới dạng chuỗi lượng giác kép:

$$\begin{cases} w_1\left(x,y,t\right)=\sum\limits_{n=1}^{\infty}\left\{W_{1n}\sin\alpha x\right\} \\ w_2\left(x,y,t\right)=\sum\limits_{n=1}^{\infty}\left\{W_{2n}\sin\alpha x\right\} \end{cases} \quad (4)$$

Trong đó, các hệ số α:

$$\alpha=\frac{n\pi}{L} \quad (5)$$

Thay chuỗi lượng giác (4) vào hệ phương trình vi phân (3), sử dụng tính chất trực giao của các hàm sin ta có:

$$\begin{cases} \sum\limits_{n=1}^{\infty}\left\{\alpha^4EI_1W_{1n}+K\left(W_{1n}-W_{2n}\right)\right\}\sin\alpha x=f_1 \\ \sum\limits_{n=1}^{\infty}\left\{\alpha^4EI_2W_{2n}+K\left(W_{2n}-W_{1n}\right)\right\}\sin\alpha x=f_2 \end{cases} \quad (6)$$

Nhân cả hai vế của phương trình (6) với sin αx và lấy tích phân trên toàn miền của dầm ta có:

$$\int_0^L\sin\left(\alpha_i x\right)\sum_{n=1}^{\infty}\left\{\left(\alpha^4EI_1W_{1n}+K\left(W_{1n}-W_{2n}\right)\right)\sin\alpha x\right\}dx=\int_0^L\left(f_1\sin\left(\alpha_i x\right)\right)dx \quad (7)$$

$$\int_0^L\sin\left(\alpha_i x\right)\sum_{n=1}^{\infty}\left\{\left(\alpha^4EI_2W_{2n}+K\left(W_{2n}-W_{1n}\right)\right)\sin\alpha x\right\}dx=\int_0^L\left(f_2\sin\left(\alpha_i x\right)\right)dx \quad (8)$$

Như vậy, ta có hệ phương trình:

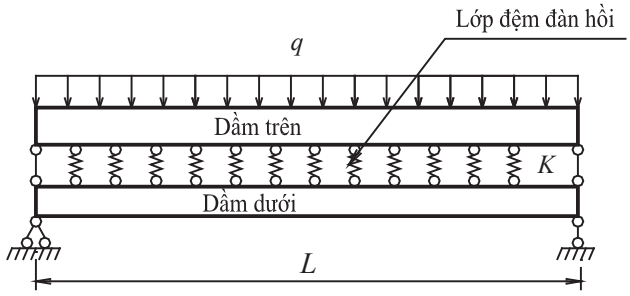
$$\begin{cases} \left(\alpha^4EI_1+K\right)W_{1n}-KW_{2n}=\dfrac{4q_{01}}{(2n-1)\pi} \\ \left(\alpha^4EI_2+K\right)W_{2n}-KW_{1n}=\dfrac{4q_{02}}{(2n-1)\pi} \end{cases} \quad (9)$$

Giải hệ phương trình (9) ta có giá trị W_{1n}, W_{2n}.

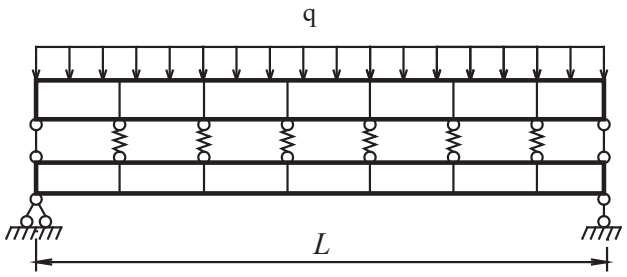
4. VÍ DỤ SO SÁNH VỚI SAP2000

Để kiểm chứng kết quả của phương pháp giải tích như trình bày ở mục 3, trong mục này dầm kép được tạo thành từ hai dầm tiết diện chữ nhật liên kết qua lớp đệm đàn hồi có chiều dài L = 10 m chịu tải trọng phân bố đều q =10 kN/m.

Mỗi dầm chữ nhật có chiều cao 0,5 m, chiều rộng 0,3 m. Dầm được chia đều thành lưới 10 phần tử như *Hình 4.2*. Trong phần mềm Sap2000, lớp đệm đàn hồi được mô tả là các liên kết đàn hồi cách nhau 100 cm và có độ cứng lớp đệm đàn hồi tính với hai trường hợp k = 10^2 kN/m và k = 10^3 kN/m.



Hình 4.1: Dầm kép qua lớp đệm đàn hồi chịu tải trọng phân bố đều



Hình 4.2: Sơ đồ chia lưới phần tử dầm

Kết quả tính toán thể hiện như ở *Bảng 4.1*:

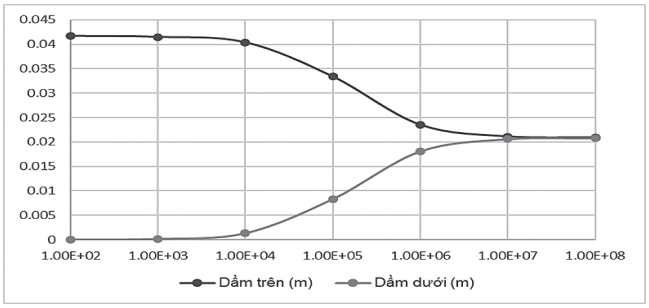
Bảng 4.1. Bảng tính chuyển vị ở giữa dầm

Hệ số độ cứng K (N/m)	Chuyển vị giữa dầm trên (m)			Chuyển vị giữa dầm dưới (m)		
	PP giải tích	Sap2000	Sai số (%)	PP giải tích	Sap2000	Sai số (%)
1E+05	0,0334	0,0335	0,30	0,0083	0,0084	1,2
1E+06	0,0235	0,0237	0,85	0,0181	0,0183	1,1

Như vậy, kết quả tính bằng phương pháp giải tích và mô phỏng phần tử hữu hạn trong phần mềm Sap2000 lệch nhau rất nhỏ.

5. VÍ DỤ KHẢO SÁT ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ CỨNG LỚP ĐỆM ĐÀN HỒI ĐẾN CHUYỂN VỊ CỦA DẦM

Thực hiện tính toán chuyển vị của dầm kép trong mục 4 với nhiều giá trị của độ cứng lớp đệm đàn hồi. Kết quả chuyển vị tại giữa của dầm trên và dầm dưới thể hiện trên *Hình 5.1*.



Hình 5.1: Biểu đồ chuyển vị tại giữa dầm trên và dầm dưới với nhiều độ cứng của lớp đệm đàn hồi

Kết quả cho thấy sự tương tác giữa hai dầm phụ thuộc vào độ cứng lớp đệm đàn hồi rõ rệt, khi không có lớp đệm chỉ dầm trên chịu tải trọng, chuyển vị dầm dưới bằng không, khi độ cứng lớp đệm tăng dần lên, tải trọng từ dầm trên truyền xuống dầm dưới nhiều hơn, chuyển vị dầm trên giảm dần, còn dầm dưới tăng dần lên. Khi độ cứng của lớp đệm rất lớn thì chuyển vị của dầm trên và dầm dưới bằng nhau.

6. KẾT LUẬN

Bài báo đã lập phương trình vi phân đường đàn hồi của dầm kép qua lớp đệm đàn hồi dùng lý thuyết dầm cổ điển. Các chuyển vị của dầm trên và dưới tựa đơn bằng cách sử dụng chuỗi lượng giác giúp đưa hệ phương trình vi phân phức tạp về dạng đơn giản, từ đó thu được kết quả tính được chính xác chuỗi lượng giác biểu diễn chuyển vị. Kết quả tính toán được so sánh với phần mềm Sap2000 cho thấy độ tin cậy của lời giải bằng giải tích trong nghiên cứu này. Khi tính toán chuyển vị của dầm với nhiều giá trị của tham số độ cứng lớp đệm đàn hồi cho thấy ảnh hưởng rõ rệt của lớp đệm này đến chuyển vị của dầm trên và dầm dưới trong hệ thống dầm kép.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học GTVT trong Đề tài mã số T2023-CT-018.

Tài liệu tham khảo

[1]. Snehasagar G, Krishnanunni CG, Rao BN. (2020), *Dynamics of vehicle–pavement system based on a viscoelastic Euler-Bernoulli beam model*, International Journal of Pavement Engineering, 21:1669-82.

[2]. Arifin S, Dolu A, Rivani AJMWC (2020), *Elastic Foundation Beam Analysis on Rigid Pavement and Piles*, 331:05005.

[3]. Lamprea-Pineda AC, Connolly DP, Hussein MFM (2022), *Beams on elastic foundations - A review of railway applications and solutions*, Transportation Geotechnics, 33:100696.

[4]. Plaut RH, Dillard DA. (2023), *Rigid wheel/roller on infinite beam or plate attached to Winkler, Pasternak, or elastomeric foundation*, International Journal of Solids and Structures, 262-263:112001.

[5]. Mathews PM. (1958), *Vibrations of a beam on elastic foundation*, 38:105-15.

[6]. Mathews PM. (1959), *Vibrations of a beam on elastic foundation II*, 39, 13-9.

[7]. Nguyen P-C, Van TN, Duy HT. (2022), *Stochastic Free Vibration Analysis of Beam on Elastic Foundation with the Random Field of Young's Modulus Using Finite Element Method and Monte Carlo Simulation*, In: Ha-Minh C, Tang AM, Bui TQ, Vu XH, Huynh DVK, editors, CIGOS 2021, Emerging Technologies and Applications for Green Infrastructure, Singapore: Springer Singapore, pp.499-506.

[8]. Hien TD, Thanh BT, Long NN, Van Thuan N, Hang DT. (2020), *Investigation Into The Response Variability of A Higher-Order Beam Resting on A Foundation Using A Stochastic Finite Element Method*, CIGOS 2019, Innovation for Sustainable Infrastructure, Ha Noi: Springer, p.117-22.

[9]. Ta DH, Van TN, Noh HC. (2014), *Eigen analysis of functionally graded beams with variable cross-section resting on elastic supports and elastic foundation*, Structural Engineering and Mechanics, 52, 1033-49.

[10]. PL P. (1954), *On a new method of analysis of an elastic foundation by means of two foundation constants (in Russian)*, Cosudarstrennoe Izdatelstvo Literaturi po Stroitelstvu i Arkhitekture.

[11]. Kerr AD. (1964), *Elastic and Viscoelastic Foundation Models*, Journal of Applied Mechanics, 31:491-8.

[12]. Mazur-Śniady K, Misiurek K, Szyłko-Bigus O, Śniady P. (2013), *Fuzzy Stochastic Vibrations of Double-Beam Complex System as Model Sandwich Beam with Uncertain Parameters*, ISRN Applied Mathematics, 340145.

[13]. Yoshida K, Aoki T. (2018), *Beam on elastic foundation analysis of sandwich SCB specimen for debond fracture characterization*, Composite Structures, 195:83-92.

[14]. Oniszczuk Z. (2000), *Free transverse vibrations of elastically connected simply supported double-beam complex system*, Journal of Sound and Vibration, 232:387-403.

[15]. Oniszczuk Z. (2003), *Forced transverse vibrations of an elastically connected complex simply supported double-beam system*, Journal of Sound and Vibration, 264:273-86.

[16]. Abu-Hilal M. (2003), *Forced vibration of Euler-Bernoulli beams by means of dynamic Green functions*, Journal of Sound and Vibration, 267:191-207.

[17]. Abu-Hilal M. (2006), *Dynamic response of a double Euler–Bernoulli beam due to a moving constant load*, Journal of Sound and Vibration, 297:477-91.

[18]. Fei H, Danhui D, Wei C, Jubao Z. (2020), *A novel analysis method for damping characteristic of a type of double-beam systems with viscoelastic layer*, Applied Mathematical Modelling, 80:911-28.

[19]. Han F, Dan D, Cheng W. (2018), *An exact solution for dynamic analysis of a complex double-beam system*, Composite Structures, 193:295-305.

[20]. Wu Y, Gao Y. (2016), *Dynamic response of a simply supported viscously damped double-beam system under the moving oscillator*, Journal of Sound and Vibration, 384:194-209.

[21]. Zhao X. (2021), *Free and forced vibration analysis of double-beam systems with concentrated masses*, Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, 43.

Ngày nhận bài: 26/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 15/4/2023
Người phản biện: TS. Nguyễn Xuân Tùng
TS. Bùi Thanh Quang

Nghiên cứu ảnh hưởng của xỉ đáy lò nhiệt điện đến độ bền chống ăn mòn sulfat của bê tông hạt nhỏ tính năng cao

■ **PGS. TS. LÊ THANH HÀ(*); ThS. NGUYỄN THỊ QUỲNH NHƯ**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: (*)lethanhha@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Bài báo trình bày ảnh hưởng xỉ đáy lò (XĐL) nhiệt điện đến tính công tác, cường độ chịu nén và độ bền chống ăn mòn sulfat của bê tông hạt nhỏ tính năng cao. XĐL được nghiền mịn với thời gian 90 phút bằng máy nghiền bi. XĐL được thay thế xi măng với hàm lượng 0, 10, 20 và 30% theo khối lượng. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng tăng hàm lượng XĐL giảm tính công tác của hỗn hợp bê tông. Bê tông sử dụng XĐL có cường độ chịu nén cao hơn so với bê tông đối chứng (100%XM). Cường độ chịu nén tuổi 28 ngày của bê tông 30%XĐL là 87,9 MPa, trong khi bê tông 100%XM là 78,2 MPa. Bê tông XĐL có khả năng chống ăn mòn sulfat cao hơn so với bê tông đối chứng. Tăng hàm lượng xỉ nghiền làm tăng khả năng chống ăn mòn sulfat của bê tông.

TỪ KHÓA: Xỉ đáy lò nghiền mịn, bê tông hạt nhỏ tính năng cao, cường độ chịu nén, độ bền chống ăn mòn sulfat.

ABSTRACT: This paper presents effect of ground coal bottom ash (GCBA) on workability, compressive strength and sulfate resistance of high performance fine-grained concrete. GCBA is finely ground for 90 minutes by ball mill. Cement was replaced by GCBA with 0, 10, 20, 30% by weight. The experimental results show that increasing GCBA content decreased the workability of concrete. The concrete containing GCBA had higher compressive strength than the control concrete. At the age of 28 days, the compressive strength of GCBA concrete reached 87.9 MPa whereas the control concrete strength was 78.2 MPa. The concrete containing GCBA had higher sulfate resistance than the control sample (100%OPC). Increasing GCBA contents increased sulfate resistance of concrete.

KEYWORDS: Ground coal bottom ash, high performance fine-grained concrete, compressive strength, sulfate resistance.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, sự quan tâm đặc biệt của xã hội và Nhà nước đang được dành cho việc tận dụng phế thải công nghiệp. Phế thải này rất đa dạng và phân tán khắp mọi nơi, với mỗi ngành công nghiệp đều có một số loại phế thải cụ thể với tính chất riêng. Trong số đó, tro xỉ nhiệt điện là loại phế thải công nghiệp phát sinh nhiều nhất tại Việt Nam hiện nay, dự kiến sẽ tiếp tục tăng mạnh trong các năm tới. Theo kế hoạch phát triển ngành Điện đến năm 2030, tỷ lệ nhiệt điện than chiếm tỷ trọng lớn đến 51,6%, với khoảng 200 triệu tấn than được sử dụng cho nhiệt điện và gần 40 triệu tấn tro xỉ được thải ra môi trường. Tuy nhiên, việc thu hồi, chế biến và sử dụng tro xỉ cho sản xuất vật liệu xây dựng vẫn chưa đủ để đáp ứng với lượng phế thải phát sinh. Việc tận dụng phế thải này không chỉ giúp giảm thiểu ô nhiễm môi trường và bảo vệ tài nguyên thiên nhiên, mà còn mang lại hiệu quả kinh tế bằng cách tạo ra các sản phẩm có giá trị và tiết kiệm diện tích đất sử dụng cho bãi chôn lấp [1-3].

Tro xỉ từ các nhà máy nhiệt điện được chứng minh là một loại chất kết dính phụ thêm rất hiệu quả cho xi măng và vật liệu gốc xi măng, nếu được sử dụng đúng cách. Bằng cách sử dụng hơn 50% tro bay thay thế xi măng, bê tông có cường độ tuổi dài và độ bền cao hơn bê tông đối chứng (không chứa tro bay). Nếu sử dụng hàm lượng tro bay cao trong bê tông có cường độ 20 - 60 MPa, tính thấm ion Clo của nó thấp hơn và khả năng chống ăn mòn sulfat và bào mòn cũng được cải thiện. [4-7]. XĐL có thể được sử dụng để thay thế cát hoặc được nghiền mịn làm phụ gia khoáng cho bê tông mà không ảnh hưởng đáng kể đến tính chất cơ học của nó [8-13]. Vì vậy, sử dụng tro xỉ (bao gồm xỉ và tro) trong bê tông sẽ cải thiện khả năng chống xâm thực của bê tông trong môi trường biển.

Trong môi trường biển, ăn mòn sulfat là một trong những nguyên nhân chính dẫn đến phá hoại bê tông và sau là kết cấu bê tông. Việc nâng cao độ bền chống ăn mòn sulfat sẽ góp phần nâng cao độ bền của bê tông và kết cấu bê tông trong môi trường biển nói chung. Trong nghiên cứu này, XĐL nghiền mịn được thay thế xi măng với hàm lượng 0, 10, 20, và 30% theo khối lượng để chế tạo bê tông hạt nhỏ tính năng cao. Ảnh hưởng của hàm lượng XĐL nghiền mịn đến tính công tác, cường độ chịu nén và khả năng chống ăn mòn sulfat của bê tông được nghiên cứu.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

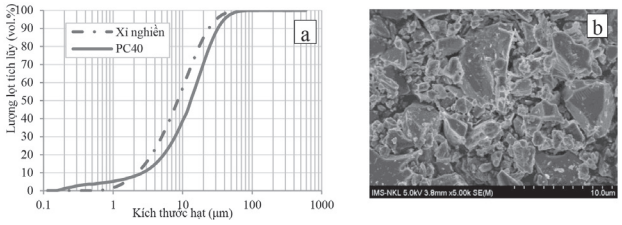
2.1. Vật liệu chế tạo

Trong nghiên cứu này, xi măng PC40 Bút Sơn, XĐL nhiệt điện Uông Bí, cát mịn Quảng Bình có kích thước hạt < 2,5 mm, cát thô sông Lô có kích thước hạt < 5,0 mm, và phụ gia siêu dẻo (PGSD) polycarboxylic ether (PCE) MasterGlenium ACE của hãng BASF được sử dụng để chế tạo bê tông hạt nhỏ (BTHN) tính năng cao. *Bảng 2.1* trình

bày thành phần hóa của xi măng và XĐL. XĐL trong nghiên cứu này được nghiền mịn trong thời gian 90 phút trong máy nghiền bi. *Hình 2.1a* trình bày thành phần hạt phân tích lazer XĐL nghiền mịn và xi măng. Cấu trúc hạt của XĐL nghiền mịn được trình bày trong *Hình 2.1b*.

Bảng 2.1. Thành phần hóa (%) của xi măng và XĐL nhiệt điện Uông Bí

Oxit	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	SO_3	K_2O	Na_2O	MKN
Xi măng	21,29	3,30	5,72	63,18	1,10	1,50	0,30	0,12	0,20
XĐL	57,02	2,73	22,33	1,47	1,11	0,20	3,42	0,27	1,55



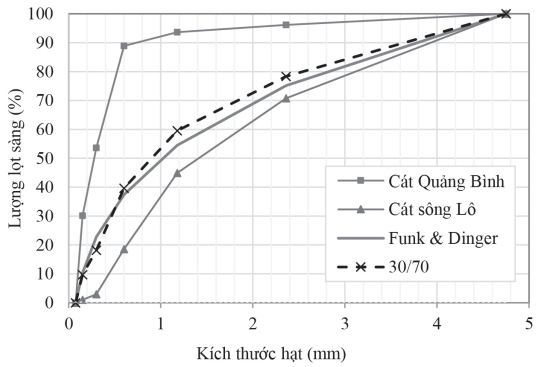
Hình 2.1: Phân bố kích thước hạt của XĐL nghiền mịn và xi măng PC40 (a) và cấu trúc hạt XĐL nghiền mịn dưới kính hiển vi điện tử SEM (b)

2.2. Thành phần cấp phối BTHN

Trong thiết kế thành phần cấp phối bê tông hạt nhỏ độ chảy cao, thành phần hạt của hỗn hợp cốt liệu nên theo lý thuyết độ lèn chặt Funk and Dinger với q = 0,25 [14], theo phương trình sau:

$$P(D) = \frac{D^q - D^q_{min}}{D^q_{max} - D^q_{min}} \quad (1)$$

Trong đó: *P(D)* - Phần trăm khối lượng của cốt liệu lọt sàng kích thước *D* mm; D_{min} và D_{max} - Lần lượt là kích thước hạt nhỏ nhất và lớn nhất trong hỗn hợp cốt liệu, mm.



Hình 2.2: Thành phần cấp phối hạt của cốt liệu phối trộn

Tỷ lệ phối hợp giữa các loại cốt liệu sẽ cho phân bố kích thước hạt của hỗn hợp cốt liệu phù hợp với đường cong lý thuyết với độ lệch chuẩn nhỏ nhất. Trong nghiên cứu này, lý thuyết độ lèn chặt Funk and Dinger được áp dụng với q = 0,25; Dmax = 4,75 mm and Dmin = 0,075 mm. Đường biểu diễn thành phần cấp phối hạt của hỗn hợp cốt liệu với các tỷ lệ cát mịn/cát thô khác nhau được biểu diễn trong *Hình 2.2*. Có thể thấy rằng, tỷ lệ cát mịn/cát thô = 30/70 cho hỗn hợp cốt liệu phù hợp với đường cong lý thuyết nhất. Do vậy, tỷ lệ cát mịn/cát thô = 30/70 được lựa chọn để tính toán thành phần cấp phối BTHN.

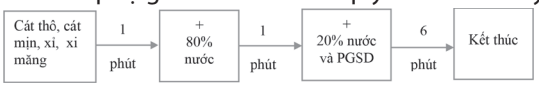
Trên cơ sở vật liệu lựa chọn như trên, cùng chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu của bê tông hạt nhỏ, thành phần cấp phối BTHN được thiết kế. Yêu cầu của BTHN là độ chảy cao (280 - 300)mm và cường độ cao (60 - 100)MPa. Thành phần cấp phối của bê tông hạt nhỏ độ chảy cao được xác định theo lý thuyết thể tích tuyệt đối. Tỷ lệ N/X được xác định theo cường độ [15, 16], XĐL nghiền thay thế xi măng với hàm lượng 0, 10, 20 và 30% theo khối lượng, như được trình bày trong *Bảng 2.2*.

Bảng 2.2. Thành phần cấp phối BTHN

Cấp phối	N/CKD	XĐL (%)	SPSD (%)	XM (kg)	Nước (kg)	Cát mịn (kg)	Cát thô (kg)
100%XM	0,34	0	1,50	622	212	471	1099
10% XĐL	0,34	10	1,50	552	210	471	1099
20% XĐL	0,34	20	1,75	483	206	471	1099
30% XĐL	0,34	30	2,00	417	203	471	1099

2.3. Phương pháp nghiên cứu

- *Quy trình trộn:* Vật liệu sau khi được cân đong đủ khối lượng cho 1 mẻ trộn thì tiến hành trộn bằng máy trộn vữa cưỡng bức. Thời gian trộn hỗn hợp BTHN độ chảy cao cường độ cao thường dài hơn so với bê tông và vữa thường. Sau khi được trộn sơ bộ, hỗn hợp hạt rắn (cát thô, cát mịn, xi măng, tro bay/XĐL nghiền mịn) được nhào trộn với nước và phụ gia siêu deo theo quy trình dưới đây.



Hình 2.3: Quy trình trộn hỗn hợp BTHN độ chảy cao

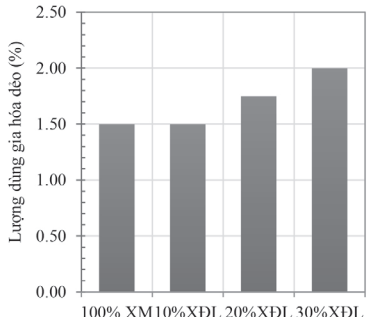
- *Các phương pháp thí nghiệm:* Các phương pháp thí nghiệm tiêu chuẩn được sử dụng để xác định các tính chất cơ lý của vật liệu chế tạo và các tính chất của bê tông hạt nhỏ, gồm: TCVN 141:2008, Xi măng - Phương pháp phân tích hóa học; TCVN 8262:2009, Tro bay - Phương pháp phân tích hóa học; ASTM C136 Phương pháp phân tích thành phần hạt của cốt liệu; ASTM C33, Tiêu chuẩn kỹ thuật cốt liệu cho bê tông; ASTM C29, Xác định khối lượng thể tích và độ hổng giữa các hạt cốt liệu; ASTM C128, Xác định khối lượng riêng và độ hút nước của cốt liệu; TCVN 7713:2007, Xi măng - Xác định sự thay đổi chiều dài thanh vữa trong dung dịch sulfat; TCVN 3121-11:2003, Vữa xây dựng - Phương pháp thử, phần 11: Xác định cường độ uốn và nén của vữa đã đóng rắn. Các mẫu thử xác định cường độ chịu nén có kích thước (40x40x160)mm theo tiêu chuẩn. Cường độ chịu nén của các mẫu bê tông hạt nhỏ được xác định ở các tuổi 3,7 và 28 ngày.

Chỉ tiêu độ chảy lan được sử dụng để đánh giá tính công tác của hỗn hợp bê tông hạt nhỏ. Phương pháp mini côn được dùng để đo độ chảy lan của hỗn hợp bê tông. Mini côn có đường kính đáy lớn (100 ± 0,5)mm, đáy nhỏ (70 ± 0,5)mm và chiều cao (60 ± 0,5)mm. Sau 120s, độ chảy lan của hỗn hợp BTHN được xác định bằng cách tính trung bình của hai giá trị đường kính vuông góc với nhau.

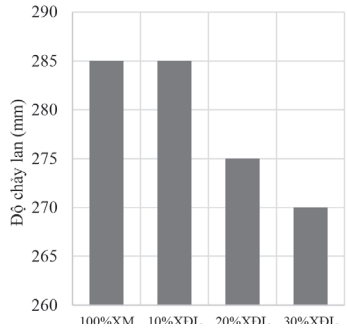
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của XĐL đến tính công tác của hỗn hợp bê tông hạt nhỏ

Trong nghiên cứu này, hỗn hợp bê tông được chế tạo có độ chảy cao. Lượng phụ gia hóa dẻo được điều chỉnh để đảm bảo độ chảy lan của hỗn hợp bê tông ở mức (280 -300)mm. Có thể thấy rằng, để đạt được độ chảy lan xác định này, lượng dùng phụ gia hóa dẻo tăng với lượng xỉ nghiền thay thế xi măng tăng *(Hình 3.1)*.



Hình 3.1: Lượng dùng phụ gia hóa dẻo của hỗn hợp bê tông với lượng xỉ khác nhau

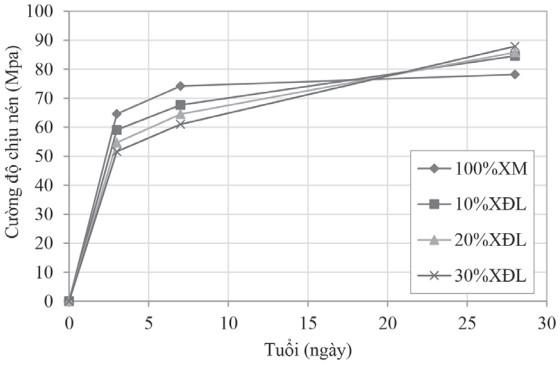


Hình 3.2: Ảnh hưởng của xỉ nghiền đến tính công tác của hỗn hợp bê tông

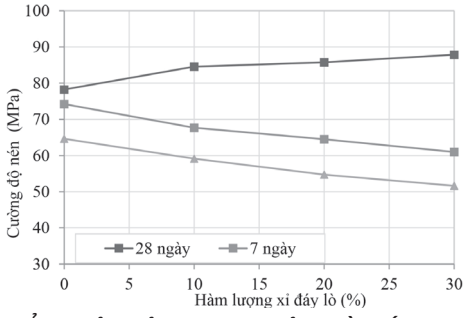
Tính công tác của hỗn hợp bê tông hạt nhỏ được đánh giá bằng chỉ tiêu độ chảy lan. Có thể thấy rằng, độ chảy lan của hỗn hợp bê tông giảm với lượng xỉ nghiền tăng dần *(Hình 3.2)*. Xỉ nghiền với hình dạng hạt góc cạnh bề mặt xù xì và có độ rỗng, sẽ có độ hút nước cao hơn với xi măng, làm cho lượng nước nhào trộn giảm, dẫn đến độ dẻo của hỗn hợp bê tông giảm. Để duy trì được tính công tác cao, lượng dùng phụ gia siêu dẻo sẽ tăng.

3.2. Ảnh hưởng của XĐL đến cường độ chịu nén của bê tông hạt nhỏ

Cường độ chịu nén của bê tông sử dụng XĐL được trình bày trong *Hình 3.3* và *Hình 3.4*. Có thể thấy kết quả trình bày trong *Hình 3.4* chỉ ra rằng, với tỷ lệ N/CKD = 0,34 ở tuổi sớm 3, 7 ngày, trong điều kiện bảo dưỡng tiêu chuẩn, sự có mặt của xỉ nghiền làm giảm cường độ của bê tông và mức giảm tùy thuộc vào hàm lượng xỉ nghiền thay thế. Cường độ chịu nén ở tuổi 3 ngày giảm từ 64,6 MPa đến 51,6 MPa khi hàm lượng xỉ nghiền thay thế từ 0 - 30%. Trong khi ở tuổi 28 ngày, cường độ chịu nén tăng từ 78,2 - 87,9 MPa.



Hình 3.3: Ảnh hưởng của hàm lượng xỉ nghiền đến sự phát triển cường độ chịu nén

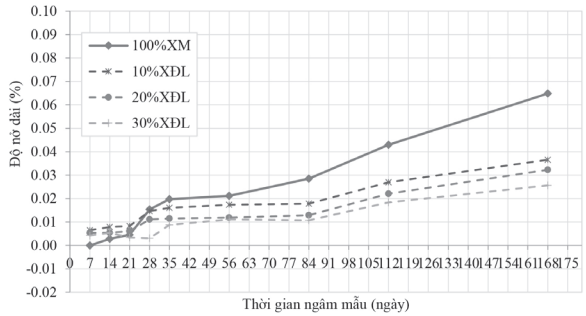


Hình 3.4: Ảnh hưởng của hàm lượng xỉ nghiền đến cường độ chịu nén của bê tông

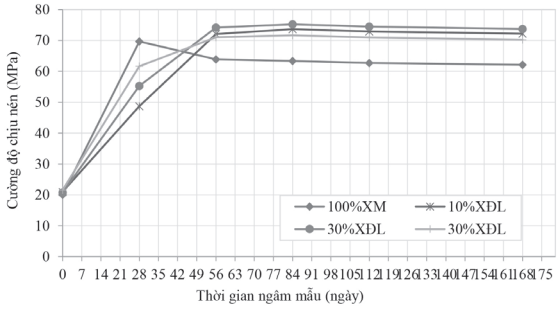
Cường độ chịu nén của bê tông xỉ nghiền với hàm lượng từ 10 - 30% có xu hướng cao hơn cường độ của bê tông đối chứng không xỉ nghiền (100%XM) ở tuổi 28 ngày. Điều này chứng tỏ vai trò phụ gia khoáng hoạt tính của XĐL làm tăng cường độ của bê tông.

3.3. Ảnh hưởng của XĐL đến độ bền chống ăn mòn sulfat

Trong nghiên cứu này, XĐL được thay thế một phần xi măng (10%, 20%, 30%). Ảnh hưởng của hàm lượng XĐL đến độ nở của mẫu ngâm trong dung dịch Na_2SO_4 được trình bày trong *Hình 3.5*. Có thể thấy sự có mặt của XĐL làm giảm độ nở của bê tông và mức độ giảm này tỷ lệ với hàm lượng xỉ nghiền thay thế xi măng. Qua đó, có thể thấy XĐL kết hợp với xi măng có thể nâng cao khả năng chống ăn mòn sulfat.



Hình 3.5: Ảnh hưởng của xỉ nghiền đến độ nở dài của bê tông trong môi trường sulfat



Hình 3.6: Ảnh hưởng của xỉ nghiền đến sự phát triển cường độ trong môi trường sulfat

Ảnh hưởng của xỉ nghiền đến sự phát triển cường độ của bê tông hạt nhỏ trong môi trường sulfat được trình bày trong *Hình 3.6*. Có thể thấy cường độ của bê tông trong môi trường sulfat phát triển nhanh trong giai đoạn đầu (đến tuổi 56 ngày) sau đó phát triển chậm lại gần như không đổi đến 168 ngày tuổi. Sau 56 ngày, cường độ của

bê tông xỉ nghiền trong môi trường sulfat cao hơn đáng kể so với mẫu bê tông đối chứng (100%XM). Điều này chỉ ra ảnh hưởng tích cực của xi nghiền đến cường độ chịu nén của bê tông trong môi trường sulfat. Trong môi trường sulfat, sự thủy hóa rắn chắc, thành phần và cấu trúc của bê tông đối chứng cũng có thể bị ảnh hưởng và phát triển không đầy đủ. Cũng có thể, Tricalcium aluminate hydrate và hydroxit canxi có thể phản ứng với các ion sulfate trong dung dịch để tạo thành các sản phẩm rắn chiếm một thể tích lớn hơn so với các thành phần gốc. Các hợp chất chủ yếu được hình thành là Ettringite và thạch cao [17]. Việc giãn nở phá hoại có thể được đi kèm với mất cường độ do sự suy thoái thành phần hóa học của đá xi măng và làm giảm liên kết giữa đá xi măng với bề mặt hạt cốt liệu.

4. KẾT LUẬN

Trên cơ sở phân tích đánh giá các kết quả thực nghiệm trong nghiên cứu này, một số kết luận có thể đưa ra như sau:

- Hỗn hợp bê tông XĐL có tính công tác thấp hơn so với hỗn hợp bê tông đối chứng (100%XM). Tăng hàm lượng XĐL làm giảm tính công tác của hỗn hợp bê tông. Độ chảy lan của hỗn hợp bê tông đối chứng là 285 mm trong khi hỗn hợp bê tông 30%XĐL là 270 mm.

- Bê tông hạt nhỏ sử dụng XĐL có cường độ chịu nén cao hơn so với bê tông đối chứng (100%XM). Cường độ chịu nén tuổi 28 ngày của bê tông 30%XĐL là 87,9 MPa trong khi cường độ bê tông 100%XM là 78,2 MPa.

- Có thể sử dụng XĐL nghiền mịn như phụ gia khoáng cho bê tông nâng cao khả năng chống ăn mòn sulfat. Hàm lượng XĐL càng tăng thì khả năng chống ăn mòn sulfat càng tăng. Độ nở của bê tông 30%XĐL là 0,026% còn bê tông 100%XM là 0,065% sau 168 ngày trong dung dịch sulfat (Na_2SO_4).

Tài liệu tham khảo

[1]. Thái Duy Sâm, N.Đ.L. (2004), *Nghiên cứu bê tông chất lượng cao, cường độ cao từ tro bay Phả Lại*, Viện Vật liệu xây dựng, Bộ Xây dựng.

[2]. Nam, V.H. (2012), *Nghiên cứu sử dụng tro tuyển phả lại hàm lượng cao trong bê tông khối lớn thông thường dùng cho đập trọng lực*, Trường Đại học Xây dựng.

[3]. Nguyễn Thị Tâm, N.V.Đ., et al. (2012), *Điều tra, khảo sát đánh giá và đề xuất giải pháp sử dụng triệt để nguồn tro xỉ nhiệt điện trong sản xuất vật liệu xây dựng*, Viện Vật liệu xây dựng - Vietnam Institute for Building Materials.

[4]. N. Bouzoubaa, A.B.V.S. and A.K. Chakraborty, *Mechanical Properties and Durability Characteristics of High-Volume Fly Ash Concrete Made with Ordinary Portland Cement and Blended Portland Fly Ash Cement*, Special Publication, 242.

[5]. *Fly Ash in Concrete: Properties and performance*, 1991.

[6]. Malhotra, V.M. (1990), *Durability of concrete incorporating high-volume of low-calcium (ASTM Class F) fly ash*, Cement and Concrete Composites, 12(4): pp.271-277.

[7]. Siddique, R. (2004), *Performance characteristics of high-volume Class F fly ash concrete*, Cement and Concrete Research, 34(3): pp.487-493.

[8]. Bajare, D., G. Bumanis and L. Upeniece, *Coal Combustion Bottom Ash as Microfiller with Pozzolanic Properties for Traditional Concrete*, Procedia Engineering, 2013. 57, pp.149-158.

[9]. Singh, M., Siddique, R., Ait-Mokhtar, K. and Belarbi, R. (2015), *Durability Properties of Concrete Made with High Volumes of Low-Calcium Coal Bottom Ash As a Replacement of Two Types of Sand*, Journal of Materials in Civil Engineering, 0(0): p.04015175.

[10]. Kim, H.K. and H.K. Lee (2011), *Use of power plant bottom ash as fine and coarse aggregates in high-strength concrete*, Construction and Building Materials, 25(2), pp.1115-1122.

[11]. Kurama, H. and M. Kaya (2008), *Usage of coal combustion bottom ash in concrete mixture*, Construction and Building Materials, 22(9), pp.1922-1928.

[12]. Singh, M. and R. Siddique (2013), *Effect of coal bottom ash as partial replacement of sand on properties of concrete*, Resources, Conservation and Recycling, 72, pp.20-32.

[13]. Aggarwal, Y. and R. Siddique (2014), *Microstructure and properties of concrete using bottom ash and waste foundry sand as partial replacement of fine aggregates*, Construction and Building Materials, 54, pp.210-223.

[14]. Funk, J.E. and D.R. Dinger (1994), *Predictive Process Control of Crowded Particulate Suspension*, Applied to Ceramic Manufacturing, Kluwer Academic Press, 786.

[15]. Wong, H.S. and H. Abdul Razak (2005), *Efficiency of calcined kaolin and silica fume as cement replacement material for strength performance*, Cement and Concrete Research, 35(4), pp.696-702.

[16]. Le, H.T., et al. (2015), *The mix design for self-compacting high performance concrete containing various mineral admixtures*, Materials & Design, 72(0), pp.51-62.

[17]. Khatib, J. (2009), *Sustainability of Construction Materials*.

Ngày nhận bài: 12/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 04/5/2023
Người phản biện: PGS. TS. Nguyễn Đình Hải
TS. Lê Minh Cường

Xác định khoảng cách trong hệ thống quan sát của robot tự hành

■ **ThS. VŨ DUY NGHĨA**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: vunghia2110@gmail.com

TÓM TẮT: Nghiên cứu phương pháp tìm kiếm tự động trên ảnh các điểm đặc trưng trong hệ thống quan sát của robot tự hành theo tiêu chí tần số sử dụng biến đổi wavelet để xác định khoảng cách đến các chướng ngại vật trên mặt đất.

TỪ KHÓA: Robot tự hành, wavelet, hệ thống quan sát.

ABSTRACT: Research on applying method of automatic image feature point detection in frequency domain using wavelet transform to determine ground distance to obstacles in observation system of a mobile robot.

KEYWORDS: Mobile robot, wavelet, vision.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Để giải quyết vấn đề này cần phải chọn các điểm đặc biệt và tạo một hệ thống liên kết tọa độ của chúng trên hình ảnh phẳng của camera bên trái và bên phải trong hệ thống quan sát của robot.

Một điểm đặc biệt của cảnh hoặc tính năng điểm là một điểm như vậy của cảnh, hình ảnh ở vùng lân cận khác với hình ảnh của các điểm ở xa hơn. Đặc biệt, đường viền giữa vùng tối và vùng sáng hoặc trung tâm của vùng hình ảnh tương phản với nền xung quanh vùng này có thể được chọn làm điểm đặc biệt. Tín hiệu tương phản có thể được hiểu là tín hiệu có dạng gần với một bước nhảy đơn hoặc xung chữ nhật. Đồng thời, để xác định vị trí theo chiều ngang, chỉ cần kiểm tra các đường của hình ảnh được định hướng dọc theo tọa độ Y, hệ tọa độ được liên kết với bộ chuyển đổi quang điện của hệ thống quan sát của robot di động. Các wavelet sau đây sẽ được nghiên cứu bên dưới dưới dạng bộ lọc chọn các vùng tương phản [1]: hàm Gauss $G_0(Y)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}a_G}\exp\left(-\frac{Y^2}{2a_G^2}\right)$; hàm wave-wavelet $G_1(Y)=\frac{Y}{\sqrt{2\pi}a_G^3}\exp\left(-\frac{Y^2}{2a_G^2}\right)$; hàm mhat-wavelet $G_2(Y)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}a_G^3}\left(1-\frac{Y^2}{a_G^2}\right)\exp\left(-\frac{Y^2}{2a_G^2}\right)$.

2. GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ

Để một đối tượng chứa một điểm đặc biệt được chú ý, nó phải tương phản với nền. Độ tương phản tối đa đạt được nếu ranh giới giữa đối tượng và nền có dạng nhảy đơn vị. Trong trường hợp này, tích phân tích chập tín hiệu với wavelet của các loại được liệt kê có dạng [2]:

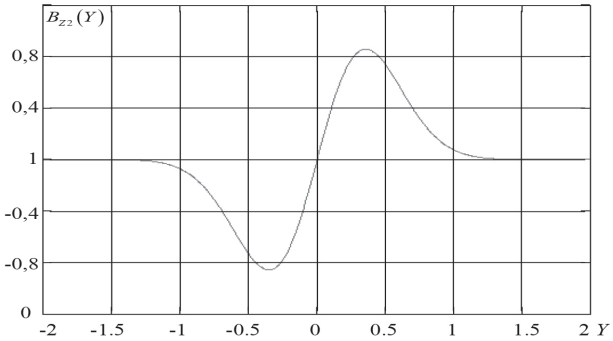
$$B_{Z0}(Y)=\int_{-\infty}^{\infty}1(Y-\tilde{Y})\frac{1}{\sqrt{2\pi}a_G}\exp\left(-\frac{\tilde{Y}^2}{2a_G^2}\right)d\tilde{Y}=\int_{-\infty}^{Y}\frac{1}{\sqrt{2\pi}a_G}\exp\left(-\frac{\tilde{Y}^2}{2a_G^2}\right)d\tilde{Y} \quad (1)$$

$$B_{Z1}(Y)=\int_{-\infty}^{\infty}1(Y-\tilde{Y})\frac{Y}{\sqrt{2\pi}a_G^3}\exp\left(-\frac{\tilde{Y}^2}{2a_G^2}\right)d\tilde{Y}=\frac{1}{\sqrt{2\pi}a_G}\exp\left(-\frac{Y^2}{2a_G^2}\right) \quad (2)$$

$$B_{Z2}(Y)=\int_{-\infty}^{\infty}1(Y-\tilde{Y})\cdot\frac{1}{\sqrt{2\pi}a_G^3}\left(1-\frac{\tilde{Y}^2}{a_G^2}\right)\exp\left(-\frac{\tilde{Y}^2}{2a_G^2}\right)d\tilde{Y}=\frac{Y}{\sqrt{2\pi}a_G^3}\exp\left(-\frac{\tilde{Y}^2}{2a_G^2}\right) \quad (3)$$

mà $B_{zo(1,2)}(Y)$ là đoạn hình ảnh được xử lý bởi Gauss tương ứng dọc theo trục Y trong dòng thứ Z.

Đường cong $B_{zo}(Y)$ có dạng tích phân Gauss. Đường cong này không có cực đại, vì vậy rất khó để phân biệt nó với nhiều hàm được xử lý khác của các bước nhảy đơn vị. Đường cong $B_{z2}(Y)$ có dạng như trong *Hình 2.1*, có cực đại và cực tiểu không trùng với ranh giới bước nhảy đơn vị, vì vậy việc sử dụng $G_2(Y)$ wavelet đối xứng trục để cô lập bước nhảy đơn vị cũng là một vấn đề.



Hình 2.1: Dạng đường cong $B_{z2}(Y)$

Đường cong $B_{z1}(Y)$ có dạng Gauss với cực đại trùng với ranh giới bước nhảy đơn vị, có thể được sử dụng để xác định ranh giới tương phản. Vì vậy, khi tìm kiếm các phần ảnh chứa các điểm thuộc biên, cần xử lý ảnh của từng đường bằng wavelet G1 và xác định giá trị cực đại của kết quả xử lý.

Hàm chữ nhật có dạng $b_z(Y) = 1\ (Y + Y_u) - 11\ (Y - Y_u)$, trong đó $\pm Y_u$ là các biên của hàm chữ nhật.

Trong trường hợp này, tích phân tích chập có dạng:

$$B_{Z0}(Y)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}a_G}\left[\int_{-\infty}^{Y_u}\exp\left(-\frac{\tilde{Y}^2}{2a_G^2}\right)d\tilde{Y}-\int_{-\infty}^{Y_u}\exp\left(-\frac{\tilde{Y}^2}{2a_G^2}\right)d\tilde{Y}\right]; \quad (4)$$

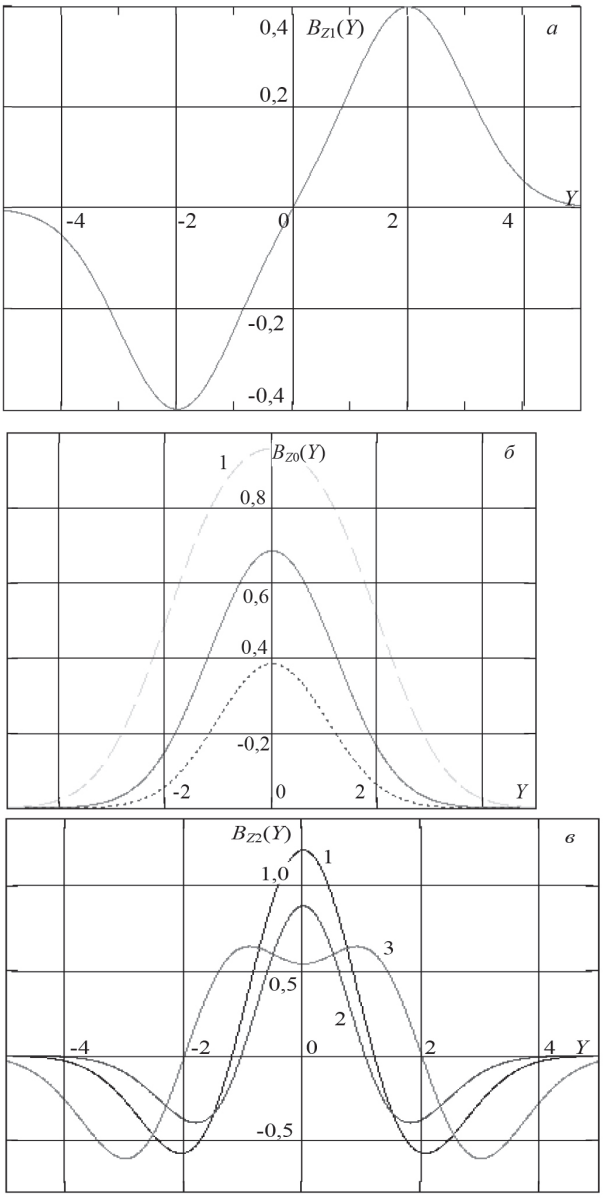
$$B_{Z1}(Y)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}a_G}\left\{\exp\left[-\frac{(Y-Y_u)^2}{2a_G^2}\right]-\exp\left[-\frac{(Y+Y_u)^2}{2a_G^2}\right]\right\}. \quad (5)$$

$$B_{Z2}(Y)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}a_G^3}\left[(Y+Y_u)\exp\left(-\frac{(Y+Y_u)^2}{2a_G^2}\right)-(Y-Y_u)\exp\left(-\frac{(Y-Y_u)^2}{2a_G^2}\right)\right]. \quad (6)$$

Hình dạng của các đường cong $B_{Z0}(Y)$, $B_{Z1}(Y)$, $B_{Z2}(Y)$ đối

với các tỷ lệ khác nhau Y_u và a_G được thể hiện trong *Hình 2.2*.

Đường cong $B_{Z1}(Y)$ có cực tiểu và cực đại có giá trị khác nhau, trùng với biên trái và phải của hàm chữ nhật, nhưng không trùng với tâm của nó. Do đó, việc sử dụng wavelet có tính đối xứng trung tâm để lựa chọn theo hàm hình chữ nhật là một vấn đề. Đường cong $B_{Z2}(Y)$ có thể có một và hai đặc tính, phụ thuộc vào tỷ lệ của Y_u và a_G, do đó sóng con G_2 có thể được sử dụng hiệu quả để trích xuất hàm hình chữ nhật chỉ khi biết trước chiều rộng của nó. Hàm $B_{Z0}(Y)$ là một hàm giống Gauss chẵn với một đỉnh thậm chí còn phẳng hơn đỉnh của Gauss. Hàm này có một cực đại duy nhất tại điểm trung tâm của xung hình chữ nhật, cho phép nó được sử dụng làm bộ lọc lựa chọn cho hàm hình chữ nhật.



Hình 2.2: Dạng đường cong а -$B_{z1}(Y)$; б -$B_{z0}(Y)$; в -$B_{z2}(Y)$

3. KẾT LUẬN

Khoảng cách đến điểm đã chọn được xác định bởi công thức $x = \frac{f_1 Y_1 + f_2 Y_2}{a}$, trong đó f_1, f_2 là tiêu cự của các camera, Y_1, Y_2 là tọa độ của điểm trên ảnh của camera bên trái và bên phải, a là khoảng cách giữa hai tiêu cự camera.

Tài liệu tham khảo

[1]. Блатнер К. Вейвлет-анализ (2004), *Основы meopuu*, M.: Техносфера, 280с.

[2]. Bracewell R.N. (2000), *The Fourier Transform and Its Applications*, N.Y., McGraw-Hill, 604p.

Ngày nhận bài: 15/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 07/5/2023
Người phản biện: TS. Nguyễn Tuấn Phường
TS. Nguyễn Chí Kiên

Nghiên cứu ứng dụng phao PE cho các vùng nước hạn chế ở Việt Nam

■ **TS. NGUYỄN XUÂN THỊNH(*); ThS. ĐỖ HỒNG QUÂN; ThS. BÙI MINH THU**
Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email: (*)thinhms@vimaru.edu.vn

TÓM TẮT: Hiện nay, các công trình biển như công trình khai thác đường thủy nội địa, luồng hàng hải, các loại hình GTVT ngày càng phát triển, việc nghiên cứu công nghệ vật liệu ứng dụng cho các công trình này không chỉ phải kịp thời nhanh chóng mà còn đòi hỏi độ chính xác cao. Do vậy, hệ thống báo hiệu hàng hải luôn góp phần quan trọng đảm bảo an toàn hàng hải cho mọi tuyến đường biển của Việt Nam. Trong hệ thống báo hiệu này thì phao nổi đã và đang được cải thiện, nghiên cứu nâng cấp đáng kể không chỉ ở Việt Nam mà còn trên toàn thế giới. Mục đích của bài báo này là đưa ra vật liệu công nghệ mới hỗ trợ cải tiến mới để phù hợp sự phát triển ngành Hàng hải hiện nay. Thay vì sử dụng phao thép, phao công nghệ mới sẽ được sử dụng cho vùng nước hạn chế ở Việt Nam với ưu tiên tuổi thọ cao và thuận tiện cho cơ quan chức năng quản lý và vận hành. Trên thực tế, phao công nghệ mới là phao PE được đúc quay bằng một lượng bột Polyetylen được pha sẵn theo màu yêu cầu đã được xác định trước. Như vậy, trong quá trình sản xuất phao PE, đúc quay là phương pháp sản xuất các sản phẩm nhựa rỗng phù hợp với mọi kích thước và hình dạng khác nhau.

TỪ KHÓA: Hệ thống báo hiệu, phao sắt, phao nhựa tổng hợp, hàng hải, luồng, phao công nghệ mới.

ABSTRACT: In the modern life, marine structures such as projects for exploiting inland waterways, navigational channels, and transportation types are developing more and more, the research of materials technology for these projects on channels is not only fast but also requires high precision. As a result, Aids to navigation plays an important role in maritime safety for all marine routes of Vietnam. One of them is buoys which have been improving significantly not only in Vietnam but also around the world. The purpose of this article is given the new improving aids to navigation in modern life. Instead of using steel buoys, new technology buoys will be used for the limited waters in Vietnam with the priority of long age and convenient for authorities. In fact, new technology buoys are Polyethylene buoys which are rotational moulding by a pre-determined quantity of Polyethylene powder pre-compounded of required colour. Thus, in process of manufacturing PE buoys, rotational moulding is a method for manufacturing hollow plastic products with all dimension and shape.

KEYWORDS: Aids to navigation, buoys, Iron buoys, PE buoys, maritime, channels, new technology buoys.

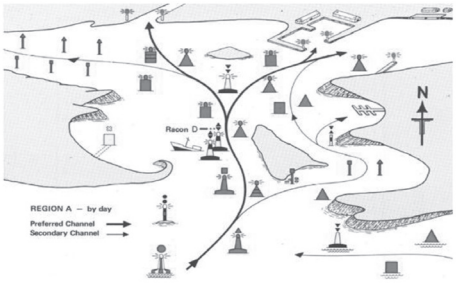
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở Việt Nam, từ trước đến nay, đa số hệ thống báo hiệu nổi là các phao báo hiệu làm bằng sắt, với việc làm bằng sắt này thì hạn sử dụng phao sắt là khoảng 8 năm đến 10 năm [3]. Tuy nhiên, việc duy trì sử dụng này đòi hỏi nhà quản lý phải có kinh phí, đơn vị giám sát duy trì hoạt động của chúng trên tuyến. Bên cạnh đó, việc sửa chữa định kỳ phao đòi hỏi phải thường xuyên và cần có một bộ máy để sửa chữa chúng, vì vậy công việc này làm nhà quản lý rất dễ thiếu sót trong việc thường xuyên kiểm tra tất cả các hệ thống phao trên các tuyến mà phần lớn có thể đợi chúng khá xuống cấp hoặc có hư hỏng đột xuất mới mang đi sửa chữa. Việc này rất mất thời gian và đòi hỏi kinh phí của nhà quản lý [1, 2].

Các loại phao PE đã và đang được dùng rất phổ biến trên các tuyến đường thủy trên thế giới như Anh, Pháp, Đức, Hà Lan, Bỉ… và đặc biệt là đã được lắp đặt trên sông Mê Kông theo Ủy ban Hợp tác sông Mê Kông - Lào, Campuchia và Việt Nam năm 2007, đến nay chúng vẫn hoạt động rất hiệu quả và không phải thay thế mới. Việt Nam với chiều dài 3.260 km bờ biển với 39 cảng biển, 73 khu bến có 38 tuyến luồng đã khai thác và dự kiến khai thác thêm 5 tuyến luồng với tổng số chiều dài khoảng 799,15 km, trong đó: 7 tuyến luồng hai chiều chạy cả ngày và đêm với tổng chiều dài 197,5 km, 23 tuyến luồng 1 chiều chạy cả ngày và đêm với tổng chiều dài 485,15 km, 8 tuyến luồng 1 chiều chạy ban ngày với tổng chiều dài 116,5 km. Trên toàn tuyến luồng bố trí 816 phao báo hiệu hàng hải, 107 tiêu và 56 chập tiêu, trong đó có 101 phao trên 8 tuyến luồng chưa được lắp thiết bị báo hiệu nên chỉ cho phép vận hành ban ngày [4, 5].

Hiện có 54 trạm quản lý luồng, có bố trí lực lượng công nhân chuyên ngành, vận hành luồng, hệ thống báo hiệu. Một số trạm chưa có nhà trạm phải sinh hoạt trên phương tiện thủy hay thuê mướn như trạm quản lý luồng Lạch Huyện, Hà Nam (Hải Phòng), Sa Kỳ (Quảng Ngãi)… Một số trạm tuy đã có cơ sở nhưng chưa đáp ứng được yêu cầu sản xuất cần phải cải tạo nâng cấp [3].

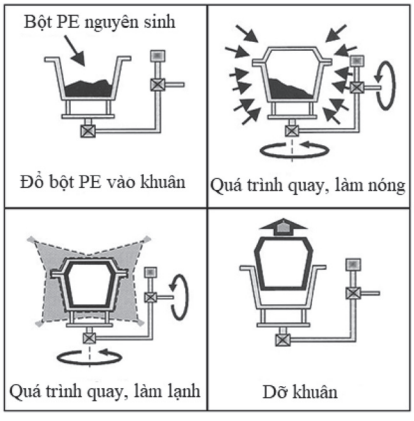
Một số tuyến luồng còn tồn tại những đoạn luồng còn hạn chế việc thiết lập các thiết bị phao báo hiệu cảnh báo hoạt động ban đêm. Do vậy, việc nghiên cứu ứng dụng phao công nghệ mới nhằm giúp nâng cấp đồng bộ toàn bộ hệ thống báo hiệu trên các tuyến luồng hàng hải Việt Nam được tốt lên. Các loại phao báo hiệu trên các tuyến luồng đường thủy, hàng hải tại Việt Nam đều được áp dụng theo Tiêu chuẩn IALA (Vùng A) như *Hình 1.1*.



Hình 1.1: Sơ đồ báo hiệu chuẩn theo IALA (Vùng A) [5]

2. KẾT CẤU PHAO PE

Phao PE được thế giới sản xuất và ứng dụng từ những năm 1990 với công nghệ mới sử dụng nhựa PE thay thế phao thép [3, 4]. Với đường kính từ 0,9 đến 3 m, chúng thích hợp cho cả luồng thủy nội địa và luồng biển. Tất cả các thiết bị như đèn LED hàng hải và đèn lồng, đèn lồng và đèn hỗ trợ kết cấu bằng thép, nhôm, PE…, hệ thống theo dõi và giám sát (AIS, Racon…) và ngọn hải đăng được đặt trên phao PE, xem trong *Hình 2.2* [4]. Để tạo thành phao PE, hỗn hợp bột nhựa được đúc thành phao thông qua quá trình quay ly tâm, đây là yếu tố quyết định chính tạo nên từng loại phao khác nhau. Quá trình này bao gồm đổ đầy khuôn với một lượng bột Polyetylen đã được xác định trước, được pha trộn trước với màu sắc yêu cầu, làm nóng và nung chảy với khuôn được quay hai trục, cho đến khi nhựa tan chảy và phủ lên các thành khuôn bên trong, làm mát khuôn để củng cố một phần và dỡ bỏ. Các phần tử của phao PE là độc lập và có thể hoán đổi cho nhau, các vật liệu được lựa chọn và thử nghiệm cẩn thận đối với các điều kiện quan trọng của địa điểm và các phao được lắp ráp xung quanh cấu trúc trung tâm bằng bộ bắt vít [9, 10]. Ngoài ra, phao PE được thiết kế để có thể tái chế 100%, có thể sửa chữa và có "cuộc sống thứ hai". Với các thành phần chính là PE, phao PE đạt được sức nổi dự trữ tốt hơn. Trong trường hợp va chạm, phao PE sẽ trở lại vị trí ban đầu mà không bị hư hỏng.



Hình 2.1: Bốn bước chính tạo thành một hình dạng PE

Vì phao PE được thiết kế theo mô-đun nên trong trường hợp va đập mạnh và quá mạnh có thể làm hư hỏng thân tàu thì các phần phao còn lại sẽ đảm bảo độ nổi của phao, đây là ưu điểm chính của dạng mô-đun. Ngoài ra, không cần thay cả phao mà chỉ thay nửa phao hoặc 1/4 phao bị hư hỏng do tai nạn. Việc lựa chọn hỗn hợp nhựa để đưa vào sản xuất phao luôn đảm bảo tỷ trọng polyetylen trung bình, chất lượng quyết định cho từng phao ở từng khu vực khác nhau là điểm tự nhiên, phù hợp với luồng lạch Việt Nam. Đặc biệt, bột polyme tiền hợp chất nguyên chất cũng là thành phần chính của phao. Do đó, chúng có khả năng phục hồi cao trước các cú sốc, với các chất phụ gia ổn định tia cực tím để giảm lão hóa màu. Về hệ thống dây neo, đối với kết cấu phao thép đang sử dụng ở Việt Nam phải được đơn vị thiết kế tính toán chọn lọc từng loại cho phù hợp với từng loại phao ở các khu vực khác nhau, còn đối với phao công nghệ mới thì theo tiêu chuẩn quốc tế. Hiệp hội Các cơ quan quản lý ngọn hải đăng (IALA) đã xác nhận gói phần mềm tính toán dây neo có tên là CALMAR cho tất cả các loại phao nhựa. Phao PE trên luồng biển và luồng đường thủy luôn chịu ảnh hưởng lớn của môi trường bên ngoài như nước ăn mòn, sinh vật biển bám và đặc biệt có thể bị va chạm tàu bè di chuyển trên luồng. Tuy nhiên, đối với phao PE mỗi khi hư hỏng, phần hư hỏng sẽ được thay thế ngay tại chỗ. Đối với các loại phao công nghệ mới hiện nay, thân phao thường được ghép bằng 2 tấm phao hoặc 4 tấm ghép lại với nhau như *Hình 2.2, Hình 2.3* [3, 4].

Hình 2.2: Phao PE với hai mô-đun lắp ghép

Hình 2.3: Phao PE với 4 mô-đun lắp ghép

3. ƯU ĐIỂM CỦA PHAO PE SO VỚI PHAO THÉP

Ở Việt Nam, cho đến nay phần lớn hệ thống báo hiệu nổi là phao thép. Với kết cấu thép này, thời gian sử dụng của phao thép vào khoảng 8 đến 10 năm [3]. Tuy nhiên, việc duy trì các phao này đòi hỏi người quản lý phải có kinh phí, đơn vị giám sát để duy trì hoạt động của chúng trên các luồng. Bên cạnh đó, việc sửa chữa phao định kỳ đòi hỏi phải có tính thường xuyên và đơn vị quản lý phải sửa chữa nên việc làm này rất dễ làm cho các nhà quản lý bỏ sót trong việc kiểm tra thường xuyên tất cả các hệ thống phao trên luồng, hầu hết có thể chờ hỏng khá nặng hoặc hư hỏng đột xuất trước khi mang đi sửa chữa. Điều này đòi hỏi rất nhiều thời gian và tiền bạc của người quản trị [8].

Về giá thành sản xuất, phao thép mới đường kính 2 m khoảng 200 triệu đồng/phao và phao đường kính 2,4 m khoảng 250 triệu đồng/phao, đây đều là những loại phao phổ biến trên các luồng hàng hải, đường thủy của Việt Nam. Tuy nhiên, hệ thống phao thép khi đưa vào sử dụng hàng năm vẫn đòi hỏi người quản lý phải thực hiện công tác bảo dưỡng, sơn, sửa chữa định kỳ [1, 2]. Việc ghép nối lại phao thép đòi hỏi người quản lý phải phát sinh thêm chi phí và phức tạp hơn. Hiện tại, theo sự duy trì của các

cơ quan có liên quan của Việt Nam, ước tính chi phí bảo trì, khấu hao trong 1 năm đối với phao thép đường kính 2 m và 2,4 m khoảng 25 triệu đồng/phao và phao đường kính dưới 2 m khoảng 50 triệu đồng/chiếc. So với các loại phao công nghệ mới đã được đưa vào sử dụng ở các nước trên thế giới cũng như tham khảo giá của một số nhà cung cấp uy tín như GISMAN, MOBILIS Group và một số nhà cung cấp khác thì giá thành của phao từ 200 triệu đến 400 triệu một chiếc phao nhưng có tuổi thọ khoảng 20 năm. Khi luồng áp dụng các loại phao này thì hầu như chỉ phải đầu tư một lần trong khoảng 20 năm mà không phải bảo dưỡng, sửa chữa định kỳ như các loại phao báo hiệu truyền thống là phao thép [6, 7].

Bảng 3.1. So sánh một số tiêu chí chính giữa phao PE và phao thép

Hạng mục	Phao PE	Phao thép
Cơ sở trên bờ	Phao nhựa lớn có thể theo kiểu lắp ghép: giúp giảm sức nâng, giảm diện tích lưu trữ bề mặt thao tác. Ngoài ra, phao nhựa không cần hệ thống sơn phủ, do vậy cũng không cần hệ thống phun cát hoặc sơn.	Phao thép yêu cầu: - Các phương tiện nâng hạng nặng để xử lý; - Thiết bị hệ thống sơn phủ cho việc phun cát và sơn.
Tàu vận chuyển	Phao nhựa nhẹ hơn phao thép 50 - 70%: Chỉ cần các tàu dịch vụ nhỏ hơn cho các hoạt động nâng phao và triển khai phao	Cần có các tàu dịch vụ lớn (tàu cung cấp phao) cho các hoạt động nâng phao và triển khai phao.
Quá trình bảo dưỡng, bảo trì	Không có sơn trên thân phao; Vật liệu nhựa có khả năng chống bám bẩn dày đặc trên biển tốt hơn, dẫn đến việc làm sạch và bảo dưỡng thân phao có thể thực hiện tại chỗ.	Cần kiểm soát sự ăn mòn nghiêm ngặt; Cần nhiều lượt kiểm tra tại chỗ. Việc làm sạch và sơn bằng phương pháp phun phải đáp ứng các yêu cầu của nhà sản xuất sơn: Phao cần được đưa vào bờ; Ít thời gian hoạt động trên biển hơn.
Yêu cầu kỹ thuật bảo dưỡng	PE có thể được sửa chữa dễ dàng bằng các kỹ thuật viên được đào tạo bằng cách sử dụng thiết bị hàn nóng chảy. Phao nhựa có thể có dạng lắp ghép và bao gồm 2 hoặc 4 miếng phao: điều này cho phép thay các bộ phận riêng lẻ chứ không phải toàn bộ phao khi phao bị hỏng hoặc cần sửa chữa.	Các chuyên gia về kết cấu thép có nhiều nhưng hệ thống sơn chống ăn mòn cần sự chuẩn bị bề mặt phức tạp và các phương tiện ứng dụng cho các hệ thống sơn cụ thể. Người vận hành phải được đào tạo đầy đủ trong việc sử dụng tất cả các loại thiết bị phun cát và sơn cùng với việc pha trộn và ứng dụng các hệ thống sơn.

4. KẾT LUẬN

Cần hoàn thiện nghiên cứu ứng dụng phao PE cho các tuyến luồng đường thủy, hàng hải Việt Nam. Có thể thấy, phao PE có ưu điểm vượt trội so với phao thép về độ bền và tuổi thọ. Khi sử dụng phao PE cho luồng hàng hải sẽ giải phóng được xưởng duy tu, bảo dưỡng phao, tiết kiệm đáng kể nguồn nhân lực cho việc duy tu, sửa chữa phao hàng năm [8]. Với cấu tạo của phao chủ yếu bằng nhựa và không bị phai màu theo thời gian nên việc bảo trì, bảo dưỡng phao nhựa chỉ dừng lại ở những việc như vệ sinh phao hoặc thay thế trực tiếp phần hư hỏng tại hiện trường. Ngoài ra, do các phao này có kết cấu nhẹ hơn phao thép nên phương tiện vận chuyển, cẩu các thiết bị thay thế phao không đòi hỏi phương tiện thủy lớn như phao thép. Trên thế giới, việc ứng dụng phao nhựa thay thế dần phao nổi đã được áp dụng từ lâu nên qua phân tích các kết quả thu được ở trên, nghiên cứu sẽ hỗ trợ việc ứng dụng phao PE mang lại nhiều lợi ích khả thi hơn để sử dụng cho các luồng hàng hải, đường thủy thay cho việc thử nghiệm ở một số luồng đường thủy nội địa tại Việt Nam trong thời gian gần đây. Việc sử dụng phao thép, phao nhựa cho luồng hàng hải, đường thủy ở Việt Nam cần có sự quản lý, giám sát chặt chẽ của các đơn vị quản lý luồng hàng hải, đường thủy. Đặc biệt, trên các tuyến luồng ở Việt Nam thường xuyên xảy ra va chạm với các phương tiện hỗ trợ hàng hải trên luồng, sự va chạm này dù là phao thép hay phao polyetylen cũng sẽ bị ảnh hưởng nhất định trong quá trình khai thác nhằm đảm bảo an toàn hàng hải và đảm bảo an toàn các tuyến đường thủy.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong Đề tài mã số DT22-23.83.

Tài liệu tham khảo

[1]. *Information on www.vinamarine.gov.vn/*, last accessed 2023/02/22.

[2]. *Information on http://www.viwa.gov.vn/*, last accessed 2023/02/22.

[3]. *Information on http://www.gisman-sa.com*, last accessed 2023/02/22.

[4]. *Information on https:// www.mobilis-sa.com*, last accessed 2023/02/22.

[5]. *Sealite.com/ Avlite.com/ Star2M.com*, last accessed 2023/02/22.

[6]. *https://www.iala-aism.org*, last accessed 2023/02/22.

[7]. Thinh, N X (2022), *Manual of Aids to navigation for maritime*.

[8]. Thinh, N X (2017), *Internal magazine of Civil Engineering*, VIMARU.

Ngày nhận bài: 27/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 19/4/2023
Người phản biện: TS. Phan Quốc Hoàn
TS. Vũ Hữu Trường

Nghiên cứu ứng dụng mạng nơ-ron trong điều khiển hệ thống ca-bin sàn treo cho mô phỏng thủy phi cơ nhằm đáp ứng tính thời gian thực

■ **ThS. TRƯƠNG CÔNG MỸ; ThS. PHẠM MINH THẢO**(*)
Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email: (*)thaopm.dtt@vimaru.edu.vn

TÓM TẮT: Hiện nay, các thiết bị mô phỏng thủy phi cơ tại Việt Nam đang bị phụ thuộc rất nhiều vào công nghệ nước ngoài dẫn đến các chi phí đầu tư, vận hành, thời gian chuyển giao công nghệ, tính làm chủ công nghệ chưa đáp ứng được nhu cầu sử dụng trong nước. Vì vậy, xây dựng một hệ thống mô phỏng thủy phi cơ trong nước là vấn đề hết sức được quan tâm. Xây dựng một hệ thống mô phỏng thủy phi cơ trong nước đang gặp rất nhiều vấn đề cần khắc phục. Tiêu biểu như vấn đề độ trễ giữa tín hiệu điều khiển từ hệ thống mô phỏng và tín hiệu điều khiển ca-bin sàn treo, độ trễ điều khiển tương đối lớn có thể lên đến hơn 1.000 ms. Với độ trễ điều khiển lớn như vậy chưa đáp ứng được tính thời gian thực, làm giảm hiệu quả sử dụng của hệ thống. Vì vậy, kết quả từ "Nghiên cứu ứng dụng mạng nơ-ron trong điều khiển hệ thống ca-bin sàn treo cho mô phỏng thủy phi cơ nhằm đáp ứng tính thời gian thực" trong chế độ hoạt động trên mặt nước không chỉ nâng cao độ tin cậy, chất lượng của toàn bộ hệ thống mà còn đóng góp vào công cuộc phát triển, cải thiện, hoàn thiện hệ thống mô phỏng thủy phi cơ của Việt Nam.

TỪ KHÓA: Mạng nơ-ron, hệ thống mô phỏng thủy phi cơ, ca-bin sàn treo, tính thời gian thực, giảm độ trễ, 3 bậc tự do.

ABSTRACT: Currently, seaplane simulation systems in Viet Nam are depended on foreign technologies leading to the rise of cost of investment, cost of operation, time of technology transfer, mastery of technology time. That do not meet the domestic need. Consequently, building a domestic seaplane simulation system is a interested topic. However, there are plenty of problem needed to address. Typically, time-delay between control signal from simulation system and cabin is significant over 1000 ms. That lead to the reduce of system reliability and system efficiency. Therefore, the result of research on applying neural network in controlling 3-degrees-of-freedom cabin model for seaplane simulation system to meet realtime response requirements are not only increasing system reliability, system quality but also contributing in to the development of Viet Nam seaplane simulation system.

KEYWORDS: neural network, seaplane simulation system, cabin, realtime, time-delay, 3-degrees-of-freedom.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

1.1. Khái quát chung

Hệ thống mô phỏng thủy phi cơ được cấu tạo từ nhiều hệ thống quan trọng khác nhau như hệ thống khoang lái, hệ thống bảng điều khiển… Các hệ thống này có mối liên hệ chặt chẽ và phối hợp với nhau để tạo ra nhiều tình huống khác nhau cho phi công có tính chân thực như trải nghiệm thực tế với thiết bị thực. Trong đó, những chuyển động rung lắc được tạo ra từ sàn chuyển động 3 bậc tự do dưới sự điều khiển của PLC. Tuy nhiên, trong quá trình thử nghiệm, hệ thống này cho thấy độ trễ điều khiển tương đối lớn, làm ảnh hưởng đến chất lượng đào tạo. Nguyên nhân chính của sự trễ tín hiệu điều khiển này là quá trình ghép nối, truyền tín hiệu và sử dụng thuật toán điều khiển truyền thống để tính toán khối lượng dữ liệu lớn. Nghiên cứu tập trung vào chế độ vận hành của thủy phi cơ trên mặt biển và kết quả từ bài báo này giải quyết vấn đề độ trễ đáng kể nhằm đáp ứng tính thời gian thực của hệ thống thông qua ứng dụng trí tuệ nhân tạo và thuật toán điều khiển hiện đại.

1.2. Các công trình liên quan và đóng góp của bài báo

Bài báo kế thừa các kết quả đạt được từ các công trình [1, 2, 3, 4]. Công trình [1] đã xây dựng mô hình tín hiệu đặt cho hệ thống Drive/Servo điều khiển buồng lái 3 bậc tự do dựa trên nguyên tắc Stewart platform [5, 6, 7] được mô tả như *Hình 1.1*. Các tín hiệu điều khiển lắc (lắc ngang Φ, lắc dọc θ, thẳng đứng z) từ máy chủ gửi tới PLC thông qua giao thức Modbus TCP để điều khiển tổ hợp Drive/Servo có sai lệch bám lớn. [2] trình bày cấu trúc điều khiển vòng kín - 3 vòng, phổ biến trong các hệ thống mô phỏng ngày nay và giải quyết vấn đề độ trễ lớn do sử dụng mạng CAN [1, 3] thông qua ứng dụng bộ điều khiển PLC kết hợp với thuật toán điều khiển và phương pháp dự báo như dự báo sai số, bù nhiễu tải. Tuy nhiên, kết quả từ [2] vẫn tồn tại sai số và độ trễ nhất định. Công trình [8] sử dụng thuật toán bầy đàn để nâng cao khả năng hội tụ nhằm tối ưu chuyển động nhưng kết quả chưa được như mong đợi do số lượng các thí nghiệm còn hạn chế. Vì vậy, trong bài báo này, chúng tôi ghép nối trực tiếp tín hiệu từ PLC điều khiển tổ hợp Drive/Servo và sử dụng mạng nơ-ron dạng MLP để cải thiện thời gian đáp ứng của hệ thống.

Hình 1.1: Cấu hình sàn treo xây dựng theo mô hình Stewart Platform

2. MÔ HÌNH BÀI TOÁN

2.1. Mô hình chuyển động 3 bậc tự do

Chuyển động thủy phi cơ xét trong mặt phẳng ngang (chế độ vận hành trên mặt biển) dựa trên cơ sở cấu trúc của Stewart platform [9] với 3 bậc tự do. 3 hướng của mô hình được điều khiển bởi Drive/Servo, bao gồm: trượt dọc (Φ), trượt ngang (θ), trượt đứng (z) được mô tả theo *Hình 2.1*. Như vậy, ta có 3 trạng thái của sàn được mô tả theo vector vị trí $\eta = [\Phi\ \theta\ z]^T$. Mô hình toán mô phỏng chuyển động 3 bậc tự do được diễn tả theo công thức (1).

$$M.\nu + C_{(\nu)}\nu + D_{(\nu)}\nu = \tau \quad (1)$$

Trong đó: $C_{(\nu)}$ - Ma trận Coriolis, được tính theo công thức (2); $D_{(\nu)}$ - Ma trận dao động lắc, được tính theo công thức (3); M - Ma trận mô-men, được tính theo công thức (4).

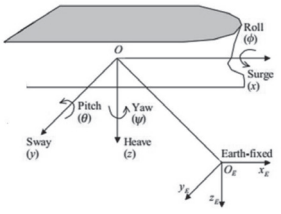
$$C_{(\nu)}\nu = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -(m-Y_{\dot{v}})v - (mx_g - Y_{\dot{r}})r \\ 0 & 0 & -(m-Y_{\dot{u}})u \\ (m-Y_{\dot{v}})v + (mx_g - Y_{\dot{r}})r & mx_g - Y_{\dot{r}} & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$D_{(\nu)} = \begin{bmatrix} -X_{u} & 0 & 0 \\ 0 & -Y_{v} & -Y_{r} \\ 0 & -N_{v} & -N_{r} \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$M = \begin{bmatrix} m-X_{\dot{u}} & 0 & 0 \\ 0 & m-Y_{\dot{u}} & mx_g - Y_{\dot{r}} \\ 0 & mx_g - Y_{\dot{r}} & I_z - N_{\dot{r}} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Thay công thức (2), (3), (4) vào công thức (1) ta được công thức (5):

$$\begin{bmatrix} m-X_{\dot{u}} & 0 & 0 \\ 0 & m-Y_{\dot{u}} & mx_g - Y_{\dot{r}} \\ 0 & mx_g - Y_{\dot{r}} & I_z - N_{\dot{r}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \\ r \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -X_{u} & 0 & -(m-Y_{\dot{v}})v - (mx_g - Y_{\dot{r}})r \\ 0 & -Y_{v} & -(m-Y_{\dot{u}})u - Y_{r} \\ (m-Y_{\dot{v}})v + (mx_g - Y_{\dot{r}})r & mx_g - Y_{\dot{r}} - N_{v} & -N_{r} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \\ r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ \dots \end{bmatrix} \quad (5)$$



Hình 2.1: Mô hình chuyển động của thủy phi cơ trên mặt biển

Xây dựng mô hình toán chuyển động thủy phi cơ xét trong mặt phẳng ngang (chế độ vận hành trên mặt biển) thuận tiện cho việc đưa ra bài toán khảo sát, thiết kế bộ điều khiển chuyển động thủy phi cơ theo hướng và quỹ đạo.

2.2. Mạng truyền thẳng MLP

MLP [10] là một giải pháp tốt để nhận dạng phi tuyến, chuẩn đoán sự cố hỏng hóc tiềm ẩn hoặc dự báo trạng thái. Vì vậy, trong bài báo này, MLP được ứng dụng để dự báo trước giá trị tham chiếu cho tổ hợp Drive/Servo motor. Đầu ra của mạng nơ-ron có dạng như công thức (6):

$$a^{m+1} = f^{m+1}(n^{m+1}) \quad (6)$$

Trong đó: $n^{m+1} = \mathrm{w}^{m+1}a^m + b^{m+1}; m = 0,2,...,M-1; a^0 = p; a = a^M$

Với bộ số luyện mạng là $\{p_1,t_1\},\{p_2,t_2\},...,\{p_Q,t_Q\}$. Vector sai số bình phương trung bình $F(x) = E(e^Te) = E\left[(t-a)^T(t-a)\right]$ có thể sấp xỉ dưới dạng công thức (7):

$$F(x) = [(t(k)-a(k)]^T - [t(k)-a(k)] = e^k(t)e(t) \quad (7)$$

Mạng MLP được chọn là loại ba lớp M = 3 với 12x10x3, mạng có 12 đầu vào, 10 nút ẩn và 3 đầu ra sẽ cho kết quả dự báo tốt. Lớp đầu vào gồm có các nút tương ứng với 6 đầu vào là tín hiệu góc quay, vị trí và các giá trị tốc độ dài, tốc độ góc. Ngoài ra, chọn các lớp đầu vào bổ sung 6 đầu vào quá khứ $\eta^{(t-1)}$ và $v^{(t-1)}$. Lớp đầu ra gồm 3 nút ra ứng ba giá trị dự báo của góc quay của 3 động cơ servo $\alpha = [\alpha_1\ \alpha_2\ \alpha_3]^T$ để nhận được giá trị lắc ngang, lắc dọc, trượt đứng của sàn sớm hơn. Từ quá trình luyện mạng và kết quả nhận được thì lớp ẩn sẽ chọn bao gồm 12 nút. Trong phương án này, việc chẩn đoán, dự báo tương lai trước đạt được là 50 ms đến 1.500 ms dựa vào các dữ liệu tại thời điểm hiện tại và quá khứ.

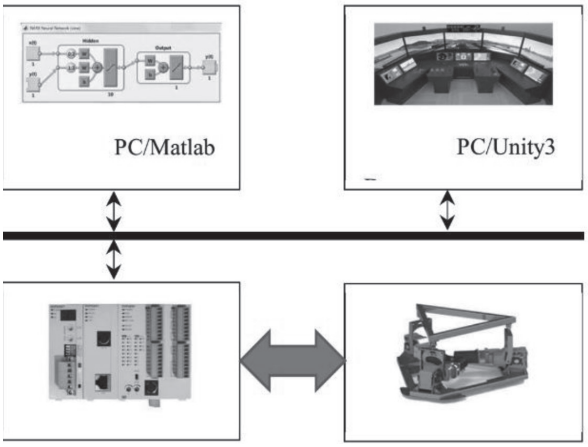
Thuật toán huấn luyện mạng MLP sử dụng kỹ thuật lan truyền ngược (Backpropagation). Thuật toán lan truyền ngược cho một giải pháp hiệu quả và đơn giản để tính toán đạo hàm của hàm mục tiêu theo trọng số và bias trình bày trong công thức (8) ở các tầng khác nhau.

$$w^m(k+1) = w^m(k) - as^m(a^{m-1})^T \quad (8)$$
$$b^m(k+1) = b^m(k) - as^m$$

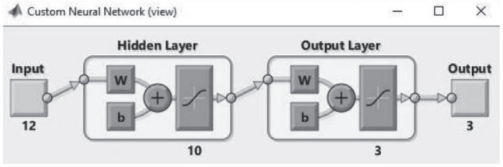
2.3. Xây dựng và huấn luyện mạng nơ-ron

2.3.1. Huấn luyện mạng nơ-ron

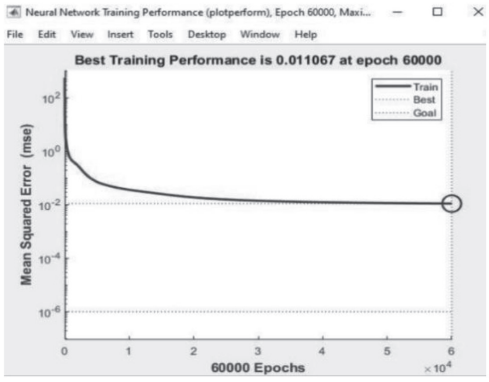
Dữ liệu luyện mạng được cấp từ PLC vào phần mềm Matlab thông qua công cụ OPC tool/OPC Server: KEPServerEX 5. Dữ liệu các lần thử mô phỏng buồng lái được xử lý bằng Excel (20.000 bản ghi). Dữ liệu này được chọn lọc để có các mẫu tín hiệu tham chiếu các thời điểm trước 50 - 1.500 ms. Cấu trúc mạng nơ-ron được tạo ra bao gồm 12 đầu vào, 10 lớp ẩn và 3 lớp đầu ra, được mô tả trên *Hình 2.3*. Kết quả luyện mạng được mô tả trên *Hình 2.4, 2.5*. Từ kết quả ta thấy rằng, sau 60.000 lần luyện, lỗi huấn luyện chỉ còn nhỏ hơn 0,007, tốt hơn thông số của một mạng MLP đáng tin cậy (0,01). Sau khi huấn luyện, ta có thể sử dụng mô hình mạng như trên *Hình 2.5* để nhận dạng dữ liệu mới.



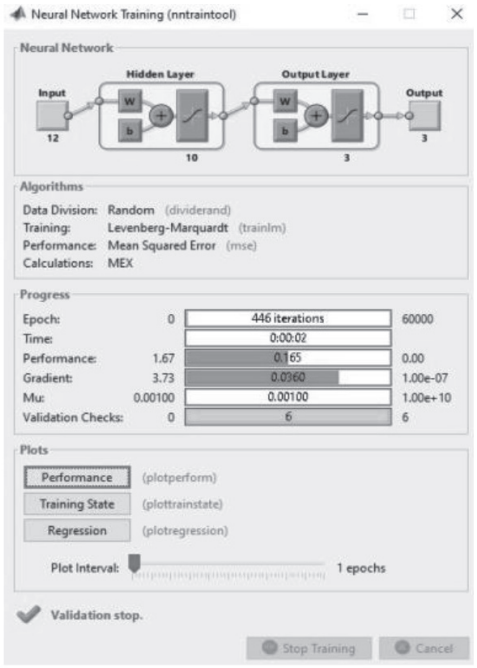
Hình 2.2: Sơ đồ cấu trúc hệ thống điều khiển sàn treo được tích hợp mô-đun AI



Hình 2.3: Sơ đồ cấu trúc của mạng nơ-ron



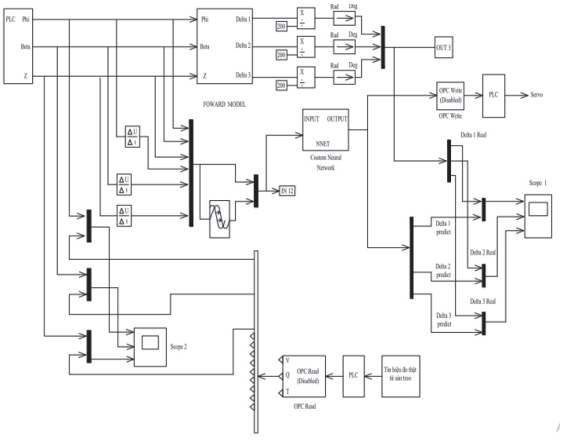
Hình 2.4: Đặc tính sai số MSE



Hình 2.5: Cửa sổ luyện mạng

2.3.2. Sơ đồ cấu trúc

Kịch bản mô phỏng được thực hiện theo trình tự: từng chuyển động hoạt động và khống chế hai chuyển động còn lại, sau đó cho chuyển động hỗn hợp khi thủy phi cơ chịu tác động của yếu tố ngoại cảnh. Sơ đồ cấu trúc được thể hiện trong *Hình 2.6*.



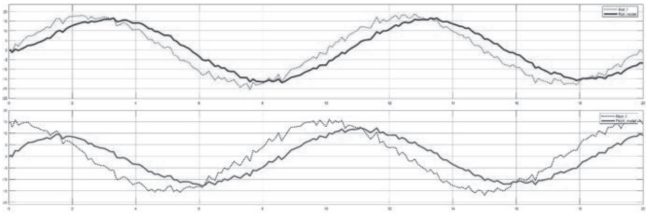
Hình 2.6: Sơ đồ khối mô phỏng mạng nơ-ron

3. THỬ NGHIỆM

Tác giả sử dụng hai trường hợp khác nhau (mô phỏng 3D và mô hình vật lý) để kiểm nghiệm hiệu quả của hệ thống.

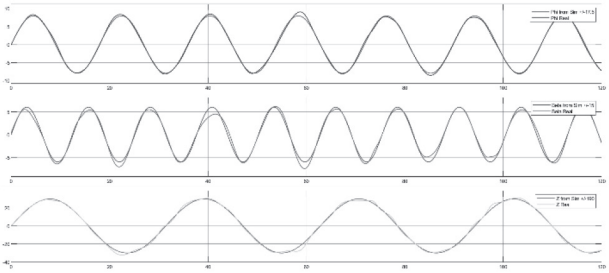
3.1. Mô phỏng 3D

Hình 3.1 thể hiện kết quả đặc tính góc quay thực của ca-bin trong mô phỏng 3D, trong đó giá trị từ máy tính chủ 3D đo được là đường nét đứt bao gồm góc quay lắc ngang (roll_f) hình trên và lắc dọc (pitch_f) hình dưới; giá trị góc quay bám theo của sàn ca-bin là roll_model và pitch_model là đường nét đậm.

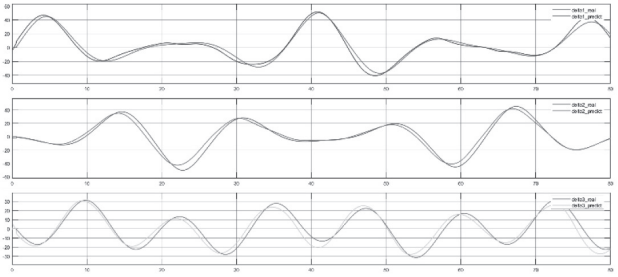


Hình 3.1: Đặc tính góc quay thực của ca-bin

Qua kết quả trên, kết hợp với nhiều lần khảo sát và đo đạc ta nhận thấy đáp ứng chuyển động của sàn ca-bin luôn có độ trễ từ 500 - 1.500 ms; biên độ max bám theo của sàn có sai số khoảng 12%. Điều này có thể giải thích được là do các khâu Feedforward chính xác rất khó để thực hiện nên đều xấp xỉ chúng dưới dạng khâu vi phân, luôn tồn tại một khoảng thời gian trễ truyền thông tín hiệu từ máy tính chủ tới PLC. Các nguyên nhân này rất khó khắc phục nếu ta không dùng một phương pháp mới khác. Sai số và thời gian đáp ứng được cải thiện đáng kể khi các tín hiệu Φ, θ, z được dự báo bởi mạng nơ-ron MLP. Sai số thực tế không vượt quá 2% và thời gian đáp ứng không còn trễ quá 60 ms như thể hiện trên *Hình 3.2*. Tuy nhiên, tín hiệu điều khiển Drive/Servo $\alpha = [\alpha_1\ \alpha_2\ \alpha_3]^T$ đã được dự báo và có pha luôn vượt trước tín hiệu điều khiển của mô hình động học lên tới 1.200 ms như trên *Hình 3.3*.



Hình 3.2: Tín hiệu điều khiển Φ, θ, z được dự báo bởi mạng nơ-ron



Hình 3.3: Tín hiệu điều khiển của động cơ Drive/Servo được dự báo bởi mạng nơ-ron

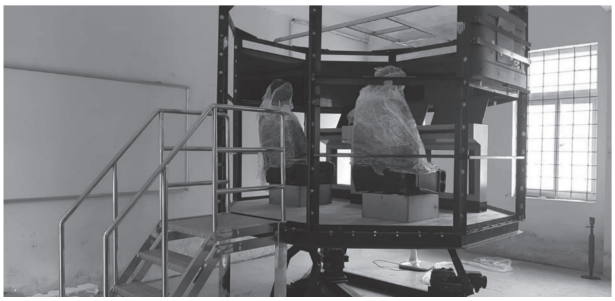
3.2. Mô hình vật lý

Mô hình vật lý ca-bin buồng lái thủy phi cơ được mô tả như *Hình 3.4* và đặt trên sàn treo có thông số như *Bảng 3.1* dài, rộng, cao lần lượt là (2.400x2.400x1.750)mm và tải trọng ~ 1 500 kg.

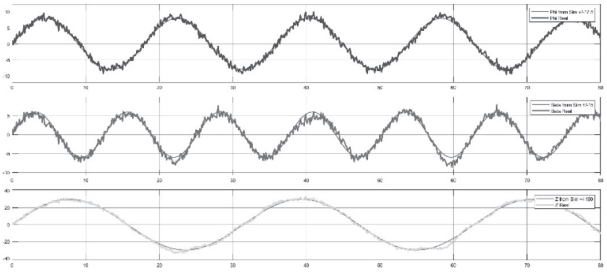
Bảng 3.1. Thông số kỹ thuật của sàn treo

Chiều dài	2.400 mm
Chiều rộng	2.400 mm
Chiều cao	1.750 mm
Điều khiển	Drive/Servo
Bậc tự do	3 bậc tự do

Khi đưa thuật toán dự báo MLP để thử nghiệm điều khiển mô hình vật lý sàn treo thông qua PLC thì thời gian đáp ứng cũng giảm và cải thiện đáng kể như mô hình mô phỏng 3D, với độ trễ không quá 60 ms được thể hiện trên *Hình 3.5*. Tuy nhiên, các tín hiệu ra lắc ngang (Φ), lắc dọc (θ), trượt dọc (z) đo trực tiếp từ sàn treo không bám được hoàn toàn như tín hiệu mô phỏng 3D do có nhiễu, có thời điểm vượt quá 15%.



Hình 3.4: Mô hình vật lý ca-bin sàn treo 3 bậc tự do cho mô phỏng thuỷ phi cơ



Hình 3.5: Tín hiệu điều khiển Φ, θ, z được dự báo bởi mạng nơ-ron cho mô hình vật lý

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này này, tác giả đã ứng dụng thành công mạng nơ-ron để dự báo tín hiệu điều khiển chuyển động của sàn treo 3 bậc tự do cho mô phỏng thủy phi cơ trong chế độ vận hành trên mặt biển. Kết quả cho thấy độ trễ điều khiển được cải thiện đáng kể, đáp ứng được tính thời gian thực cho cả mô hình mô phỏng 3D và mô hình vật lý. Nghiên cứu góp phần thúc đẩy sự phát triển của hệ thống mô phỏng thủy phi cơ trong nước.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong Đề tài mã số DT22-23.64.

Tài liệu tham khảo

[1]. J. Velagic, Z. Vukic and E., Omerdic (2002), *Adaptive fuzzy ship autopilot for trackkeeping,* Control Engineering Practice, vol.2, pp.433-443, Elselvier.

[2]. X. K. Dang, H. D. Tran, D. C. Quach (Dec, 2012), *Ship Autopilot Design Based on Adaptive Smith Predictor Under the Effect of Uncertain Time-delay and Disturbances*, Proc. The 6th Vietnam Conference on Mechatronics, Hanoi.

[3]. X. K. Dang, Z. H. Guan, H. D. Tran and T. Li. (Jul. 2011), *Fuzzy Adaptive Control of Networked Control System with Unknown Time-delay*, Proc. The 30th Chinese Control Conference, Yantai, China.

[4]. V. P. Pham, X. K. Dang and D. T. Truong (Dec, 2013), *Control System Design for Torpedo using a Direct Adaptive Fuzzy-Neural Output-feedback Controller*, Proc., The 2th Vietnam Conference on Control and Automation, DaNang.

[5]. Xiaoyong Wu, Zhijiang Xie (2019), *Forward kinematics analysis of a novel 3-DOF parallel manipulator*, Scientia Iranica.

[6]. Gallardo-Alvarado, J. A. (2020), *Gough-Stewart Parallel Manipulator with Configurable Platform and Multiple End-Effectors*, Meccanica, 55, 597-613.

[7]. Walica, D.; Noskievič, P. (2022), *Application of the MiL and HiL Simulation Techniques in Stewart Platform Control Development*, Appl. Sci., 12, 2323.

[8]. Rokbani, N. and Alimi, A.M. (2013), *Inverse kinematics using particle swarm optimization, a statistical analysis*, Procedia Engineering, 64, pp.1602-1611.

[9]. Stefano Mauro, Laura Gastaldi, Stefano Pastorelli and Massimo Sorli (January, 2016), *Dynamic Flight Simulation with a 3 d.o.f. Parallel Platform*, in International Journal of Applied Engineering Research.

[10]. Marius-Constantin Popescu, Valentina E. Balas, Liliana Perescu-Popescu, Nikos Mastorakis (July 2009), *Multilayer Perceptron and Neural Networks*, in WSEAS Transactions on Circuits and Systems.

Ngày nhận bài: 26/02/2023
Ngày chấp nhận đăng:19/4/2023
Người phản biện: TS. Nguyễn Văn Tiến
TS. Đỗ Khắc Tiệp

Nghiên cứu đặc điểm của lực cắt trong gia công micro vật liệu thép Niken Inconel 718 bằng phương pháp phần tử hữu hạn

■ **ThS. LÊ HUỲNH ĐỨC**
Trường Đại học Kinh tế Kỹ thuật Công nghiệp
Email: lhduc@uneti.edu.vn

TÓM TẮT: Để nghiên quá trình phay micro, phương pháp phần tử hữu hạn (FEM) đã được sử dụng để xây dựng các mô hình và tiến hành mô phỏng cho quá trình phay micro. Nghiên cứu này sử dụng vật liệu thép Niken Inconel 718 làm vật liệu phôi vì khả năng khó gia công của vật liệu trong điều kiện gia công micro. Mô hình tương tác giữa dụng cụ và chi tiết gia công được xây dựng cùng với các điều kiện biên nhằm phân tích sự thay đổi của lực phay trong quá trình gia công micro. Các trường hợp mô phỏng với lượng ăn dao khác nhau đã được thực hiện với sự trợ giúp của phần mềm Abaqus. Kết quả thu được từ mô phỏng phay micro đã mô tả được quá trình hình thành phoi, giá trị của lực cắt đã được theo dõi và cho thấy mối quan hệ giữa lực cắt và lượng ăn dao. Ngoài ra, các dữ liệu từ nghiên cứu này đặt nền tảng lý thuyết cho các tối ưu hóa và thiết lập các thí nghiệm tiếp theo nhằm nâng cao các hiểu biết về quá trình phay micro.

TỪ KHÓA: Phay micro, phương pháp phần tử hữu hạn, cắt gọt kim loại.

ABSTRACT: To study the micro-milling process, the finite element method (FEM) has been used to build models and simulation processes for the micro-milling process. This study uses Niken Inconel 718 steel as a hazardous material because of its machinability in micromachining conditions. The interaction model between the tool and the work piece is built together with the boundary conditions to analyze the change of phase force during the micro-machining process. Simulations with different feed rates were performed with the help of Abaqus software. The results obtained from the micro-milling simulation described the chip formation process, the value of the cutting force was monitored and showed the relationship between the cutting force and the feed. In addition, the data from this study lays the theoretical foundation for optimizations and sets up further experiments aimed at improving understanding of the micro-milling process.

KEYWORDS: Micro milling, finite element method, metal cutting.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nguyên lý gia công micro cũng dựa trên các nguyên lý như gia công truyền thống. Tuy nhiên, do gia công ở kích thước micro nên trong quá trình gia công, các yếu tố công nghệ của phôi, dao có phần khác so với gia công thông thường. Công nghệ gia công vi mô có thể đáp ứng nhiều nhu cầu của các chi tiết vi mô trong các lĩnh vực bao gồm hàng không vũ trụ, ô tô, y sinh, điện tử, thông tin công nghệ, quang học, công nghiệp viễn thông, đồ trang sức, chế tạo đồng hồ…

Có một số vấn đề trong quy trình phay vi mô của vật liệu thép Inconel 718, chẳng hạn như quá trình hóa cứng bề mặt, nhiệt độ gia công cao, mài mòn dụng cụ nhanh và bẻ phoi khó khăn… Do đó, điều quan trọng là nghiên cứu cơ chế phay vi mô của vật liệu Inconel 718. Nhiều học giả trong và ngoài nước đã thực hiện nhiều nghiên cứu về quá trình phay của Inconel 718. Trong số đó, nghiên cứu về độ mòn của dụng cụ và tính toàn vẹn của bề mặt chiếm một phần lớn. Ví dụ, Zheng Wei và cộng sự đã nghiên cứu hiệu suất phay của dụng cụ được phủ, cơ chế hỏng hóc của Inconel 718 và có vẻ như yếu tố ảnh hưởng lớn nhất của lực phay là tốc độ phay. Cao Chengming và cộng sự đã nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số cắt, biến cứng và ứng suất dư trong quá trình phay mặt.

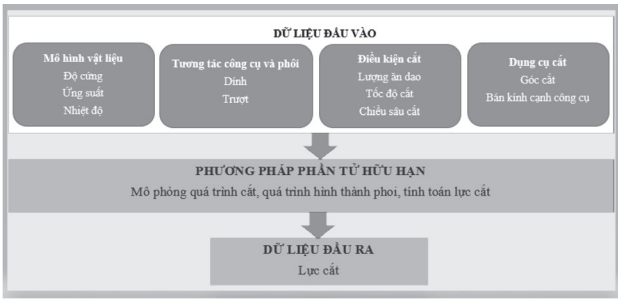
Trong nghiên cứu này, một mô hình FE được xây dựng để mô phỏng lực cắt vi mô sử dụng mô hình vật liệu. Bằng cách thay đổi lần lượt các lượng ăn dao với chiều sâu cắt không đổi, kiểm tra quá trình hình thành phoi dựa trên các lượng ăn dao khác nhau, thể hiện được ảnh hưởng của bán kính cạnh công cụ với chiều sâu cắt ảnh hưởng đến quá trình tạo phoi. Phân tích lực cắt dựa trên các chế độ cắt khác nhau.

2. MÔ HÌNH HÓA QUÁ TRÌNH PHAY MICRO

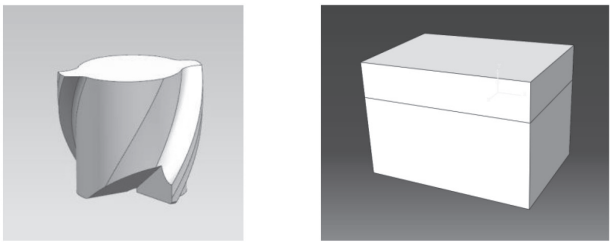
2.1. Mô hình hình học của dụng cụ và phôi

Đầu tiên, mô hình hình học của công cụ và phôi được thiết lập bằng cách sử dụng phần mềm NX. Sau đó, các mô hình được nhập vào phần mềm Abaqus. Đường kính của dao cắt là 500 µm, bán kính cạnh của dao cắt là 5 µm, vật liệu của dụng cụ là cacbua vonfram. Kích thước của phôi là (400×300×300)µm. Vật liệu của phôi là thép Niken Inconel 718. Để cải thiện hiệu quả mô phỏng, giảm thời gian chạy mô phỏng và đảm bảo tính chính xác của kết quả mô phỏng, các mô hình công cụ và phôi được đơn giản hóa

trong mô hình. Mô hình công cụ được hiển thị trong *Hình 2.2a* và mô hình phôi được hiển thị trong *Hình 2.2b*.



Hình 2.1: Sơ đồ khối để dự đoán lực cắt trong phay vi mô từ mô hình FE

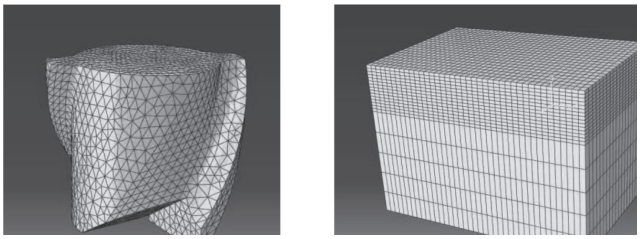


a) *b)*

Hình 2.2: Công cụ và phôi trong mô hình: a) - Công cụ; b) - Phôi

2.2. Chia lưới

Việc chia lưới hợp lý có thể đảm bảo chất lượng của mô phỏng và cũng có thể giảm thời gian chạy mô phỏng. Chỉ nửa phần đầu phôi tham gia vào quá trình phay và biến dạng trong quá trình mô phỏng. Do đó, các lưới cục bộ được tinh chỉnh cho phôi và dao một cách phù hợp. Lưới của dao được thể hiện trong *Hình 2.3a*, lưới của phôi được thể hiện trong *Hình 2.3b*.



a) *b)*

Hình 2.3: Tạo lưới của dụng cụ và phôi: a) - Lưới dụng cụ; b) - Lưới phôi

2.3. Các thông số gia công

Tốc độ trục chính thay đổi qua các lần mô phỏng khác nhau. Chiều sâu cắt a_e không đổi. Nghiên cứu phân tích sự hình thành phoi và lực phay bằng cách chọn các lượng ăn dao khác nhau f_z. Việc lựa chọn tham số phay được thể hiện trong *Bảng 2.1*.

Bảng 2.1. Thông số phay micro

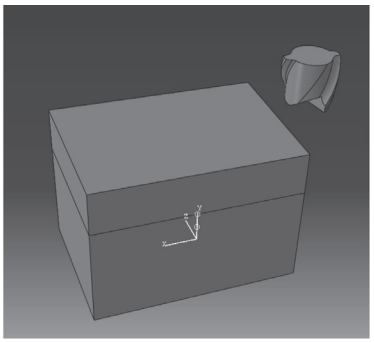
Số lần mô phỏng	Tốc độ trục chính ((v/ph)	Lượng ăn dao (µm/răng)	Chiều sâu cắt (µm)
1	80.000 (v/ph)	0,5 µm/răng	50 µm
2	80.000 (v/ph)	1 µm/răng	50 µm
3	80.000 (v/ph)	1,5 µm/răng	50 µm
4	80,000 (v/ph)	2 µm/răng	50 µm
5	80.000 (v/ph)	3 µm/răng	50 µm
6	80.000 (v/ph)	4 µm/răng	50 µm

2.4. Mô hình tương tác

Chuyển động quay công cụ và chuyển động ăn dao tiến hành cùng một lúc trong quá trình mô phỏng phay. Hướng của chuyển động quay của dụng cụ và hướng ăn dao được thể hiện trong *Hình 2.4*.

Bảng 2.2. Tính chất vật lý của thép Niken Iconel 718

Tính chất	Khối lượng riêng [kg/m3]	Mô-đun đàn hồi [Mpa]	Hệ số Poisson's	Độ dẫn nhiệt [W/m/^{0}K]	Nhiệt dung riêng [J/kg/^{0}C]	Hệ số biến dạng nhiệt
Thép Niken Iconel 718	8.190	725	0,33	6,5	377	0,9

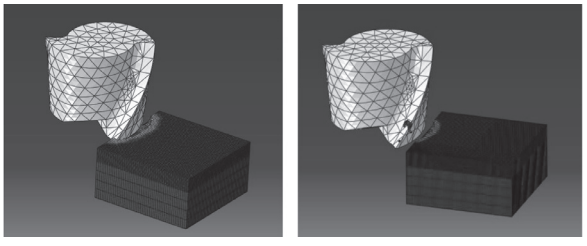


Hình 2.4: Sơ đồ đường dẫn dao

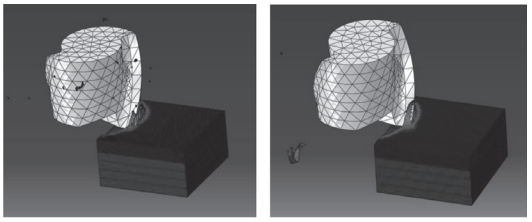
3. PHÂN TÍCH CÁC KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

3.1. Phân tích sự hình thành phoi

Theo các thông số cắt được chỉ ra trong *Bảng 2.1*, mô phỏng phay micro được thực hiện. Sự hình thành phoi của các lượng ăn dao khác nhau được hiển thị trong *Hình 3.1*. Các phân tích kết quả mô phỏng của 6 nhóm trên cho thấy rằng, khi lượng ăn dao là 0,5 µm/răng và 1µm/răng, không có phoi được hình thành, như trong *Hình 3.1a*. Phoi bắt đầu xuất hiện khi lượng ăn dao là 1,5 µm/răng, như trong *Hình 3.1b*. Sự hình thành phoi liên tục trở nên rõ ràng hơn khi lượng ăn dao là 2,0 µm/răng, 3,0 µm/răng và 4,0 µm/răng như trong *Hình 3.1c* hoặc *Hình 3.1d*. Theo kết quả mô phỏng của các lượng ăn dao khác nhau, nó cho thấy sự hình thành phoi trở nên rõ ràng hơn với sự gia tăng của lượng ăn dao.



a) *b)*

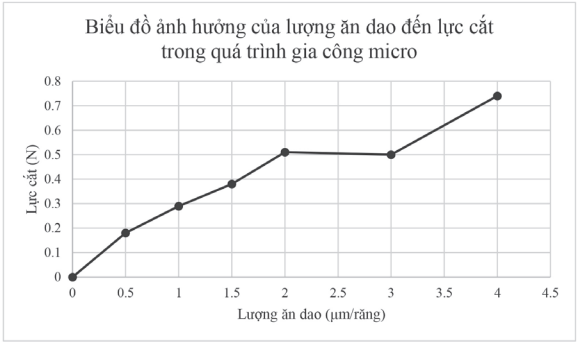


c) d)

Hình 3.1: Các dạng phoi mô phỏng: a) f_z = 0,5 µm/răng và 1,0 µm/răng; b) f_z = 1,5 µm/răng; c) f_z = 2,0 µm/răng; (d) f_z = 3,0 µm/răng và 4,0 µm/răng

3.2. Phân tích lực cắt

Từ biểu đồ ứng suất và biến dạng của phần mềm, ta đưa ra được đồ thị về mối quan hệ giữa giá trị lực cắt và lượng ăn dao. Như chúng ta thấy trong biểu đồ, lực cắt khoảng 0,2 N khi cắt ở lượng ăn dao là 0,5 µm/răng. Lực cắt tăng lên khi cắt với lượng ăn dao là 1 µm/răng. Điều này cho ta thấy, ở cả hai lượng ăn dao này đều không có phoi được tạo ra, hoàn toàn xảy ra hiện tượng chèn, cày, chính vì vậy lực cắt tăng cao.



Hình 3.2: Giá trị lực cắt với lượng ăn dao

Với lượng ăn dao là 1,5 µm/răng, quá trình thoát phoi xảy ra, lực cắt tiếp tục tăng lên mức 0,38 N. Điều này chứng tỏ đã xảy ra quá trình thoát phoi, nhưng vẫn còn hiện tượng chèn, cày, thoát phoi chưa hoàn toàn, vì vậy lực cắt vẫn tăng cao

Với lượng ăn dao là 2 µm/răng, quá trình hình thành phoi xảy ra rõ rệt hơn, lực cắt chững lại tại lượng ăn dao là 3 µm/răng, điều này cho thấy quá trình này đã không còn hiện tượng chèn, cày, vì vậy lực cắt chững lại và có vẻ giảm hơn một chút. Lực cắt tăng cao hơn khi cắt với lượng ăn dao là 4 µm/răng. Điều này cho thấy khi tăng lượng ăn dao trong quá trình gia công, đồng nghĩa với việc tăng lực cắt.

Khi xảy ra hiện tượng mòn dao, lực cắt sẽ theo đó mà tăng đều theo hàm tuyến tính, từ đó đưa ra được đường lối công nghệ cụ thể cho người vận hành máy và kiểm tra dao cụ với từng loại phôi liệu cụ thể.

4. KẾT LUẬN

Hướng đến vật liệu khó cắt điển hình Niken Inconel 718, mô hình phần tử hữu hạn của quá trình phay vi mô đã được xây dựng và phân tích. Kết quả cho thấy rằng, khi các tham số khác được cố định, với sự gia tăng của lượng ăn dao, lực phay cũng sẽ tăng tương ứng. Sự hình thành phoi liên tục ngày càng rõ ràng. Thông số phay vi phù hợp đối với lượng ăn dao là f_z =1,5 µm/z là quá trình bắt đầu hình thành phoi. Nó gợi ý rằng lượng ăn dao tối ưu được chọn phải lớn hơn giá trị tới hạn này. Nên chọn chiều sâu cắt tương đối nhỏ hơn để giảm lực cắt trong quá trình phay vi thực tế của Inconel 718. Các kết luận sau đây có thể được rút ra:

- Vật liệu phôi thép Niken Inconel 718 không đạt được các tham số phay micro cho đến khi lượng ăn dao là f_z = 1,5µm/răng.
- Ứng suất ma sát không đổi được sử dụng trong FE phần nào làm kết quả mô phỏng không sát với thí nghiệm thực tế.
- Việc mô phỏng giúp theo dõi lực cắt trong quá trình gia công, tránh được sự cố công cụ gãy đột ngột, tăng hiệu suất gia công, chất lượng bề mặt ổn định.
- Các vấn đề như chất lượng bề mặt, nhiệt độ trong gia công... cần được nghiên cứu một cách kết hợp để cho ra mô hình mô phỏng FE sát với thực tế; vẫn đang là một đề tài mở để nghiên cứu sâu hơn.

References

[1]. W.H. Zheng (2008), *The machining technology of hard cutting material,* National defence of Industry Press, Beijing.

[2]. W.H. Zheng, Z.Y. Lin, Z.M. Rong (2000), *The Questions and Answers of Hard cutting material technology,* Beijing Press, BeiJing.

[3]. W. Zheng (2012), *Cutting Performance and Failure Mechanisms of Coated Tools when Milling Inconel718, Thesis,* Shandong University.

[4]. C.M. Cao (2010), *Research on the Surface Integrity of High-Speed Milling of Inconel718,* Thesis, Shandong university.

[5]. W.H. Zheng (2008), *The machining technology of hard cutting material*, National defence of Industry Press, Beijing.

[6]. W.H. Zheng, Z.Y. Lin, Z.M. Rong (2000), *The Questions and Answers of Hard cutting material technology*, Beijing Press, BeiJing.

[7]. W. Zheng (2012), C*utting Performance and Failure Mechanisms of Coated Tools when Milling Inconel718*, Thesis, Shandong University.

[8]. C.M. Cao (2010), *Research on the Surface Integrity of High-Speed Milling of Inconel718*, Thesis, Shandong university.

Ngày nhận bài: 11/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 27/4/2023
Người phản biện: TS. Phạm Ngọc Anh
TS. Nguyễn Tường Vi

Cường độ và độ bền hóa học của bê tông sử dụng pozzolan tự nhiên và bột đá vôi

■ **TS. PHẠM VĂN TOÀN(*); ThS. PHẠM THỊ LY**
Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email: (*)toanpv@vimaru.edu.vn

TÓM TẮT: Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của pozzolan tự nhiên và bột đá vôi đối với sự phát triển cường độ và sức kháng của bê tông trong môi trường hóa chất chứa axít. Trong nghiên cứu này, 4 mẫu cấp phối bê tông được sử dụng: bê tông chỉ sử dụng cốt liệu mịn thông thường, bê tông sử dụng pozzolan tự nhiên, sử dụng bột đá vôi thay thế một phần cốt liệu mịn và bê tông sử dụng cả hai thay thế một phần cốt liệu mịn. Tỉ lệ thay thế cốt liệu mịn của pozzolan tự nhiên và bột đá vôi lần lượt là 55% và 5% thể tích cốt liệu mịn. Sau khi đúc, các mẫu bê tông được bọc kín lớp băng dính nhôm tránh thoát hơi nước và bảo quản ở nhiệt độ 20^{0}C cho đến ngày tiến hành thí nghiệm kiểm tra. Đối với thí nghiệm ngâm mẫu trong môi trường hóa chất, các mẫu bê tông sau khi bảo dưỡng 56 ngày được ngâm trong hỗn hợp dung dịch chứa 3% H_2SO_4 and 5% $MgCl_2$, được sử dụng để làm mô hình cho môi trường hóa chất mạnh chứa các ion H^+, SO_4^{2-}, Mg^{2+} và Cl^-. Kết quả thí nghiệm chỉ ra rằng cường độ của bê tông chứa pozzolan tự nhiên cao hơn cường độ của bê tông không chứa pozzolan tự nhiên ở 28 và 91 ngày tuổi. Thêm vào đó, sau 12 tuần ngâm trong hỗn hợp dung dịch, mức giảm cường độ, chiều sâu trung hòa và chiều sâu thấm chloride của bê tông chứa pozzolan tự nhiên có giá trị thấp hơn so với bê tông không chứa pozzolan tự nhiên. Ngược lại, vai trò của bột đá vôi trong quá trình cải thiện cường độ nén và độ bền hóa chất của bê tông là không đáng kể. Hơn nữa, thí nghiệm xác định hàm lượng porlandite $Ca(OH)_2$ trong bê tông chứa pozzolan tự nhiên thấp hơn so với bê tông không chứa pozzolan tự nhiên ở các tuổi bê tông muộn đã chỉ ra rằng, hoạt tính của pozzolan tự nhiên đã góp phần cải thiện cường độ và độ bền của bê tông.

TỪ KHÓA: Pozzolan tự nhiên, bột đá vôi, bê tông, sulfuric axít, magnesium chloride.

ABSTRACT: This study investigates the effect of limestone powder and natural pozzolan as fine aggregate replacement on the strength development and the resistance of concrete to aggressive chemical. In this study, ordinary Portland cement and crushed stone were used as cement and coarse aggregate, respectively, and a water-to-cement ratio of 40% was used in all concrete mixture proportions. Four mixture proportions were designed: concrete using only general fine aggregate and concrete with partial fine aggregate replacement by limestone powder, by natural pozzolan, and by both of them. The replacement ratios of fine aggregate by limestone powder and natural pozzolan were 5% and 55% by volume, respectively. After casting, the specimens were sealed with aluminum adhesive tape and stored at 20^{0}C until the designated test days. For immersion test, specimens cured until the age of 56 days were immersed in mixed solution containing 3% H_2SO_4 and 5% $MgCl_2$, which is intended to simulate an aggressive environment containing H^+, SO_4^{2-}, Mg^{2+} and Cl^- ions. The results show that the compressive strength of concrete containing natural pozzolan was higher than that of concrete without natural pozzolan at the ages of 28 and 91 days. Furthermore, after 12 weeks of immersion in mixed solution, the compressive strength loss, neutralization depth and chloride penetration depth of concrete containing natural pozzolan were lower than those of concretes without natural pozzolan. On the other hand, the role of limestone powder in improvement of compressive strength and resistance of concrete was not prominent. In addition, considering that $Ca(OH)_2$ content in concrete with natural pozzolan were lower than that in concretes without natural pozzolan at later age, the pozzolanic reactivity of natural pozzolan could enhance the compressive strength and the resistance of concrete to aggressive chemical environment.

KEYWORDS: Natural pozzolan, limestone powder, concrete, sulfuric acid, magnesium chloride.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Công nghiệp bê tông hiện nay đang đối mặt với những thách thức mới như yêu cầu giảm năng lương tiêu thụ cho quá trình sản xuất xi măng, khí thải CO_2, cũng như nhu cầu cung ứng vật liệu xây dựng tại chỗ với mục đích giảm giá thành. Do đó, đã có rất nhiều công trình nghiên cứu các phụ gia trong bê tông xi măng như tro bay, silica fume, xỉ than lò cao, pozzolan tự nhiên, bột đá vôi.

Việc sử dụng bột đá vôi trong bê tông, bao gồm sử dụng thay thế xi măng và thay thế cốt liệu khá phổ biến trên toàn thế giới bởi các ưu thế về kinh tế kỹ thuật như cải thiện tính công tác, tăng độ đặc chắc cho vi kết cấu và tăng độ chống thấm của bê tông [1]. Tiêu chuẩn châu Âu (EN 197-1-2000) [2], tiêu chuẩn Mỹ-ASTM C150-04 [3] cho phép sử dụng hàm lượng bột đá vôi trong xi măng từ 5 - 35%. Bê tông chứa bột đá vôi và tro vỏ trấu góp phần nâng

cao cường độ bê tông ở tuổi sớm dưới 3 ngày tuổi theo như báo cáo của Sua-iam và cộng sự [4]. Hơn nữa, việc sử dụng bột đá vôi không chỉ giúp cải thiện chỉ tiêu cơ lý mà còn nâng cao độ bền của bê tông. Z.Makhaloufi và cộng sự [5] đã công bố rằng, việc kết hợp bột đá vôi, pozzolan tự nhiên và xỉ than hoặc silica fume nâng cao tính chất cơ lý và độ bền axít của hỗn hợp vữa xi măng. Bên cạnh đó, H. Paiva [6] đã chỉ ra rằng, việc thay thế một phần xi măng bằng pozzolan tự nhiên góp phần nâng cao cường độ nén của bê tông. M.Garci và cộng sự [7] cũng khẳng định rằng, vữa xi măng sử dụng pozzolan tự nhiên cũng làm tăng tính năng chống axít sulfuric, axít hydrochloric cũng như nâng cao khả năng chống thấm ion sulfate và chloride.

Hiện nay, kết cấu bê tông cũng ngày càng phải đối mặt với môi trường hóa chất tác động mạnh đến tính chất hóa lý của bê tông. Theo những nghiên cứu của M. Bassouni và cộng sự [8], khi tiếp xúc với axít sulfuric, lớp bê tông xi măng bề mặt bị các phản ứng hóa học phân rã thành lớp xốp thành phần là gypsum và ettringite, đây là các sản phẩm có tính giãn nở thể tích cao, có thể gây ra nứt trong kết cấu bê tông xi măng. Một môi trường có tính phá hoại cao đối với kết cấu bê tông xi măng là môi trường chứa ion Mg^{2+}, Cl^- và SO_4^{2-}. Y. Farnam và cộng sự [9] cũng báo cáo khi tiếp xúc với môi trường hóa chất chứa magnesium chloride, bê tông xi măng sẽ bị thay đổi vi cấu trúc do sự phân rã calcium trong các sản phẩm hydrat hóa của xi măng, tạo thành brucite, muối Friedel, magnesium silicate hydrate (M-S-H), magnesium oxychloride. Sự hình thành của M-S-H, đây là vật liệu không có tính liên kết như xi măng sẽ dẫn đến sự giảm cường độ nén của bê tông.

Một dạng môi trường hóa chất gây ăn mòn kết cấu bê tông xi măng rất mạnh nữa đó là môi trường nước biển xâm thực, đặc biệt hơn nữa nó tạo ra các vùng đất nhiễm mặn có tính axít cao (acid sulfate soils). Phạm vi ảnh hưởng của các khu vực nhiễm acid sulfate khá rộng lớn trên khắp thế giới như Australia, Đông Nam Á, Nam Mỹ… [10]. Trong số đó, các ion H^+, SO_4^{2-}, Mg^{2+} và Cl^- được xem là một trong các ion gây phá hoại mạnh nhất đối với bê tông xi măng. Tuy nhiên, có rất ít nghiên cứu về sự phá hoại trên kết cấu bê tông xi măng gây ra bởi các ion này, do vậy những ảnh hưởng của pozzolan tự nhiên và bột đá vôi được sử dụng để thay thế cốt liệu hạt mịn đến độ bền của bê tông trong môi trường hóa chất phá hoại chứa các ion H^+, SO_4^{2-}, Mg^{2+} và Cl^- đã được phân tích, đánh giá trong nghiên cứu này.

2. THÍ NGHIỆM

2.1. Vật liệu

Tính chất lý hóa của các vật liệu xi măng Portland (C), pozzolan tự nhiên, bột đá vôi được sử dụng trong nghiên cứu này được thể hiện trong *Bảng 2.1*. Đá nghiền Crushed quartz porphyry được sử dụng làm cốt liệu trong bê tông. Dung trọng của bột đá vôi và pozzolan tự nhiên lần lượt là 2,11 g/cm^3 và 2,71 g/cm^3. Dung trọng của cốt liệu hạt thô và mịn là 2,61 g/cm^3. Hàm lượng nước thấm nhập trong cốt liệu mịn, cốt liệu thô và pozzolan tự nhiên lần lượt là 1,04, 0,6 và 9,27%. Độ hoạt tính của pozzolan tự nhiên được xác định bằng phương pháp API (assessed pozzolanic-activity index) [11] với giá trị là 14,4 %.

Bảng 2.1. Thành phần hóa học của các vật liệu

Thành phần %	Xi măng (C)	Bột đá vôi (L)	Pozzolan tự nhiên (NP)
SiO_2	20,29	0,189	73,61
Al_2O_3	4,91	-	14,69
Fe_2O_3	2,96	0,057	2,63
CaO	65,05	55,75	2,02
MgO	1,20	-	0,28
SO_3	1,93	0,20	0,066
K_2O	0,39	-	3,.88
Na_2O	0,26	-	2,27
Cl^-	0,006	-	0,061
LOI	2,44	43,91	2,39

2.2. Cấp phối bê tông

Tỉ lệ nước/xi măng là 0,4 và hàm lượng nước là 170 kg/m^3. Tỉ lệ thay thế của bột đá vôi và pozzolan tự nhiên lần lượt là 5% và 55% tính theo thể tích. Các hỗn hợp bê tông được thiết kế có ký hiệu lần lượt (Ref), L5 NP55 và L5NP55. Trong đó, hỗn hợp L5, NP55 và L5NP55 là những hỗn hợp cấp phối có chứa bột đá vôi, pozzolan tự nhiên và chứa đồng thời cả bột đá vôi và pozzolan tự nhiên. Bê tông tham chiếu Ref là hỗn hợp bê tông không chứa bột đá vôi và pozzolan tự nhiên (hàm lượng của bột đá vôi và pozzolan tự nhiên là 0%). Hỗn hợp cấp phối bê tông được thể hiện trong *Bảng 2.2.*

Bảng 2.2. Thành phần cấp phối bê tông

Hỗn hợp	Tỉ lệ nước/ xi măng	Tỉ lệ thay thế theo thể tích của cốt liệu hạt mịn (%)		Hàm lượng (kg/m^3)					
		L (%)	NP (%)	Xi măng	Nước	Cốt liệu hạt mịn			Cốt liệu thô
						L	NP	Đá nghiền	
(Ref)	0,40	0	0	425	170	0	0	758	1.005
L5	0,40	5	0	425	170	39	0	720	1.005
NP55	0,40	0	55	425	170	0	337	341	1.005
L5NP55	0,40	5	55	425	170	39	337	303	1.005

2.3. Các phương pháp thí nghiệm

- Thí nghiệm nén mẫu bê tông được tiến hành trên 3 mẫu ở các tuổi 3, 28 và 91 ngày tuổi.

- Hàm lượng portlandite $Ca(OH)_2$ được đo bằng phương pháp Thermogravimetric analysis (TG-DTA), hàm lượng cốt liệu và hàm lượng xi măng được xác định bằng thí nghiệm hóa học theo khuyến cáo của Kansai và các cộng sự đã công bố [12].

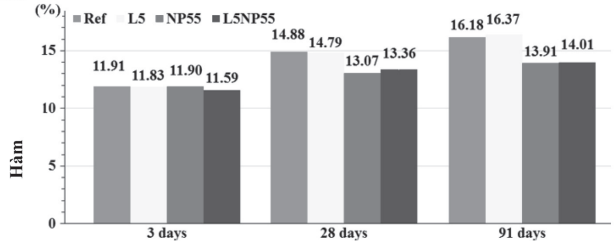
Hàm lượng portlandite $Ca(OH)_2$ được xác định căn cứ vào thí nghiệm hóa học và thí nghiệm TG-DTA.

- Đối với thí nghiệm ngâm mẫu trong dung dịch hóa chất chứa 3% H_2SO_4 and 5% $MgCl_2$, sau 12 tuần ngâm các mẫu thí nghiệm được lấy ra khỏi dung dịch, lau bằng giấy khô, sau đó để khô trong không khí 30 phút trước khi tiến hành thí nghiệm nén. 3 mẫu nén được tiến hành thí nghiệm để xác định cường độ của mẫu. Độ giảm cường độ nén của mẫu được xác định căn cứ vào cường độ nén của mẫu bê tông tương tự ngâm trong nước tinh khiết. Thí nghiệm mẫu được xác định dựa trên Tiêu chuẩn ASTM C267-01[13].

3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hàm lượng porlandite $Ca(OH)_2$

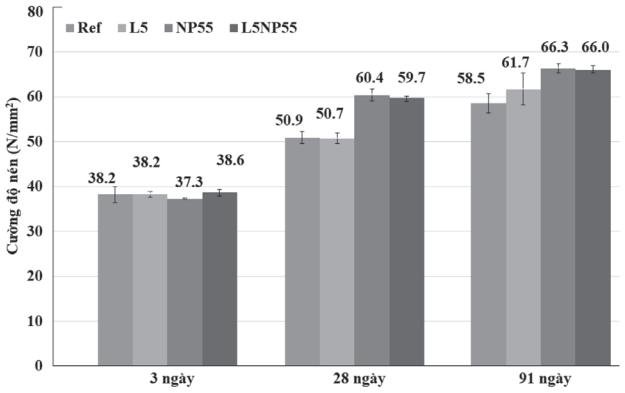
Hàm lượng $Ca(OH)_2$ trong các mẫu bê tông các tuổi 3, 28 và 91 ngày được thể hiện trên *Hình 3.1*. Có thể thấy rằng ở 3 ngày tuổi không có sự khác biệt hàm lượng $Ca(OH)_2$ trong bê tông chứa pozzolan tự nhiên L5NP55 và NP55 với các cấp phối bê tông khác (Ref), L5. Tuy nhiên, ở các mẫu 28 và 91 ngày tuổi, hàm lượng $Ca(OH)_2$ trong các cấp phối bê tông chứa pozzolan tự nhiên thấp hơn đáng kể so với hàm lượng $Ca(OH)_2$ trong các cấp phối bê tông khác. Sự giảm hàm lượng $Ca(OH)_2$ ở các tuổi muộn cho thấy rằng các phản ứng pozzolanic giữa xi măng và pozzolan tự nhiên đã diễn ra làm tiêu hao $Ca(OH)_2$ trong bê tông chứa pozzolan tự nhiên, để tạo thành các sản phẩm calcium silicate hydrates (C-S-H). Trong khi đó, sự khác biệt không đáng kể hàm lượng $Ca(OH)_2$ trong các mẫu bê tông chứa bột đá vôi L5 với mẫu bê tông tham chiếu Ref cũng đã chỉ ra rằng ảnh hưởng của bột đá vôi đối với quá trình thủy hóa của xi măng là rất nhỏ.



Hình 3.1: Hàm lượng % Portlandite ($Ca(OH)_2$ (g/100 g xi măng đã thủy hóa) trong hỗn hợp bê tông 3, 28 và 91 ngày tuổi

3.2. Cường độ nén

Cường độ nén của các mẫu bê tông được thể hiện trên *Hình 3.2*. Kết quả cho thấy ở 3 ngày tuổi, cường độ nén của bê tông chứa pozzolan tự nhiên bao gồm NP55 và L5NP55 xấp xỉ bằng với bê tông tham chiếu Ref và bê tông chứa bột đá vôi L5. Tuy nhiên, ở các tuổi muộn (28 và 91 ngày tuổi), cường độ nén của bê tông chứa pozzolan tự nhiên cao hơn đáng kể so với cường độ nén của bê tông không chứa pozzolan tự nhiên (khoảng 13 - 20%). Điều này có thể được giải thích bằng nguyên nhân sau. Do đã xảy ra phản ứng Pozzolanic giữa xi măng và pozzolan tự nhiên tạo ra thêm các sản phẩm calcium silicate hydrates (C-S-H), đây là các sản phẩm tương tự như sản phẩm thủy hóa của xi măng, dẫn đến cải thiện cường độ nén của bê tông sau 28 và 91 ngày dưỡng hộ.



Hình 3.2: Cường độ nén của bê tông sau 3, 28 và 91 ngày tuổi

3.3. Độ bền của bê tông ngâm trong hỗn hợp dung dịch H_2SO_4 và $MgCl_2$

3.3.1. Cường độ nén

Sau 12 tuần ngâm trong hỗn hợp dung dịch, cường độ nén của mẫu được tiến hành theo hướng dẫn thí nghiệm của Tiêu chuẩn ASTM C267-01 [13].

Cường độ nén của mẫu bê tông ngâm trong hỗn hợp dung dịch và ngâm trong nước tinh khiết trong 12 tuần được ghi trong *Bảng 3.1*. Có thể thấy rằng, cường độ nén của bê tông chứa pozzolan tự nhiên NP55 và L5NP55 cao hơn đáng kể so với cường độ của bê tông không chứa pozzolan tự nhiên Ref và L5.

Bảng 3.1. Cường độ bê tông sau 12 tuần ngâm trong hỗn hợp dung dịch và nước tinh khiết

Cấp phối	Cường độ nén (N/mm^2)	
	Nước tinh khiết (C_w)	Hỗn hợp dung dịch (C_t)
(Ref)	59,4	42,8
L5	62,5	44,0
NP55	70,4	54,3
L5NP55	68,3	52,0

Mức độ giảm cường độ nén (%) của bê tông sau khi bị phá hoại được tính toán căn cứ vào cường độ của bê tông ngâm trong nước tinh khiết theo công thức:

$$\text{Mức độ giảm cường độ (\%)} = \frac{C_w - C_t}{C_W} x100$$

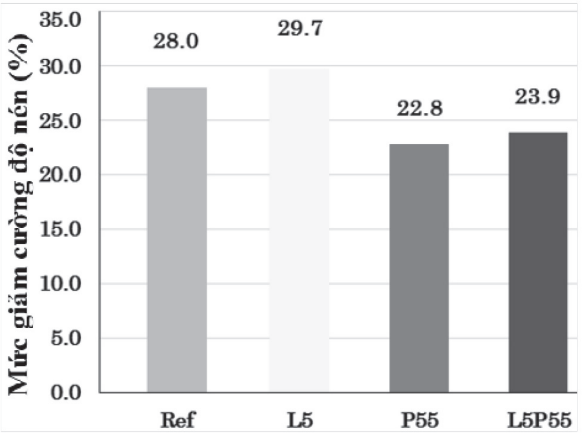
Trong đó: C_t - Cường độ nén của mẫu bê tông ngâm trong hỗn hợp dung dịch sau thời gian t (N/mm^2);

C_w - Cường độ nén của mẫu bê tông ngâm trong nước tinh khiết sau thời gian t (N/mm^2).

Mức độ giảm cường độ của các mẫu bê tông được thể hiện trên *Hình 3.4*.

Theo như số liệu trên *Hình 3.4*, mức độ giảm cường độ bê tông cao nhất được ghi nhận đối với bê tông chứa bột đá vôi L5 với 29,7%, trong khi đó bê tông chứa pozzolan tự nhiên NP55 có mức độ giảm cường độ thấp nhất là 22,8%. Rõ ràng, việc sử dụng pozzolan tự nhiên có thể cải thiện sức kháng của bê tông đối với sự phá hoại của hỗn hợp dung dịch chứa axít sulfuric và magnesium chloride. Lý do mức độ giảm cường độ của bê tông chứa pozzolan tự nhiên thấp hơn so với các cấp phối bê tông khác là do hàm

lượng Portlandite $Ca(OH)_2$ là chất rất dễ tham gia phản ứng hóa học trong hỗn hợp dung dịch ngâm mẫu, hơn nữa với sự hình thành của cá sản phẩm calcium silicate hydrates (C-S-H) làm giảm các lỗ rỗng nhỏ trong hệ thống vi cấu trúc mạng bê tông xi măng, làm vi cấu trúc đặc chắc hơn, góp phần ngăn cản sự thâm nhập của các ion nguy hại đối với cấu trúc bê tông xi măng. Ngược lại, bê tông L5 có mức độ giảm cường độ lớn nhất là do hàm lượng cao portlandite và đá vôi, là các chất rất dễ tham gia phản ứng hóa học với hỗn hợp dung dịch.



Hình 3.4: Mất mát cường độ nén trong bê tông sau 12 tuần ngâm trong hỗn hợp dung dịch hóa chất.

4. KẾT LUẬN

Căn cứ vào các kết quả thí nghiệm đã được phân tích, hiệu quả của việc sử dụng pozzolan tự nhiên và bột đá vôi thay thế một phần cốt liệu hạt mịn trong bê tông trong quá trình phát triển cường độ và độ bền kháng môi trường chứa các ion H^+, SO_4^{2-}, Mg^{2+} và Cl^- được kết luận một số điểm như sau:

- Nhờ hoạt tính pozzolanic của pozzolan tự nhiên, bê tông sử dụng pozzolan tự nhiên thay thế một phần cốt liệu hạt mịn có cường độ nén cao hơn so với bê tông tham chiếu Ref không chứa pozzolan tự nhiên ở các tuổi muộn (sau 28 ngày dưỡng hộ).

- Việc sử dụng pozzolan tự nhiên thay thế một phần cốt liệu hạt mịn góp phần tăng sức kháng chống lại sự tấn công của môi trường hóa chất phá hoại có chứa các ion H^+, SO_4^{2-}, Mg^{2+} và Cl^-.

- Ảnh hưởng của bột đá vôi thay thế một phần cốt liệu hạt mịn trong quá trình phát triển cường độ của bê tông là không đáng kể.

- Việc sử dụng bột đá vôi trong bê tông xi măng có thể gây ra sự giảm cường độ của bê tông ngâm trong môi trường chứa nồng độ cao các ion H^+, SO_4^{2-}, Mg^{2+} và Cl^-.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong Đề tài mã số DT22-23.76.

Tài liệu tham khảo

[1]. ui Wang, Caijun Shi, Nima Farzadnia, Zhenguo Shi, Huangfei Jia (2018), *A review on effects of limestone powder on the properties of concrete,* Construction and Building Materials, vol.192, pp.153-166.

[2]. European Committee for Standardization EN 197-1 (2000), *Cement - part 1, composition, specifications and uniformity criteria for common cements, Belgium.*

[3]. American standard ASTM C150-04, *Standard Specification for Portland Cement.*

[4]. Sua-iam, N. Makul (2013), *Utilization of limestone powder to improve the properties of self-compacting concrete incorporation high volume of untreated rice husk ash as fine aggregate,* Construction and Building Materials, vol.38, pp.455-64.

[5]. Z. Makhaloufi, T. Bouziani, M. Hadjoudja, M. Bederina (2014), *Durability of limestone mortars based on quaternary binders subjected to sulfuric acid using drying-immersion cycles,* Construction and Building Materials, vol.71, pp.579-88.

[6]. H. Paiva, A.Silva, A. Velosa, P. Cachim, V. Ferreira (2017), *Microstructure and hardened state properties on pozzolan-containing concrete,* Construction and Building Materials, vol.140, pp.374-384.

[7]. M.Garci, S.Kenai, E.Meziane (2006), *Mechanical and durability properties of cement mortar with Algerian natural pozzolan,* Journal Materials Science, vol.41, pp.6965-72.

[8]. M.Bassouni, M.Nehdi (2007), *Resistance of self-consolidating concrete to sulfuric acid attack with consecutive pH reduction,* Cement and Concrete Research, vol.37 (7), pp.1070-84.

[9]. Y. Farnam, A.Wiese, D. Bentz, J. Davis, J.Weiss (2015), *Damage development in cementitious material exposed to magnesium chloride deicing salt,* Construction and Building Materials, vol.93, pp.384-92.

[10]. S. Mattbäck, A. Boman, P. Österholm (2017), *Hydrogeochemical impact of coarse-grained post-glacial acid sulfate soil materials,* Geoderma. vol.308, pp.291-301.

[11]. T. Yamamoto, T. Kanazu, M. Nambu, T. Tanosaki (2006), *Pozzolanic reactivity of fly ash-API method and K-value,* Fuel, vol.85, pp.2345-2351.

[12]. Y. Kasai, K.Matsui (1996), *Study on determination of cement content test method with sodium gluconate Review of the 40th general meeting,* Technical session, pp.214-217.

[13]. ASTM C267-01 (2012), *Standard test methods for chemical resistance of mortars, grouts and monolithic surfacing and polymer concretes.*

Ngày nhận bài: 02/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 15/4/2023
Người phản biện: PGS. TS. Lê Thị Hương Giang
TS. Đoàn Như Sơn

Xây dựng biên dạng bề mặt quang học trước của kính áp tròng đa tiêu sử dụng đường cong NURBS

■ **TS. VŨ THỊ LIÊN**(*)
Trường Đại học Phenikaa
■ **TS. HOÀNG TIẾN ĐẠT; PGS. TS. VŨ NGỌC PI; TS. NGUYỄN THỊ QUỐC DUNG**
Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp (Đại học Thái Nguyên)
Email: (*)lien.vuthi@phenikaa-uni.edu.vn

TÓM TẮT: Nghiên cứu này phát triển phương pháp sử dụng đường cong tham số NURBS (Non Uniform Rational B-Spline) để nội suy biên dạng bề mặt quang học của kính áp tròng đa tiêu dùng cho người bị lão thị. Loại kính áp tròng này cho phép người bị lão thị có thể nhìn rõ các vật thể ở bất kỳ khoảng cách nào, ví dụ như đọc sách, làm việc với máy tính hoặc lái xe. Đặc biệt với những người lái xe thì kính áp tròng không những cung cấp khả năng quan sát tốt hơn mà còn giảm được tác động của môi trường bên ngoài như có hơi ẩm hoặc ánh sáng chiếu trực tiếp vào mắt. Với một phân bố quang học cho trước, sử dụng định luật Snell, tọa độ chính xác của các điểm trên biên dạng quang học mặt trước của kính hoàn toàn được xác định. Đường cong NURBS được áp dụng để xấp xỉ các điểm dữ liệu rời rạc này với mục tiêu biên dạng mặt trước của kính là trơn và đảm bảo được phân bố công suất quang học như yêu cầu. Ba tham số của đường cong NURBS bậc ba là tọa độ điểm điều khiển, trọng số và giá trị nút được tính toán tối ưu. Kết quả mô phỏng cho thấy công suất quang học của kính đa tiêu mềm sử dụng đường cong NURBS phù hợp với yêu cầu thiết kế. Phương pháp đề xuất có thể áp dụng khả thi trong các thiết kế thấu kính có phân bố quang học phức tạp.

TỪ KHÓA: Kính áp tròng đa tiêu, lão thị, công suất quang học, NURBS.

ABSTRACT: This study has developed a method using the NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline) parameter curve to fit the optical surface profile of multifocal contact lens. Multifocal contact lenses allow presbyopic people to see objects at any distance such as reading, working with a computer, or driving. Especially for drivers, contact lenses not only provide better visibility, but also reduce the impact of environments with moisture or direct light on the eyes. For a given optical distribution, the exact coordinates of points on the front optical profile of the lens are completely determined by using Snell's law. Since these points are discretely defined, the NURBS curve is used to fit these data points to ensure that the front optical profile of the contact lens is smooth and still maintains the given optical power distribution. To determine the third-order NURBS curve, three parameters of the NURBS curve, namely weights, control points and nodes, are optimized by the simulation annealing (SA) algorithm. The simulation results show that the optical power of the soft multifocal lens is consistent with the original design requirements. NURBS curves can be applied feasibly in lens designs with complex optical distributions.

KEYWORDS: Multifocal contact lens, presbyopia, optical power, NURBS.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lão thị là tình trạng suy giảm thị lực một cách tự nhiên của con người sau tuổi 40 [1, 2]. Hiện nay, số người bị lão thị ngày một tăng nhanh và việc lựa chọn sử dụng kính áp tròng đa tiêu để chữa tật lão thị đã trở nên phổ biến vì kính áp tròng không chỉ mang lại khả năng quang học tốt mà còn tạo sự thoải mái và thời trang khi đeo [2-5]. Loại kính đa tiêu này cho phép người đeo quan sát ở mọi khoảng cách từ gần tới xa (ví dụ như đọc sách, dùng máy tính, lái xe…) không bị nhảy ảnh [4-8]. Thông thường, thiết kế của kính áp tròng thường được chia làm ba vùng: vùng quang học ở giữa, vùng ngoại biên không có chức năng quang học chỉ có chức năng tạo bám dính cho kính lên giác mạc và tạo sự thoải mái và vùng mép kính được thiết kế sao cho kính không làm xước giác mạc [9-11]. Nghiên cứu này tập trung vào thiết kế vùng quang học của kính hay cụ thể là thiết kế bề mặt quang học phía trước của kính [7-11].

Tương tự như kính áp tròng thông thường, bề mặt quang học của kính áp tròng đa tiêu được xác định dựa trên công suất quang học đã cho [7-11]. Nghiên cứu [11] đã đề xuất một phương pháp toàn diện để thiết kế kính áp tròng đa tiêu sử dụng định luật Snell, trong đó tọa độ của các điểm trên biên dạng mặt quang học trước của kính được tính toán chính xác theo phân bố công suất quang học và biên dạng mặt quang học phía sau đã cho trước. Tuy nhiên, sau khi khi tính toán thì những điểm này là rời rạc và nếu không xem xét bài toán nội suy một cách nghiêm túc thì có thể dẫn tới biên dạng kính có nhiều điểm uốn, điều đó sẽ gây ra biến đổi lớn của công suất quang học vì bán kính cong của kính tỷ lệ với công suất quang học. Do đó, nghiên cứu này đề xuất việc sử dụng đường cong NURBS [12-13] bậc ba để xấp xỉ với các điểm rời rạc đó.

Như phân tích ở trên, ngoài vấn đề xấp xỉ giữa đường cong thiết kế NURBS và các điểm trên biên dạng kính, một

vấn đề khác cũng cần xem xét đến đó là việc xấp xỉ tâm cong của các điểm trên đường NURBS với tâm cong của các điểm vừa xây dựng điểm để đồng thời đảm bảo có biến dạng kính trơn và phân bố công suất quang học như mong muốn. Để giải bài toán tối ưu hai mục tiêu này, 3 tham số bao gồm tọa độ của các điểm điều khiển, trọng số và giá trị nút của đường cong NURBS sẽ đươc tính toán tối ưu bằng thuật toán mô phỏng ủ kim loại (Simulated Annealing) [14-16]. Sau khi tối ưu hóa, mô hình 3D của kính áp tròng được sử dụng để mô phỏng quang học. Kết quả mô phỏng cho thấy phân bố quang học của thiết kế hoàn toàn phù hợp với yêu cầu thiết kế. Như vậy, tính khả thi của phương pháp đề xuất đã được chứng minh.

2. ĐƯỜNG CONG THAM SỐ NURBS

NURBS là một hàm toán học rất linh hoạt thường được sử dụng trong các ứng dụng CAD với rất nhiều ưu điểm và là một công cụ thiết kế hữu dụng, đặc biệt là khả năng có thể biểu diễn cho một số đường cong đơn giản như vòng tròn [12] trong khi các đường cong tự do khác như B-spline không thể làm được. Vì vậy, đường NURBS hoàn toàn phù hợp khi sử dụng vào thiết kế kính áp tròng đa tiêu khi mà biên dạng của một số vùng là biên dạng mặt cầu hoặc phi cầu. Đường NURBS được định nghĩa như sau [12]:

$$C(u) = \frac{\sum_{i=1}^{h} N_{i,p}(u) w_i P_i}{\sum_{i=1}^{h} N_{i,p}(u) w_i} \quad ; \ (0 \le u \le 1) \tag{1}$$

Trong đó: P_1, P_2, …,P_h - Những điểm điều khiển với *h* điểm điều khiển, w_1, w_2, …,w_h - Các trọng số; $N_{i,P}(u)$ - Hàm cơ sở B-spline thứ *i*; *p* - Bậc của đường cong NURBS; *u* - Giá trị nút với vector nút U:

$$U = \left\{ \underbrace{0,\ldots,0}_{p+1}, u_{p+2},\ldots,u_{h+1}, \underbrace{1,\ldots,1}_{p+1} \right\} \tag{2}$$

Hàm cơ sở B-pline, $N_{i,P}(u)$:

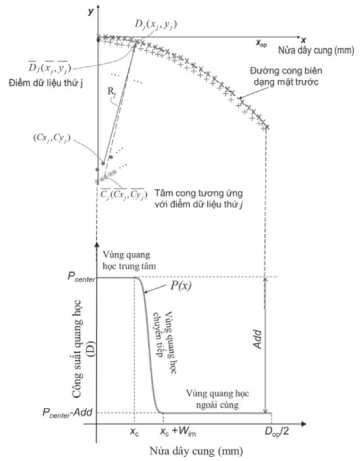
$$N_{i,0}(u) = \begin{cases} 1 & if \ u_i \le u \le u_{i+1} \\ 0 & u \notin [u_i \quad u_{i+1}] \end{cases}$$
$$N_{i,p}(u) = \frac{u - u_i}{u_{i+p} - u_i} N_{i,p-1}(u) + \frac{u_{i+p+1} - u}{u_{i+p+1} - u_{i+1}} N_{i+1,p-1}(u) \tag{3}$$

3. HÀM MỤC TIÊU

Trong nghiên cứu này, kính áp tròng là thấu kính đối xứng và quay quanh trục đi qua tâm kính, vì vậy việc thiết kế sẽ tiến hành đối với biên dạng kính trong vùng quang học để đáp ứng yêu cầu của mắt người dùng. Để kính được đeo phù hợp với mắt người, biên dạng mặt quang học sau của kính là một đường cong cơ sở (hình cầu/phi cầu) được xác định dựa trên biên dạng giác mạc của mắt người và vật liệu của kính (cứng/mềm). Vì vậy, phân bố quang học của kính sẽ được quyết định bởi biên dạng mặt quang học trước của kính. Biên dạng này là đường cong NURBS được xây dựng để tạo ra ba vùng quang học tương ứng với một hàm phân bố công suất quang học P(x) (đơn vị là D hay diopters) của kính từ tâm tới vùng ngoài rìa vùng quang học cho trước như trong nghiên cứu [8] được biểu diễn trên *Hình 3.1*. Trong đó, vùng trung tâm điều chỉnh tầm nhìn gần, vùng ngoài cùng điều chỉnh tầm nhìn xa và ngược lại. Công suất quang trong vùng trung gian thay đổi dần từ vùng trung tâm và vùng ngoài.

Trong nghiên cứu [11], định luật Snell đã được áp dụng để tính toán được tọa độ của các điểm $\overline{D}_j(\bar{x}_j, \bar{y}_j)$ trên biên dạng mặt quang học phía trước của kính và tâm cong tương ứng với các điểm này là $\bar{C}_i(\overline{Cx}_j, \overline{Cy}_j)$, được biểu diễn như trên *Hình 3.1*. Trong đó: *j* =1: *m* và *m* là số điểm dữ liệu từ tâm thấu kính đến rìa vùng quang học. Các điểm dữ liệu $\overline{D}_j(\bar{x}_j, \bar{y}_j)$(đánh dấu +) và tâm cong $\bar{C}_i(\overline{Cx}_j, \overline{Cy}_j)$(đánh dấu *) vừa xác định được thể hiện trên *Hình 3.1*. Sau đó, một đường cong NURBS bậc ba được chọn để xấp xỉ với các điểm dữ liệu này nhằm tạo ra một biên dạng mặt quang học trước của kính nhằm cong trơn. Do đó, hàm mục tiêu đầu tiên trong nghiên cứu này là tối thiểu sai số bình phương trung bình (RMSE) giữa các điểm D_j (x_j, y_j) trên đường cong NURBS và các điểm dữ liệu $\overline{D}_j(\bar{x}_j, \bar{y}_j)$.

$$J_D = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{m} (D_j - \overline{D}_j)^2}{m}} \quad ; \ (j = 1:m) \quad \rightarrow \text{Min} \tag{4}$$



Hình 3.1: Xấp xỉ đường cong NURBS với các điểm trên biên dạng mặt quang học trước của kính

Ngoài ra, để đảm bảo phân bố quang học của kính khi sử dụng đường cong NURBS không thay đổi so với yêu cầu thiết kế ban đầu thì sai số bình phương trung bình giữa tâm cong Ci(C_{xi},C_{yi}) của các điểm trên đường cong NURBS và tâm cong $\bar{C}_i(\overline{Cx}_i, \overline{Cy}_i)$ của điểm dữ liệu tương ứng phải được tối thiểu. Hàm mục tiêu thứ 2 được biểu diễn như sau:

$$J_C = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{m} (C_j - \overline{C}_j)^2}{m}} \quad ; \ (j = 1:m) \quad \rightarrow \text{Min} \tag{5}$$

Các phương trình (4) và (5) là hai hàm mục tiêu, vì vậy bài toán tối ưu hai mục tiêu cần được giải quyết trong nghiên cứu này. Để đơn giản hóa bài toán, phương pháp tổng trọng số [14] được áp dụng để đưa hàm hai mục tiêu về một hàm mục tiêu với các trọng số là α và β như sau:

$$J = \alpha J_D + \beta J_C \quad \rightarrow \text{Min} \tag{6}$$

Mức độ ưu tiên của các trọng số này có thể được xác định bằng cách xem xét vai trò của các hàm mục tiêu. Sai số vị trí của điểm dữ liệu và sai số vị trí của tâm cong đều có vai trò ảnh hưởng như nhau tới công suất quang học của kính. Do đó, các hệ số trọng số của hai hàm mục tiêu được

xem xét như nhau, hay $\alpha = \beta = 0,5$. Phương trình (6) có thể được viết lại như sau:

$$J = 0,5J_D + 0,5J_C \rightarrow \text{Min} \text{ với các ràng buộc:}$$

$$0 \le w_i \le 1 \text{ và } u_{i-1} < u_i < u_{i-1} \quad (7)$$

Như đã đề cập trong nghiên cứu [7-11], đoạn thẳng P_1P_2 nối hai điểm điều khiển đầu của đường cong P_1 và P_2 phải vuông góc với trục của kính để đảm bảo đường cong phía trước trơn tại điểm đỉnh mặt trước của kính. Do đó, ràng buộc này được thêm vào để tối ưu hóa, trong đó tọa độ (x, y) của P_1 là (0, 0) và tọa độ Y của P_2 là 0.

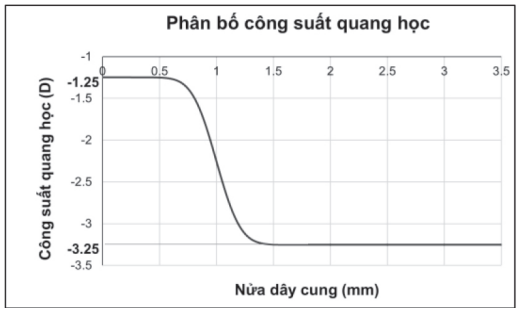
Để tối thiểu hóa hàm mục tiêu có trọng số, thuật toán tối ưu hóa phi tuyến, thuật mô phỏng ủ kim loại (Simulated Annealing) [15-16] được áp dụng trong nghiên cứu này. Phần tính toán thiết kế được thực hiện trên các phần mềm tính toán như Matlab, khi giá trị sai số công suất quang học lớn nhất nằm trong giới hạn cho phép (nhỏ hơn 0,2 D), biên dạng đường cong NURBS được chấp nhận. Cùng với biên dạng mặt sau của kính, mô hình 3D được tạo ra để mô phỏng phân bố quang học của kính trên phần mềm quang học (cụ thể là phần mềm Zemax). Sau khi phân tích kết quả mô phỏng quang học đạt yêu cầu thì thiết kế kính áp tròng đa tiêu này hoàn toàn có thể đưa đi sản xuất ra sản phẩm thật.

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

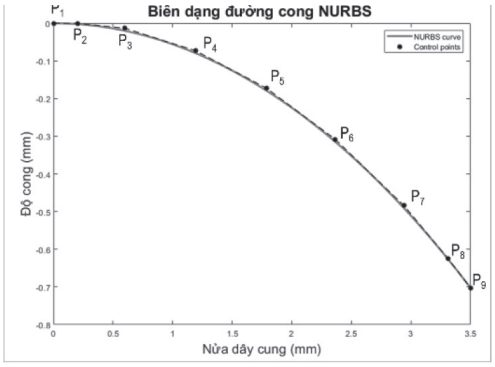
Với mục đích chứng minh tính khả thi của phương pháp vừa đề xuất để thiết kế kính áp tròng đa tiêu có biên dạng cong trơn và đảm bảo được phân bố quang học như yêu cầu, một kính áp tròng đa tiêu với ba vùng quang học, trong đó: vùng trung tâm là vùng quan sát xa, vùng ngoài là vùng quan sát gần có công suất đồng nhất và vùng trung gian kết nối từ vùng quan sát từ xa tới gần đã được tính toán và mô phỏng. Thông số thiết kế của kính được mô tả trong *Bảng 4.1*, đây là loại kính mềm làm từ vật liệu HEMA với chiết quang n =1,41.

Bảng 4.1. Thông số thiết kế cho trước của kính áp tròng đa tiêu mềm

Công suất quang học vùng trung tâm P_c (D)	Công suất quang học tăng thêm A_{dd} (D)	Bán kính đường cong cơ sở R_b (mm)	Đường kính toàn bộ vùng quang học D_{op} (mm)	Độ dày tâm kính t_c (mm)	Bán kính vùng trung tâm x_c (mm)	Độ rộng vùng chuyển tiếp W_{im} (mm)
-1,25	-2,0	8,6	7,0	0,1	0,5	1,0

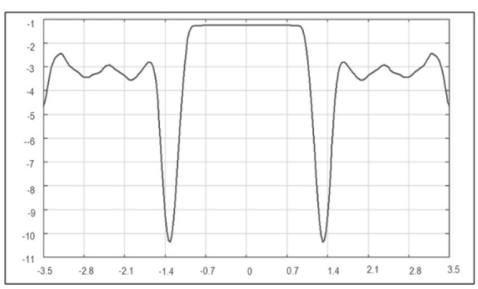


Hình 4.1: Yêu cầu về phân bố công suất quang học của kính áp tròng đa tiêu

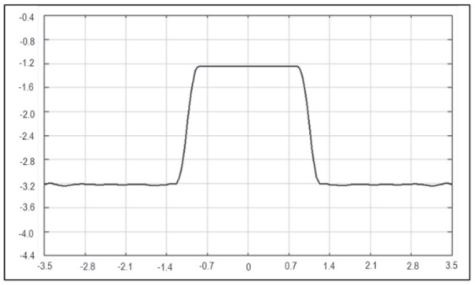


Hình 4.2: Biên dạng đường cong NURBS với các điểm điều khiển

Theo các thông số thiết kế như trên, đường cong phân bố công suất quang học của kính được xây dựng bằng cách sử dụng các phương trình (6) và (7) trong [8] như trên *Hình 4.1*. Dựa theo yêu cầu phân bố quang học như trên *Hình 4.1*, phương trình (35) và (36) trong [11] được áp dụng để tính toán các điểm trên biên dạng mặt trước của kính dựa trên các thông số và yêu cầu cho trước. Để tạo ra một biên dạng kính cong trơn và thỏa mãn yêu cầu về phân bố quang học thì đường cong NURBS được sử dụng để xấp xỉ với các điểm dữ liệu trên biên dạng kính. Ở nghiên cứu này, đường cong NURBS thiết kế với 9 (h = 9) điểm điều khiển nhằm đảm bảo độ linh hoạt của đường cong, giảm biến số và thời gian tính toán tối ưu. Thuật toán mô phỏng ủ kim loại được áp dụng để tối ưu ba tham số bao gồm tọa độ điểm điều khiển, trọng số và giá trị nút để cực tiểu hóa hàm mục tiêu với các ràng buộc nêu ra ở phần trước. Kết quả tính toán đường cong NURBS được biểu diễn trên *Hình 4.2* và kính áp tròng đa tiêu được tạo ra ở dạng 3D để tiến hành mô phỏng kiểm tra phân bố quang học. Kết quả mô phỏng quang học được thể hiện bằng phân bố quang học của kính như trên *Hình 4.3*. *Hình 4.3a* thể hiện phân bố quang học của kính áp tròng đa tiêu không sử dụng đường cong NURBS, trong đó vùng quang học trung tâm vẫn đảm bảo được tính đồng nhất nhưng có bước nhảy lớn giữa vùng quang học trung tâm và vùng quang học ngoài cùng. Lỗi này gây ra do đường cong nội suy tự động từ phần mềm CAD đã bị uốn tại những điểm nối giữa các vùng quang học. Vì vậy, thiết kế kính này không đáp ứng được yêu cầu về quang học. Ở *Hình 4.3b*, phân bố quang học hoàn toàn phù hợp với yêu cầu thiết kế về giá trị cũng như phân bố. Vùng quang học trung tâm (nhìn xa) và vùng quang học ngoài cùng (nhìn gần) được duy trì ở giá trị không đổi theo yêu cầu và công suất quang học vùng chuyển tiếp giảm dần dần liên tục.



a)



b)

Hình 4.3: Phân bố công suất quang học: a) Kính không xây dựng bằng đường cong NURBS, b) Kính được xây dựng bằng đường cong NURBS

Từ kết quả trên, phương pháp được đề xuất ngoài việc mang lại bề mặt kính cong trơn còn đáp ứng được phân bố quang học liên tục giữa vùng nhìn gần và vùng nhìn xa.

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã đề xuất phương pháp thiết kế bề mặt quang học của kính áp tròng đa tiêu sử dụng đường cong NURBS. Nhằm mang lại một bề mặt kính cong trơn và thỏa mãn phân bố quang học phức tạp của kính, hàm mục tiêu đã xây dựng với các ràng buộc phù hợp để tối ưu ba tham số của đường cong NURBS là tọa độ các điểm điều khiển, trọng số và giá trị nút. Kết quả mô phỏng quang học của kính áp tròng đa tiêu đã chứng minh được ưu điểm của phương pháp này khi mà phân bố công suất quang từ mô phỏng hoàn toàn phù hợp yêu cầu. Do đó, phương pháp thiết kế vừa đề xuất hoàn toàn có thể áp dụng cho việc thiết kế các loại kính áp tròng đa tiêu với phân bố quang học tùy ý cho trước.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia Việt Nam (NAFOSTED), số 107.01-2018.317.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả xin gửi lời cảm ơn tới Quỹ Nafosted đã tài trợ kinh phí và Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên đã hỗ trợ đề tài.

Tài liệu tham khảo

[1]. D. A. Atchison and G. Smith (2000), *Optics of the Human Eye*, Butterworth Heinemann.

[2]. R. Legras and D. Rio (2017), *Simulation of commercial vs theoretically optimised contact lenses for presbyopia*, Ophthalmic Physiol Opt 37(3), 297-304.

[3]. E. S. Bennett (2019), *13 - Bifocal and Multifocal Contact Lenses*, In Contact Lenses (6th ed), A. J. Phillips and L. Speedwell, London, Elsevier, 265-288.

[4]. J. Alonso, J. Gómez-Pedrero and J. Quiroga (2019), *Multifocal Lenses*, In Modern Ophthalmic Optics, Cambridge: Cambridge University Press, 255-328.

[5]. L. Remón, Pablo Pérez-Merino, R. J. Macedo-de-Araújo, A. I. Amorim-de-Sousa and J. M. González-Méijome (2020), *Bifocal and Multifocal Contact Lenses for Presbyopia and Myopia Control*, Journal of Ophthalmology 2020, 1-18.

[6]. E. Kim, R. C. Bakaraju and K. Ehrmann (2017), *Power Profiles of Commercial Multifocal Soft Contact Lenses*, Optom Vis Sci 94(2), 183-196.

[7]. Lien T. Vu, C. C. A. Chen and Y. T Qiu (2016), *Optimization of aspheric multifocal contact lens by spline curve*, Proc. SPIE. 10021.

[8]. Lien T. Vu, C. C. A. Chen and P. J. T. Shum (2017), *Analysis on multifocal contact lens design based on optical power distribution with NURBS*, Appl. Opt 56(28), 7990-7997.

[9]. Lien T. Vu, C. C. A. Chen and C. W. Yu (2018), *Optical design of soft multifocal contact lens with uniform optical power in center-distance zone with optimized NURBS*, Opt. Express 26, 3544-3556.

[10]. Lien T. Vu, C. C. A. Chen, C. C. Lee and C. W. Yu (2018), *Compensating additional optical power in the central zone of a multifocal contact lens for minimization of the shrinkage error of the shell mold in the injection molding process*, Appl. Opt 57(12), 2981-2991.

[11]. Vu Thi Lien, Vu Ngoc Pi, Nguyen Thi Quoc Dung, Chao Chang A-Chen, Hoang Tien Dat, Nguyen Thi Thanh Nga and Phung Thi Oanh (2022), *Comprehensive design method of a soft multifocal contact lens with NURBS*, Appl. Opt. 61, 2518-2524.

[12]. A. Piegl and W. Tiller (1997), *The NURBS Book*, Springer, Chap. 4.

[13]. Vũ Thị Liên, Trần Minh Quang (4/2013), *Thiết kế biên dạng Cam cần đẩy đáy con lăn theo một quy luật chuyển động cho trước của cần sử dụng đường cong NURBS*, Hội nghị Cơ khí toàn quốc.

[14]. R.T. Marler and J. S. Arora (2010), *The weighted sum method for multi-objective optimization: new insights*, J.S. Struct Multidisc Optim. 41(6), 853-862.

[15]. S. Kirkpatrick, C. D. Gelatt, and M. P. Vecchi (1983), *Optimization by Simulated Annealing*, Science. 220(4598), 671-679.

[16]. R. W. Eglese (1990), *Simulated annealing: A tool for Operational Research*, European journal of Operational research. 46, 271-281.

Ngày nhận bài: 11/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 08/4/2023
Người phản biện: TS. Nguyễn Đình Dũng
TS. Nguyễn Thị Thanh Nga

Nghiên cứu phương pháp chuyển đổi sản phẩm quy hoạch phân khu sang GIS phục vụ chuyển đổi số

■ **ThS. LÊ QUANG**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: lequang_td@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư mở ra nhiều cơ hội, đồng thời cũng đặt ra nhiều thách thức đối với mỗi quốc gia, tổ chức và cá nhân. Để nâng cao năng lực tiếp cận cuộc cách mạng này, mô hình chia sẻ dữ liệu rất quan trọng, đặc biệt trong lĩnh vực quy hoạch đô thị, quản lý đất đai. Trước đây, sản phẩm của công tác lập quy hoạch đô thị nói chung và quy hoạch phân khu nói riêng chủ yếu là báo cáo và bản đồ truyền thống. Để thuận tiện cho việc chia sẻ các dữ liệu này lên không gian mạng hay làm dữ liệu nền cho công tác quản lý, truy vấn, phân tích... thì việc chuyển đổi dữ liệu quy hoạch sang GIS là hết sức cần thiết. Bài báo nghiên cứu cách tách lọc dữ liệu, chuyển đổi dữ liệu từ bản đồ và báo cáo truyền thống sang cơ sở dữ liệu trên nền GIS.

TỪ KHÓA: GIS, quy hoạch đô thị, chuyển đổi số, bản đồ.

ABSTRACT: The Fourth Industrial Revolution opens up many opportunities and poses many challenges for each country, organization and individual. In order to improve the capacity to approach this Revolution, the data sharing model is very important, especially in the field of urban planning and land management. Previously, the products of urban planning in general and construction subdivision planning were mainly traditional reports and maps. In order to facilitate the sharing of these data on the network or as base data for management, query, analysis, etc., it is necessary to convert planning data to GIS. This article studies how to separate and filter data, convert data from traditional maps to GIS-based databases.

KEYWORDS: GIS, urban planning, digital transformation, maps.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tại Việt Nam, hệ thống thông tin địa lý (GIS) được thí điểm khá sớm và được sử dụng phổ biến để quản lý nhiều lĩnh vực. Điểm mạnh của GIS so với các công nghệ khác là khả năng gắn kết thông tin với vị trí không gian phục vụ phân tích và truy vấn theo yêu cầu [1]. Dữ liệu đầu vào có ở nhiều cấp khác nhau, nhiều nguồn khác nhau [2]. Dữ liệu GIS càng phong phú thì thì khả năng truy vấn, phân tích của hệ thống càng cao.

Hiện tại, ở nước ta đã xây dựng được hệ thống cơ sở dữ liệu địa lý nền địa hình tỷ lệ 1/2.000, 1/5.000 cho các khu vực đô thị, khu vực trọng điểm kinh tế và tỷ lệ 1/10.000 phủ trùm hầu hết các tỉnh. Cơ sở dữ liệu địa lý về đất đai là yêu cầu bắt buộc với các dự án đo đạc, thành lập bản đồ địa chính. Ngoài ra, còn có các loại cơ sở dữ liệu địa lý về đa dạng sinh học, mạng lưới điện, thăm dò khai thác khoáng sản…

Quy hoạch đô thị là việc tổ chức không gian, kiến trúc, cảnh quan đô thị, hệ thống công trình hạ tầng kỹ thuật, công trình hạ tầng xã hội và nhà ở để tạo lập môi trường sống thích hợp cho người dân sống trong đô thị. Quy hoạch đô thị là cơ sở để xây dựng và phát triển địa phương, dự kiến các dự án ưu tiên, xây dựng công trình hạ tầng kỹ thuật, cấp phép xây dựng… Dữ liệu này cần thiết cho cả cơ quan quản lý và cộng đồng dân cư. Do đó, để việc quản lý và chia sẻ dữ liệu quy hoạch được tốt, tích hợp với các loại cơ sở dữ liệu địa lý khác thì việc chuyển đổi sản phẩm của công tác lập quy hoạch từ bản đồ và báo cáo sang cơ sở dữ liệu địa lý là hết sức cần thiết. Theo kế hoạch chuyển đổi số ngành Xây dựng giai đoạn 2020 - 2025, định hướng đến năm 2030 cũng đã đặt mục tiêu là hoàn thiện cơ sở dữ liệu số quy hoạch xây dựng, ứng dụng hệ thống thông tin địa lý GIS trong công tác lập và quản lý quy hoạch [3].

Tuy nhiên, hiện nay chưa có các quy định cụ thể về khung dữ liệu địa lý quy hoạch, phương pháp chuyển đổi, yêu cầu của công tác chuyển đổi để đảm bảo cơ sở dữ liệu được đầy đủ, khoa học và thống nhất. Vì vậy, bài báo nghiên cứu đưa ra một khung dữ liệu và phương pháp chuyển đổi góp phần từng bước hoàn thiện quá trình trên.

2. NỘI DUNG

2.1. Công tác lập quy hoạch

Quy hoạch đô thị gồm: Quy hoạch chung được lập cho thành phố trực thuộc Trung ương, thành phố thuộc tỉnh, thị xã, thị trấn và đô thị mới; Quy hoạch phân khu được lập cho các khu vực trong thành phố, thị xã và đô thị mới; Quy hoạch chi tiết được lập cho khu vực theo yêu cầu phát triển, quản lý đô thị hoặc nhu cầu đầu tư xây dựng.

Mỗi công tác quy hoạch có một loại sản phẩm và tính chất khác nhau, trong nghiên cứu này chỉ đề cập đến công tác chuyển đổi sản phẩm của công tác quy hoạch phân khu sang GIS. Theo quy định hiện hành, yêu cầu sản phẩm bản vẽ của công tác lập quy hoạch phân khu bao gồm [4]:

a) Sơ đồ vị trí và giới hạn khu đất.

b) Bản đồ hiện trạng kiến trúc cảnh quan và đánh giá đất xây dựng.

c) Các bản đồ hiện trạng hệ thống hạ tầng kỹ thuật và bảo vệ môi trường.

d) Bản đồ quy hoạch tổng mặt bằng sử dụng đất.

đ) Sơ đồ tổ chức không gian kiến trúc cảnh quan.

e) Bản đồ quy hoạch giao thông và chỉ giới đường đỏ, chỉ giới xây dựng.

g) Các bản đồ quy hoạch hệ thống hạ tầng kỹ thuật khác.

h) Bản đồ tổng hợp đường dây, đường ống kỹ thuật.

i) Bản vẽ xác định các khu vực xây dựng công trình ngầm: Các công trình công cộng ngầm, các công trình cao tầng có xây dựng tầng hầm (nếu có).

k) Các bản vẽ thiết kế đô thị.

Các bản vẽ này chủ yếu được lưu trữ ở dạng đồ họa *.dwg, các đối tượng trên bản vẽ còn chưa theo các quy định về lớp dữ liệu, kiểu dữ liệu, các đối tượng ở các lớp khác nhau còn nằm lẫn vào nhau. Bản vẽ quy hoạch ở các đơn vị khác nhau cũng có cấu trúc khác nhau nên việc chuyển đổi sang GIS đòi hỏi rất nhiều công sức.

2.2. Khung cơ sở dữ liệu địa lý quy hoạch

Khung cơ sở dữ liệu địa lý là quy định về các nhóm lớp, các lớp, kiểu không gian của các lớp, các trường thuộc tính, kiểu của thuộc tính và mối quan hệ của các dữ liệu. Khung dữ liệu có tác dụng thống nhất giữa các đơn vị xây dựng dữ liệu, giữa đơn vị xây dựng dữ liệu và các đơn vị khai thác dữ liệu. Nói cách khác, khung dữ liệu có tác dụng như một quy định mà mọi đơn vị tham gia đều phải tuân theo.

Dựa theo sản phẩm của công tác lập quy hoạch phân khu, các yêu cầu cơ bản của công tác quản lý quy hoạch cần tiến hành phân tách các lớp đối tượng từ các loại bản đồ, định nghĩa cụ thể các kiểu dữ liệu, lựa chọn các trường thông tin có sẽ trên bản đồ, các trường thông tin lấy trong báo cáo hay văn bản pháp lý. Về cơ bản có thể đưa ra khung dữ liệu gồm các nhóm, các lớp và kiểu không gian của các lớp như sau:

Bảng 2.1. Khung cơ sở dữ liệu địa lý quy hoạch phân khu

TT	Nhóm/lớp dữ liệu	Kiểu
I	**RanhGioiKhuQuyHoach**	
	RanhGioiKhuQuyHoach	Vùng
	MocQuyHoach	Điểm
	RanhGioiQuyHoachChiTiet	Vùng
II	**ChiGioiHanhLangHTKT**	
	ChiGioiDuongBo	Đường
	ChiGioiXayDung	Đường
	ChuyenHuongTimDuong	Điểm
	DiemToaDoTimDuong	Điểm
	HanhLangBaoVe	Điểm
III	**QHCapDien**	
	CotDienChieuSang	Điểm
	MangLuoiChieuSang	Đường
	MangLuoiPhanPhoiDien	Đường
	PhanVungCapDien	Vùng
	TramBienApA	Vùng
	TramBienApP	Đường
IV	**QHCapNuoc**	
	CuuHoaPCCC	Điểm
	DauMoiCapNuocA	Vùng
	DauMoiCapNuocP	Điểm
	MangLuoiCapNuoc	Đường
V	**QHChuanBiKyThuat**	
	MucNuocKhongChe	Điểm
	DuongDongMucThietKe	Đường
	PhanLoSanNen	Vùng
	PhanOSanNen	Vùng
	QuyHoachChieuCao	Vùng

TT	Nhóm/lớp dữ liệu	Kiểu
VI	**QHCongTrinhNgam**	
	DangVung	Vùng
	DangTuyen	Đường
VII	**QHGiaoThong**	
	BoVia	Đường
	DauMoiGiaoThongA	Vùng
	DauMoiGiaoThongP	Điểm
	GiaoThongDuongBoL	Đường
	GiaoThongDuongSat	Đường
VIII	**QHKienTrucCanhQuan**	
	CayXanh	Điểm
	KhongGianCayXanh	Vùng
	KhongGianMatNuoc	Vùng
	QuyHoachKhongGian	Vùng
IX	**QHSuDungDat**	
	ChucNangSuDungDat	Vùng
	OPho	Vùng
	LoDat	Vùng
X	**QHThoatNuocMua**	
	ThuyLoiL	Đường
	TieuThoatNuocA	Vùng
	TieuThoatNuocL	Đường
	TieuThoatNuocP	Điểm
	CaoDoThoatNuocMua	Điểm
	ThoatNuocMua	Đường
	PhanLuuThoatNuoc	Đường
	PhanVungLuuVuc	Vùng

TT	Nhóm/lớp dữ liệu	Kiểu
XI	**QHThoatNuocThaiVSMT**	
	TNT_HuongThoat	Đường
	TNT_LuuVuc	Đường
	TNT_MiengXa	Đường
	KhuXuLyChatThaiRanA	Vùng
	KhuXuLyChatThaiRanP	Điểm
	ThoatXuLyNuocThaiA	Vùng
	ThoatXuLyNuocThaiP	Điểm
	GomTapKetRacA	Vùng
	GomTapKetRacP	Điểm
	CaoDoThoatNuocThai	Điểm
	NghiaTrangNhaTangLeA	Vùng
	NghiaTrangNhaTangLeP	Điểm
	NhaVeSinhCongCong	Point
XII	**QHThongTinLienLac**	
	DuongThu	Đường
	MangLuoiCapThongTin	Đường
	TramThongTinTuCapA	Vùng
	TramThongTinTuCapP	Điểm

Với mỗi lớp dữ liệu cần được thiết kế chi tiết các trường thuộc tính, kiểu của thuộc tính cho phù hợp. Ngoài những trường thuộc tính chung bắt buộc phải có, các đơn vị sử dụng với mục đích khác nhau có thể bổ sung các thuộc tính theo mục đích của mình.

2.3. Đề xuất phương pháp chuyển đổi

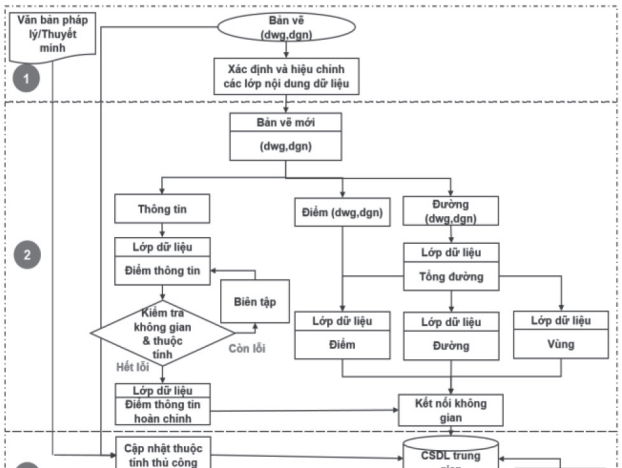
Để đảm bảo tính thống nhất và khoa học của công tác chuyển đổi, phương pháp chuyển đổi đề xuất là phương pháp ánh xạ từ bản đồ sang cơ sở dữ liệu địa lý. Mỗi đối tượng trên bản đồ được chuyển tương ứng sang cơ sở dữ liệu địa lý. Các đối tượng trùng lặp ở nhiều bản đồ chỉ lựa chọn ở bản vẽ chính để chuyển đổi. Quy trình chuyển đổi gồm 4 bước như sau:

Bước 1: Thu thập bản vẽ, thuyết minh, các văn bản pháp lý. Xác định nội dung và dữ liệu cần chuyển từ bản đồ sang cơ sở dữ liệu địa lý.

Bước 2: Kiểm tra các lớp đối tượng trên bản đồ, phân loại, chuẩn hóa các đối tượng về đúng lớp, đúng kiểu (điểm, đường, vùng). Đối với các lớp thông tin ghi chú cần kiểm tra nội dung và gắn vào đúng đối tượng.

Bước 3: Chuyển đổi dữ liệu từ bản đồ sang cơ sở dữ liệu trung gian, bổ sung các thuộc tính cho đối tượng dựa trên văn bản pháp lý và thuyết minh.

Bước 4: Tích hợp dữ liệu từ cơ sở dữ liệu trung gian vào cơ sở dữ liệu hoàn thiện. Khi chuyển đổi có thể thực hiện với một hoặc nhiều lớp dữ liệu cùng lúc.



Hình 2.1: Quy trình chuyển đổi dữ liệu

Lưu ý:

- Trước khi chuyển đổi cần kiểm tra hệ tọa độ của bản đồ, thực hiện các biện pháp chuyển đổi hệ tọa độ nếu cần thiết.

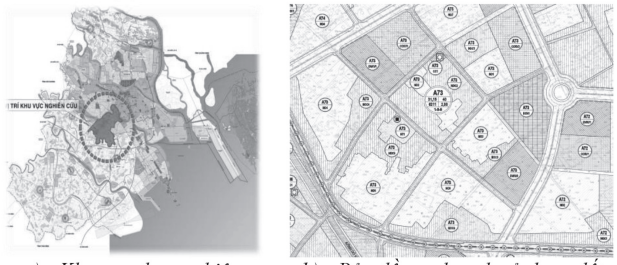
- Các quá trình chuyển đổi đều phải có kiểm tra tính đầy đủ, chính xác để đảm bảo chất lượng của dữ liệu.

- Trong trường hợp có các dữ liệu thuộc tính dạng bảng (*.xls) có thể sử dụng mã hoặc địa chỉ để kết nối với đối tượng không gian.

- Trong quá trình chuyển đổi, việc thu thập dữ liệu cần được triển khai có hệ thống nhưng đảm bảo linh hoạt, không yêu cầu phải có đầy đủ ngay từ đầu mà thực hiện theo phương châm từng bước chỉnh lý, nâng cao để tiến tới hoàn thiện [5].

2.4. Thực nghiệm

Trên cơ sở khung dữ liệu và phương pháp đề xuất tiến hành thực nghiệm đối với đồ án quy hoạch phân khu quận Kiến An, TP. Hải Phòng. Đồ án điều chỉnh quy hoạch chung xây dựng TP. Hải Phòng xác định quận Kiến An là một quận thuộc đô thị trung tâm của Thành phố, được định hướng xây dựng đô thị văn minh, hiện đại; thúc đẩy phát triển kinh tế, văn hóa, xã hội, bảo vệ môi trường và đảm bảo quốc phòng, an ninh. Đồ án quy hoạch phân khu quận Kiến An chính là bước cụ thể hóa và làm chính xác định hướng đó. Đồ án đã được UBND TP. Hải Phòng phê duyệt với đầy đủ các sản phẩm về báo cáo và bản vẽ theo quy định.



a) - Khu vực thực nghiệm *b) - Bản đồ quy hoạch sử dụng đất*

Hình 2.2: Sản phẩm bản đồ của công tác lập quy hoạch

Thực hiện chuyển đổi với bản đồ quy hoạch sử dụng đất, bản đồ này có rất nhiều lớp, các lớp này có thể xuất hiện cả ở bản vẽ quy hoạch giao thông, chỉ giới đường đỏ, nền địa hình... nhưng có 2 lớp chính là lô đất và ô phố. Trên bản đồ chưa yêu cầu chặt chẽ về phần lớp dữ liệu nên các ô, lô đất này được vẽ tách riêng ở từng lớp nhưng có những ô có đường bao bao gồm cả các nét là đường ranh giới hay các ghi chú không nằm trong ô mà được để bên cạnh và có mũi tên ghi chú vào... Điều này đòi hỏi dữ liệu cần được chuẩn hóa, kiểm tra trước khi tiến hành chuyển đổi. Sau khi chuyển đổi các thông tin thuộc tính không lấy được trên bản đồ cũng cần phải tìm kiếm trong báo cáo và văn bản pháp lý để nhập đầy đủ.

a) - Lớp ô phố trên GIS *b) - Lớp lô đất trên GIS*

Hình 2.3: Kết quả chuyển đổi từ bản đồ sang GIS

Căn cứ các sản phẩm đầu vào, tiếp tục tiến hành chuyển đổi để hoàn thiện tối đa 55 lớp dữ liệu thuộc 12 nhóm lớp theo khung dữ liệu đưa ra.

3. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Việc chuyển đổi sản phẩm của công tác lập quy hoạch đô thị từ dạng bản đồ và báo cáo sang cơ sở dữ liệu địa lý là hết sức cần thiết. Tuy nhiên, cơ quan quản lý cần sớm ban hành khung về cơ sở dữ liệu, quy trình thực hiện, định mức để các địa phương có cơ sở thực hiện chuyển đổi một lượng rất lớn các đồ án quy hoạch đã phê duyệt.

Quá trình lập quy hoạch trên bản đồ truyền thống cũng cần quy định rõ các lớp dữ liệu, các kiểu dữ liệu để quá trình chuyển đổi được thuận tiện, tự động hóa cao.

Bản đồ địa hình, bản đồ hiện trạng là nguồn tư liệu đầu vào của công tác lập quy hoạch cũng cần sớm có các quy định yêu cầu sản phẩm này dưới dạng cơ sở địa lý để từng bước chuyển đổi thực hiện công tác lập quy hoạch trực tiếp trên GIS.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học GTVT trong Đề tài mã số T2023-CT-008.

Tài liệu tham khảo

[1]. Lưu Đức Minh (2015), *Công nghệ số và GIS trong quy hoạch và quản lý đô thị*, Tạp chí Kiến trúc Việt Nam.

[2]. Nguyễn Công Giang, Đặng Vũ Khắc, Vũ Anh Tuấn, Bùi Thị Ngọc Lan, Ngô Đức Anh (2022), *Quản lý quy hoạch đô thị thông qua hệ thống thông tin địa lý GIS*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật.

[3]. Bộ Xây dựng (2020), *Kế hoạch "Chuyển đổi số ngành Xây dựng giai đoạn 2020 - 2025, định hướng đến năm 2030"*.

[4]. Bộ Xây dựng (2016), *Thông tư "Quy định về hồ sơ của nhiệm vụ và đồ án quy hoạch xây dựng vùng, quy hoạch đô thị và quy hoạch xây dựng phân khu chức năng đặc thù"*.

[5]. Bộ Xây dựng (2022), *Văn bản "Hướng dẫn tổ chức thiết lập hệ thống dữ liệu đô thị liên thông trên nền GIS phục vụ phát triển đô thị thông minh"*.

Ngày nhận bài: 05/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 12/4/2023
Người phản biện: TS. Lê Văn Hiến
TS. Trần Quang Học

Phân tích cấu trúc cầu cảng biển dựa trên dữ liệu mạng cảm biến với giải thuật Fast-Marching

■ **PGS. TS. ĐẶNG XUÂN KIÊN(*); TS. ĐỖ VIỆT DŨNG; ThS. TRẦN TIẾN ĐẠT; TS. LƯU HOÀNG MINH**
Nhóm nghiên cứu AIT - Trường Đại học Giao thông vận tải TP. Hồ Chí Minh
■ **ThS. HỒ LÊ ANH HOÀNG**
Nhóm nghiên cứu AIT - Trường Đại học Giao thông vận tải TP. Hồ Chí Minh
Trường Đại học Văn hiến
Email: (*)kien.dang@ut.edu.vn

TÓM TẮT: Cầu cảng biển là công trình có kết cấu phức tạp và đóng vai trò quan trọng trong các cảng biển. Do đó, quan trắc sức khỏe công trình biển (MSMH) trong quá trình tác động từ các phương tiện neo đậu cũng như các tải trọng môi trường cần phải được thực hiện nhằm đảm bảo an toàn khai thác. Bài báo đề xuất giải pháp quan trắc sức khỏe tổng quan công trình cầu cảng áp dụng thuật toán Fast-marching phân tích dữ liệu mạng cảm biến đa điểm gắn các vị trí trọng yếu công trình. Qua đó, tổng hợp biểu đồ vân quan trắc việc tiến triển tình trạng sức khỏe công trình theo thời gian. Các kết quả khả quan thu được đã minh chứng hệ thống đáp ứng tốt trong điều kiện khai thác.

TỪ KHÓA: Cầu cảng, Fast-marching, quan trắc sức khỏe công trình biển, mạng cảm biến đa điểm.

ABSTRACT: Marine berthing plays an important role in harbors with a complex structure. Therefore, marine structure health monitoring (MSHM) during the impact of the mooring vehicles and the environmental loads needs to be established to ensure safe operation. The paper proposes a solution to monitor the overall health of the berth, applying the Fast-marching algorithm to analyze the data of the multi-point sensor network set up at the essential points of the construction. Thereby, the MSHM synthesizes the texture health diagram to monitor the progress of the building over time. The positive results have proved the effectiveness of the proposed system in mining conditions.

KEYWORDS: Berth, Fast-marching, marine structure health monitoring, Multi-point sensor network.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vận tải biển ngày càng chiếm vai trò lớn trong nền kinh tế Việt Nam. Trong đó, cầu cảng là công trình quan trọng trong các bến cảng nhằm giúp các phương tiện hàng hải cập bến và neo đậu, hành khách lên xuống và bốc dỡ hàng hóa. Cầu cảng được thiết kế tùy thuộc vào loại tàu phục vụ khai thác [1]. Trong đó, việc bố trí cấu trúc neo đậu tàu cần sử dụng tối ưu cả không gian và vị trí đặt. Các công trình neo đậu sẽ chịu tác động chính từ các lực ngang được gây ra bởi tác động của tàu neo đậu, lực kéo từ dây neo, áp lực gió, sóng, lực địa chấn, áp lực đất, chênh lệch áp suất nước. Vì vậy, trước khi thiết kế xây dựng công trình cần phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến kết cấu như đặc điểm đất của vị trí đề xuất xây dựng, điều kiện môi trường và phạm vi giao thông. Số lượng cầu cảng sẽ phụ thuộc vào số lượng tàu sử dụng cảng và thời gian cần thiết để dỡ hàng và tiếp nhận hàng hóa hoặc hành khách. Các kết cấu cầu neo đậu cần bố trí ở phần có kè chắn nhất của bến cảng hoặc dọc theo chiều gió và sóng biển.

Việc theo dõi sức khỏe công trình theo hai hình thức là giám sát cục bộ và giám sát tổng thể. Rõ ràng, việc giám sát tình trạng tổng thể công trình liên quan chặt chẽ đến tình trạng của kết cấu [2]. Các công trình biển sẽ chịu tác động đến từ môi trường như tính chất độ sụt lún tải trọng sóng gió tác động vào cấu trúc cầu làm giảm chất lượng khai thác công trình [3]. Do đó, công trình cầu cảng dưới tác động sự biến đổi tải trọng cộng hưởng thời tiết có thể gây ra các vết nứt dẫn đến sụp đổ công trình [4]. Trong điều kiện làm việc ngoài khơi, công trình biển như giàn khoan chịu tác động thường xuyên sóng và dòng chảy sẽ gây ra dao động hoặc sụt lún dẫn đến bề mặt làm việc bị nghiêng gây ra gãy đổ công trình [5].

Rung động là yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến độ vững chắc của kết cấu công trình, là vấn đề cần được quan tâm hiện nay [6]. Thuật toán kỹ thuật rung nghịch đảo được áp dụng trên mô hình tham chiếu hai chiều và ba chiều giản lược nhằm xác định sớm các sự cố có thể xảy ra cấu trúc công trình biển [7]. Bên cạnh đó, giải pháp mạng nơ-ron học sâu (DNN) được sử dụng nhằm phát hiện các điểm có khả năng nứt gãy của cấu trúc cơ khí dựa trên phân tích dữ liệu tần số rung các thành phần không chắc chắn gây ra [8]. Mặt khác, hệ thống giám sát và phát hiện bất thường cho công trình cầu có tích hợp trí tuệ nhân tạo (AI) cũng được áp dụng ngày càng rộng rãi dựa trên công nghệ kết nối công nghệ cảm biến không dây [9]. Tổng thể các nghiên cứu tập trung phát triển các giải pháp giám sát các yếu tố bất định gây ra tai nạn công trình như rung lắc, độ nghiêng và độ vững chắc của kết cấu công trình. Các giải pháp đề xuất phần lớn tập trung trong việc phát triển lý thuyết thông minh và giám sát tập trung tại các điểm cục bộ nên chưa mang tính tổng thể.

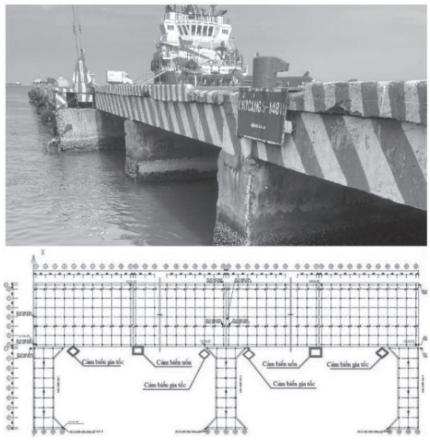
Bài báo đề xuất giải pháp giám sát sức khỏe tổng thể cầu cảng dựa trên đo lường sự chuyển vị kết cấu công trình. Nhóm nghiên cứu áp dụng thuật toán Fast-marching phân tích dữ liệu mạng cảm biến đa điểm gắn trên các điểm trọng yếu của công trình cầu cảng vùng biển Vũng Tàu - Việt Nam. Những đóng góp chính của nghiên cứu bao gồm:

- Thiết lập mạng cảm biến gắn các vị trí trọng yếu của cầu cảng;
- Áp dụng thuật toán Fast-marching phân tích dữ liệu mạng cảm biến xác định tình trạng sức khỏe tổng thể của cầu cảng;
- Tổng hợp biểu đồ vân quan trắc việc tiến triển tình trạng sức khỏe công trình theo thời gian.

2. THIẾT LẬP HỆ THỐNG MẠNG CẢM BIẾN GIÁM SÁT TÌNH TRẠNG KẾT CẤU CẦU CẢNG

Cấu trúc cầu cảng là một dự án cần chi phí đầu tư lớn, nên việc sử dụng tối ưu cả không gian và chi phí mang cấp thiết cao. Trong đó, việc kiểm soát tình trạng sức khỏe kết cấu công trình dựa vào việc thu thập dữ liệu cảm biến thời gian thực chính xác giữ vai trò quan trọng trong khai thác công trình. Hệ thống quan trắc sức khỏe công trình bao gồm hệ mạng cảm biến bố trí đan xen tại các điểm trọng yếu nhằm xác định các thông số liên quan đến trạng thái thời gian thực của kết cấu. Mạng cảm biến thiết lập trong nghiên cứu này giải quyết các mục tiêu cụ thể như sau:

- Xây dựng mạng cảm biến gia tốc để giám sát sự chuyển vị nghiêng của cầu cảng;
- Thiết lập mạng cảm biến uốn để giám sát độ nứt gãy công trình.



Hình 2.1: Tổng quan bố trí mạng cảm biến cho cầu cảng

Việc thu thập dữ liệu mạng cảm biến gắn trên các điểm trọng yếu cầu cảng sử dụng công nghệ không dây, đảm bảo an toàn cho các tàu neo đậu xếp dỡ hàng hóa [10]. Mục tiêu chính của hệ thống giám sát là giúp neo đậu các tàu đã cập cảng an toàn và có thể tự động quản lý các tác vụ như truyền nhận tất cả dữ liệu mạng cảm biến về trạm giám sát tình trạng sức khỏe công trình trên bờ. Thiết lập mạng cảm biến có N nút trong mạng đa điểm, mô hình mạng cảm biến đa điểm được tổng hợp như sau [11]:

$$\boldsymbol{X_{k+1} = f(X_k) + \omega_k, Z_k^n = h^n(X_k) + v_k^n} \quad (1)$$

Trong đó: n = 1,…,N mô tả các nút cảm biến với N ≥ 2. Bên cạnh đó, $X_k \in R^m$ là vector trạng thái giá trị mạng cảm biến và $Z_n^k \in R^l$ là vector đo lường tại thời điểm k. f(.) và $h^n(.)$ biểu thị với vector chuyển đổi trạng thái phi tuyến và đo lường tương ứng. w_k và v^n_k biểu thị cho lực tác động nhiễu Gauss. $w_k \sim N(0, Q_k)$ là nhiễu quá trình với giá trị trung bình trong miền giới hạn 0 đến cận phương sai Q_k. $v^n_k \sim N(0, R^n_k)$ là nhiễu đo lường với giá trị trung bình trong miền giá trị 0 đến cận phương sai R^n_k. Phép đo được xác định từ các nút cảm biến và được xác định bởi phương trình:

$$\boldsymbol{y_k^n = \lambda_{0,k} Z_k^n + \Lambda_{1,k} \lambda_{d_k,k} Z_{k-d_k}^n + \Lambda_{2,k} v_k^n} \quad (2)$$

Với: $\Lambda_{1,k} = (1 - \lambda_{0,k})$, $\Lambda_{2,k} = (1 - \lambda_{0,k})$, dk ≥1 là các bước trễ của cảm biến tại thời điểm k. Các biến $\lambda_{0,k}$ và $\lambda_{dk,k}$ có giá trị độc lập lẫn nhau và thỏa mãn định luật phân bố Bernoulli. Các thuộc tính của $\lambda_{0,k}$ và $\lambda_{dk,k}$ được xác định [12].

$$\begin{cases} \boldsymbol{Prob\{\lambda_{0,k} = 1\} = E[\lambda_{0,k}] = \alpha,} \\ \boldsymbol{Prob\{\lambda_{0,k} = 0\} = E[1 - \lambda_{0,k}] = 1 - \alpha,} \\ \boldsymbol{Prob\{\lambda_{d_k,k} = 1\} = E[\lambda_{d_k,k}] = \mu,} \\ \boldsymbol{Prob\{\lambda_{d_k,k} = 0\} = E[1 - \lambda_{d_k,k}] = 1 - \mu} \end{cases} \quad (3)$$

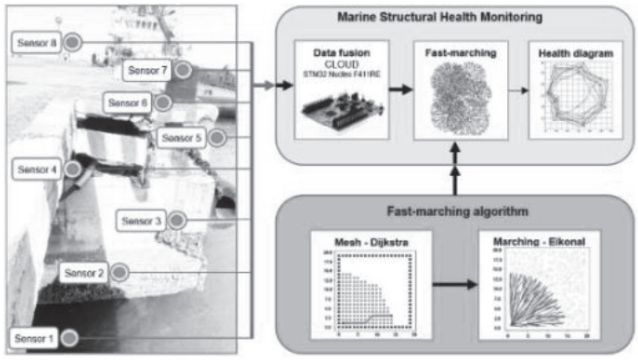
Ta có, α ∈ [0,1] là các đại lượng vô hướng. Tập dữ liệu thống kê $\Lambda_{1,k}$ và $\Lambda_{1,k}$ được xác định:

$$\mathbf{E}[\boldsymbol{\Lambda_{1,k}}] = \bar{\Lambda}_1, \mathbf{E}[\boldsymbol{\Lambda_{2,k}}] = \bar{\Lambda}_2 \quad (4)$$

Trong đó: $\bar{\Lambda}_1 = 1 - \alpha, \bar{\Lambda}_2 = (1 - \alpha)(1 - \mu)$. Mảng dữ liệu thu được từ mạng cảm biến đa điểm sẽ là giá trị đầu vào cho hệ thống phân tích dữ liệu nhằm xác định tình trạng sức khỏe công trình cầu cảng. Áp dụng thuật toán Fast-marching phân tích dữ liệu mạng cảm biến đa điểm xác định tình trạng sức khỏe cầu cảng sẽ được trình bày trong nội dung tiếp theo.

3. ÁP DỤNG GIẢI THUẬT FAST-MARCHING TRONG PHÂN TÍCH SỨC KHỎE CẦU CẢNG

Phương pháp giám sát tổng thể cấu trúc công trình chuyển vị dựa trên thuật toán Fast-marching theo dõi tình trạng kết cấu công trình biển dựa vào việc thu thập dữ liệu thời gian thực chính xác, truyền thông tin về trạm trung tâm để phát tín hiệu cảnh báo khi quan sát thấy tình trạng bất thường. Dữ liệu mạng cảm biến đa điểm được đồng bộ hóa và thu thập qua bộ xử lý trung tâm. Các dữ liệu được phân tích với giải pháp Fast-marching được trình bày tổng quan tại *Hình 3.1*, gồm 2 giai đoạn như sau: *1)* Định giá trị các nút cảm biến trên biểu đồ lưới và áp dụng giải thuật Dijkstra để xác định đường nối giữa các điểm; *2)* Chuyển đổi đường nối thành các quỹ đạo cong tối ưu sử dụng phương trình Eikonal.



Hình 3.1: Hệ thống xử lý dữ liệu cảm biến đa điểm với giải thuật Fast-marching

Giải pháp Dijkstra thực hiện truy cập các đường cạnh từ điểm bắt đầu đến điểm tham chiếu, hoạt động theo hai nguyên tắc [13]: *a)* đường nối phụ trong tập hợp các đường nối ngắn nhất xác định theo khoảng cách ngắn nhất; *b)* với khoảng cách x ngắn nhất, một đường tiến triển từ A đến C qua điểm thứ ba B sẽ luôn có khoảng cách lớn hơn hoặc bằng x. Đặt M biểu thị cho số lượng điểm tham chiếu, Δ_{ck} là hàm tính toán di chuyển tức thời từ điểm tham chiếu J ở giai đoạn trước $P_{i-1,J}$ đến điểm tham chiếu hiện tại Pi,J với thời gian di chuyển cần thiết Δ_{tk}. Hàm tính toán Δ_{ck} được xác định:

$$\Delta_{c_k} = \boldsymbol{f}\left(\boldsymbol{U(P_{i-1,k}), W(P_{i-1,k})}\right)\Delta_{t_k} \quad (5)$$

Hàm đánh giá chuyển động đến điểm tham chiếu hiện tại $P_{i,J}$ có thể được viết lại như sau:

$$CP_{i,j} = \begin{bmatrix} cp_{i-1,1} + \Delta_{C_1} \\ cp_{i-1,2} + \Delta_{C_2} \\ \vdots \\ cp_{i-1,M} + \Delta_{C_M} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Với: $cp_{i-1,k}$ minh họa đánh giá tổng cho quá trình tiến triển đến điểm đích $P_{i-1,J}$. Tối thiểu hóa n với hàm đánh giá tối ưu (5) làm đường nối tối ưu đến điểm $P_{i,J}$. Do đó, đường nối phụ có đánh giá tối thiểu từ điểm bắt đầu đến đoạn thứ i được lưu lại.

Phương pháp Fast-marching (FM) [14] xác định đường vân nối tối ưu trong thiết lập kết hợp các giá trị của mạng cảm biến. Thiết lập giải pháp FM bao gồm các yếu tố sau [15]:

1) Không gian trạng thái: $X \subseteq R^2$ (hoặc R^3) nhưng trong phép tính đại số gần đúng, N thay thế bởi lưới điểm N được sử dụng. Do đó, các điểm lưới được chia thành Δ_x, Δ_y (Δ_z trong miền 3D).

2) Hàm tốc độ: $F: x \rightarrow R^+$. Tại mỗi điểm trong không gian sẽ luôn tương ứng với một tốc độ.

3) Bắt đầu thiết lập đường vân tiến triển $\Gamma \subseteq X$. Tốc độ bắt đầu tại điểm tham chiếu bằng 0.

4) Thiết lập hàm mục tiêu $G \subseteq X$.

5) Hàm thời gian: $T: x \rightarrow R^+$. Thời gian tiến triển đường vân từ điểm khởi tạo đến điểm đích.

6) Lan truyền: Trong mạng lưới điểm, tốc độ tại điểm lưới i, jth được ký hiệu là Fij.

Vấn đề chính là tính toán sự tiến triển đường vân theo thời gian. Giả sử, Φ(x,t) là khoảng cách nghĩa là Φ (x,t = t_1) = d. Nếu khoảng cách từ điểm x lan truyền tại thời điểm t = t_1 là d. Tập hợp điểm trên đường tiến triển tại thời điểm t = t được xác định bởi:

$$\Gamma(t = t_1) = \{x | \phi(x, t = t_1) = 0\} \quad (7)$$

Phương trình của đường viền tiến hóa thu được bằng cách giải phương trình vi phân đã cho như sau:

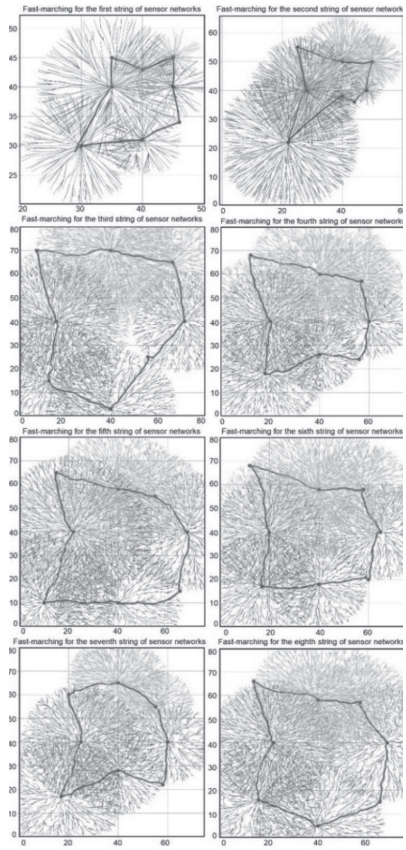
$$\begin{aligned} &\phi(x, t = t_1) = 0, \phi_0(x(t), t = 0) \\ &\Rightarrow \phi_1 + \nabla(\phi(x(t), t))x'(t) = 0 \\ &\Rightarrow \phi_1 + F|\nabla(\phi)| \end{aligned} \quad (8)$$

Ta có, $n \approx \nabla(\Phi)/|\nabla(\Phi)|$, đường cong tiến triển đến các điểm với vận tốc F, do những điểm định vị cũng di chuyển cùng vận tốc. Trong không gian đa chiều kết hợp khái niệm độ dốc trực giao với các tập mức của hàm đến T(θ), chúng ta có thể mô tả chuyển động của mặt trước như là giải pháp theo điều kiện biên. Nếu tốc độ F chỉ phụ thuộc vào vị trí, phương trình Eikonal được xác định như sau:

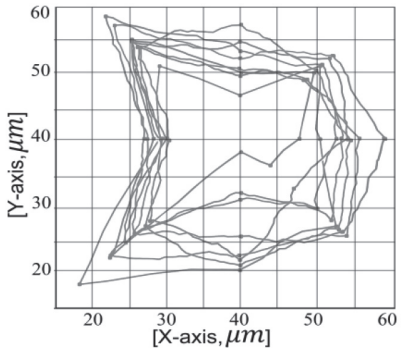
$$|\nabla T| F = 1 \quad (9)$$

4. KẾT QUẢ VÀ ĐÁNH GIÁ

Nhóm nghiên cứu thiết lập hệ thống tổng hợp các lực tác động lên cầu cảng với quá trình hoạt động thực tế khi tàu dịch vụ cập cảng xếp dỡ hàng hóa. Chuỗi dữ liệu mạng cảm biến được thu thập trực tiếp từ cầu cảng đưa đến bộ xử lý trung tâm xử lý với giải pháp FM. Kịch bản thực nghiệm áp dụng giải pháp Fast-marching phân tích sự chuyển vị cầu cảng theo thời gian, dựa trên dữ liệu đo lường của hệ cảm biến đa điểm thiết lập tại các điểm trọng yếu của công trình từ tháng 8/2022 đến tháng 02/2023 (trong 6 tháng) thu thập tập dữ liệu 4.000 mẫu chia thành 8 nhóm lưu trữ (mỗi nhóm khoảng 500 mẫu). Trong mỗi nhóm lưu trữ, nhóm tác giả truy xuất 1 chuỗi dữ liệu ngẫu nhiên theo thời gian cho 8 cảm biến cùng 1 thời gian T (mỗi ngày giám sát thu được 32 chuỗi dữ liệu, chi tiết 8 chuỗi trích xuất dữ liệu thể hiện tại *Bảng 4.1*).



Hình 4.1: Kết quả thu được trong kịch bản thực nghiệm



Hình 4.2: Biểu đồ giám sát sức khỏe công trình cầu cảng

Bảng 4.1. Chuỗi dữ liệu mạng cảm biến truy xuất ngẫu nhiên từ 8 nhóm lưu trữ

Nhóm	CB 1 *mm*	CB 2 *mm*	CB 3 *mm*	CB 4 *mm*	CB 5 *mm*	CB 6 *mm*	CB 7 *mm*	CB 8 *mm*
1	-0,0499	-0,0394	-0,0111	-0,0125	-0,1520	-0,1495	-0,1161	-0,1293
2	-0,0223	-0,2369	-0,1488	-0,0086	-0,0301	-0,0172	0,0106	0,0133
3	-0,0101	0,0086	0,0250	0,0301	-0,0118	0,0169	0,0350	0,0247
4	-0,0199	-0,0067	0,0272	0,0233	-0,0194	0,0003	0,0321	0,0245
5	-0,0074	-0,0001	0,0365	0,0264	-0,0208	-0,0045	0,0306	0,0352
6	-0,0196	-0,0023	0,0301	0,0252	-0,0189	-0,0059	0,0328	0,0282
7	-0,0196	-0,0084	0,0284	0,0238	-0,0206	0,0101	0,0269	0,0255
8	-0,0189	0,0047	0,0304	0,0267	-0,0196	-0,0032	0,0291	0,0350

Kết quả thực nghiệm theo dõi sự chuyển vị công trình cầu cảng dựa trên sự tiến triển của đường cong (minh họa như *Hình 4.2*) cho thấy giá trị đường nối biên dạng thẳng chiếm đa số và chỉ xuất hiện 1 đường nối gấp khúc từ cảm biến 2 đến 3, qua đó đã minh chứng tình trạng sức khỏe công trình biển (cầu cảng) duy trì tình trạng ổn định với sự chuyển vị rất thấp do quá trình hạ thủy hoặc thả neo của tàu từ bên ngoài ảnh hưởng. Khi đường nối tiến triển với vận tốc F thì những điểm định vị cũng biến đổi cùng vận tốc. Đường nối các nút cảm biến N tiến triển đều với bán kính hướng tâm không dao động, cho thấy cấu trúc công trình vững chắc trong giới hạn đảm bảo hạn mức an toàn. Bên cạnh đó, việc đánh giá chính xác hư hỏng kịp thời là cần thiết để nhận ra các nguy hại có thể xảy ra cho công trình biển. Rõ ràng, việc phát triển giải pháp quan trắc sức khỏe tổng quan công trình mang lại hiệu quả cao trong việc ngăn ngừa sự phân rã kết cấu có thể gây sự cố. Biểu đồ quan trắc sức khỏe tổng quan cầu cảng được trình bày trên *Hình 4.2*, biểu thị các đường vân tiến triển theo từng chuỗi giá trị cảm biến không có đường gãy gấp khúc minh chứng kết cấu công trình an toàn trong quá trình khai thác.

5. KẾT LUẬN

Bài báo đã phân tích được tác động của phương tiện neo đậu và yếu tố môi trường lên kết cấu công trình biển. Thiết lập mạng cảm biến đo lường các dạng tác động gây nguy hại đến công trình (rung chấn và nứt gãy) tại các vị trí trọng yếu của cầu cảng, qua đó, các dữ liệu thu được từ mạng cảm biến phân tích với tình trạng sức khỏe tổng thể của công trình. Do tập dữ liệu chỉ mới thu thập trong thời gian 6 tháng nên kết quả thu được chưa mang tính xác thực cao. Kết quả khả thi bước đầu của nghiên cứu là cơ sở để tiến hành mở rộng ứng dụng cho các hệ thống quan trắc sức khỏe công trình biển.

Lời cảm ơn: Bài báo có nội dung là một phần kết quả nghiên cứu thuộc Đề tài cấp Bộ DT223015.

Tài liệu tham khảo

[1]. T. Vivek, R. Durga Prasad (2016), *Analysis and design of marine berthing structure*, Int, Journal of Engineering Research and Application, 6: 46-56.

[2]. Huang, C., Wei, Z. (2019), *Research on Structural Health Monitoring of Seaport Wharf*, In: Yuan, Y., Cui, J., Mang, H.A. (eds) Computational Structural Engineering, Springer, Dordrecht, 1291-1299.

[3]. Jianyun Ying, Xuefeng Xu, Weiyong Shi, Junbiao Zhang, Xuchen Jin (2020), *Coastal engineering study on the impacts of wharf design on hydrodynamic forces in Sansha Bay Geo Spatial environment*, European Journal of Remote Sensing, 53:sup1, 63-72.

[4]. Yonglai Zheng, Ruxue Zhang (2023), *Experimental study on the damage characteristic and assessment of transverse bent frame of high-piled wharf under impact load*, Developments in the Built Environment, 14: 100124.

[5]. Y. Garbatov, M. Tekgoz, C. Guedes Soares (2017), *Experimental and numerical strength assessment of stiffened plates subjected to severe non-uniform corrosion degradation and compressive load*, Ships and Offshore Structures, 12(4): 461-473.

[6]. Mohammed Abdulaziz (2017), *Study of the vortex-induced vibrations in off-shore structures*, Doctor of Philosophy Institute of Ship Technology, Ocean Engineering and Transport Systems (ISMT) University of Duisburg-essen.

[7]. Mohammad H. H., Alireza L., Kiarash M. D., Ali Akbar G. (2017), *Inverse Vibration Technique for Structural Health Monitoring of Offshore Jacket Platforms*, Applied Ocean Research, 62: 181-198.

[8]. Arellano-Espitia F, Delgado-Prieto M, Martinez-Viol V, Saucedo-Dorantes JJ, Osornio-Rios RA. (2020), *Deep-Learning-Based Methodology for Fault Diagnosis in Electromechanical Systems*, Sensors, 20(14):3949.

[9]. Đặng Xuân Kiên, Đồng Văn Hướng, Hồ Lê Anh Hoàng (2021), *Thiết kế hệ thống theo dõi và phát hiện bất thường cho cầu đường bộ dựa trên trí tuệ nhân tạo*, Tạp chí GTVT, số 6, 51-54.

[10]. C. Wang, H. Ma (2011), *Data Collection in Wireless Sensor Networks by Utilizing Multiple Mobile Nodes*, 2011 Seventh International Conference on Mobile Ad-hoc and Sensor Networks, Beijing, China, 83-90.

[11]. K. Tsukamoto, H. Ueda, H. Tamura, K. Kawahara, Y. Oie (2009), *Design of Wireless Sensor Network for Multi-Point Surveillance of a Moving Target Based on the Relationship Between Tracking Probability and Sensor Density*, 2009 6th IEEE Consumer Communications and Networking Conference, Las Vegas, NV, USA, 1-5.

[12]. Z. Jiahao, G. Shesheng, L. Guo, X. Juan, Q. Xiaomin, G. Bingbing (2021), *Distributed recursive filtering for multi-sensor networked systems with multi-step sensor delays, missing measurements and correlated noise*, Signal Processing, 181: 107868-107892.

[13]. H. Wang, W. Mao, L. Eriksson (2019), *A Three-Dimensional Dijkstra's algorithm for multi-objective ship voyage optimization*, Ocean Engineering, 186:106131-106146.

[14]. Per-Erik D., Qingfen Lin (2003), *A Modified Fast Marching Method*, Conference: Image Analysis, 13th Scandinavian Conference, SCIA 2003, Halmstad, Sweden, 1154-1161.

[15]. Yuanchang Liu, Richard Bucknall, Xinyu Zhang (2017), *The fast marching method based intelligent navigation of an unmanned surface vehicle*, Ocean Engineering, 142: 363-376.

Ngày nhận bài: 17/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 25/4/2023
Người phản biện: PGS. TS. Võ Công Phương
PGS. TS. Đồng Văn Hướng

Bộ xử lý tín hiệu cảm biến ngọn lửa sử dụng trong hệ thống điều khiển nồi hơi, lò đốt rác

■ **PGS. TS. VƯƠNG ĐỨC PHÚC(*); ThS. BÙI VĂN TÚ**
Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email: (*)phucvd.ddt@vimaru.edu.vn

TÓM TẮT: Bộ xử lý tín hiệu cảm biến ngọn lửa là phần tử không thể thiếu trong hệ thống điều khiển của nồi hơi và lò đốt rác. Trong quá trình làm việc khắc nghiệt, bộ xử lý tín hiệu này thường xuyên xảy ra hỏng hóc do va đập cơ khí, nhiệt độ cao hoặc do các linh kiện điện tử bị hỏng. Trong thực tế, mỗi hãng sử dụng loại cảm biến ngọn lửa khác nhau nên bộ xử lý tín hiệu từ cảm biến cũng khác nhau dẫn đến khó khăn trong việc thay thế cũng như sửa chữa. Bài báo đề xuất bộ xử lý tín hiệu ngọn lửa đa năng có thể sử dụng cho bất cứ cảm biến nào để điều khiển, bảo vệ nồi hơi và lò đốt rác giúp tăng tính an toàn, kinh tế trong quá trình vận hành của hệ thống nồi hơi, lò đốt rác.

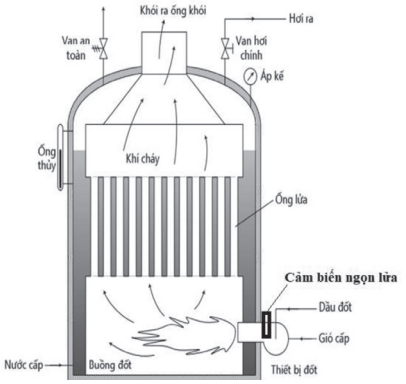
TỪ KHÓA: Cảm biến ngọn lửa, bộ xử lý LEA10, nồi hơi, lò đốt rác.

ABSTRACT: The flame sensor signal processor is an indispensable element in the control system of boilers and incinerators. In the process of harsh working, this signal processor often occurs damage due to mechanical shock, high temperature or damaged electronic components. In fact, each maker uses different types of flame sensors, so the signal processing unit from the sensor is also different, which makes it difficult to replace and repair. The article proposes a versatile flame signal processor that can be used for any sensor to control and protect boilers and incinerators to help increase safety and economy during the operation of the system boiler system, incinerator.

KEYWORDS: Flame sensor, siemens LEA10 processor, boiler, incinerator.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong nồi hơi *(Hình 1.1)* hoặc lò đốt rác, khi đốt nhiên liệu khí hoặc lỏng, ngọn lửa trong buồng đốt không phải lúc nào cũng ổn định, vì vậy trong một số trường hợp, ngọn lửa có thể tắt, gây nguy cơ nổ trong lò. Do đó, nồi hơi hay lò đốt rác phải được trang bị bộ xử lý cảm biến ngọn lửa nhằm kiểm soát và điều khiển cũng như bảo vệ chúng trong quá trình làm việc. Bộ xử lý cảm biến ngọn lửa đóng vai trò phát hiện ngọn lửa trong nồi hơi và trong trường hợp ngọn lửa mất thì sẽ tạo tín hiệu tự động bảo vệ. Do làm việc trong môi trường khắc nghiệt, nhiệt độ cao, thường xuyên rung lắc dẫn đến các linh kiện điện tử dễ bị hỏng.



Hình 1.1: Cấu trúc hệ thống nồi hơi

Trong nhiều năm qua, đã có nhiều bộ cảm biến xử lý và phát hiện ngọn lửa ra đời, phát triển, tuy vậy đều dựa trên một số phương pháp chính sau:

Đầu tiên là phương pháp (UV) phát hiện bức xạ tia cực tím ngay khi ngọn lửa xuất hiện [1, 2]. Vì hầu hết các đám cháy đều truyền bức xạ tia cực tím nên những thiết bị phát hiện này là một phương pháp được sử dụng phổ biến. Cảm biến dạng này thường sử dụng cho các cơ sở dễ xảy ra các mối nguy hiểm đặc biệt như cháy hydrocacbon, halogen và kim loại. Nó có nhược điểm là hoạt động trong các bước sóng không quá 300 nm.

Thứ hai, phương pháp quan sát bức xạ hồng ngoại (IR). Các khí nóng phát ra từ các đám cháy tạo ra các mẫu có bước sóng nhất định [3]. Dựa trên nguyên lý này, thiết bị phát hiện ngọn lửa hồng ngoại sẽ phát hiện được sự chuyển động nhấp nháy của ngọn lửa và đưa ra tín hiệu phù hợp. Loại này thường được sử dụng cho các ứng dụng phát hiện lửa như: xe chữa cháy tự hành, đo cường độ tia hồng ngoại của môi trường. Xe robot chữa cháy, báo cháy… Tầm phát hiện trong khoảng 80 cm, góc quét là 60 độ, có thể phát hiện lửa tốt nhất là loại có bước sóng từ 760 - 1.100 nm.

Thứ ba, phương pháp kết hợp phát hiện tia cực tím/ hồng ngoại (UV/IR) tích hợp cảm biến cho cả bức xạ UV và IR. Hai cảm biến hoạt động riêng biệt, như mô tả ở trên [4].

Thứ tư, phương pháp phát hiện ngọn lửa hồng ngoại đa phổ (MSIR) sử dụng nhiều bước sóng hồng ngoại để phân biệt rõ hơn bức xạ tạo ra ngọn lửa với các nguồn bức xạ không tạo ra ngọn lửa. Chúng có khả năng phản ứng nhanh với các đám cháy trong khoảng cách lên tới 60 m, cả trong nhà và ngoài trời [5, 6].

Tiếp theo là phương pháp phát hiện và xử lý hình ảnh ngọn lửa trực quan sử dụng cảm biến hình ảnh của thiết bị tích điện (CCD) để xác định sự hiện diện của đám cháy. Các cảm biến này xử lý video trực tiếp từ CCD để phân tích hình dạng và sự phát triển của các nguồn lửa có thể xảy ra,

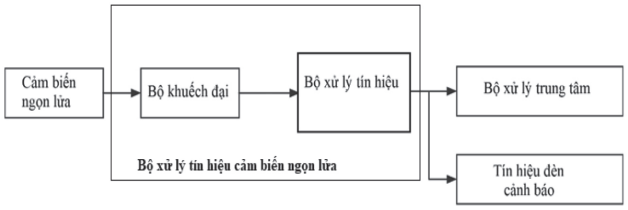
giúp chúng phân biệt xem đó có phải là nguy cơ hỏa hoạn thực sự hay không [6].

Trong nồi hơi, lò đốt rác cảm biến ngọn lửa còn được phát hiện thông qua ánh sáng trong lò. Việc phát hiện nó thông qua các cảm biến ánh sáng dạng quang trở (LDR) hoặc quang điện (RAR).

Mỗi loại cảm biến đều có ưu, nhược điểm riêng. Phương pháp tia hồng ngoại không chính xác do ánh sáng bức xạ điện tử, phương pháp UV hay bị hỏng, phương pháp tia nhìn thấy sử dụng cảm biến LDR hoặc RAR có độ trễ để phát hiện hiệu quả ngọn lửa. Phương pháp tia nhìn thấy sử dụng photodiode rất nhạy cảm với nhiệt độ, do đó không thể lắp đặt máy dò gần các vị trí có ngọn lửa. Việc sử dụng cảm biến dạng LDR và RAR có giá thành rẻ hơn, phù hợp với môi trường và có độ tin cậy cao nên được ứng dụng rộng rãi nhất trong điều khiển nồi hơi và lò đốt rác [3]. Phần tiếp theo sẽ trình bày về bộ xử lý ngọn lửa dạng cảm biến này.

2. MÔ HÌNH BỘ ĐIỀU KHIỂN

2.1. Cấu trúc hệ thống



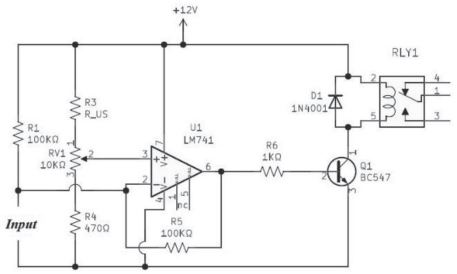
Hình 2.1: Mô hình hệ thống xử lý tín hiệu ngọn lửa

Cấu trúc bộ xử lý tín hiệu cảm biến ngọn lửa được chỉ ra trên *Hình 2.1*. Bộ xử lý nhận tín hiệu điện trở hoặc điện áp từ đầu báo ngọn lửa đặt tại lò. Thông qua bộ khuếch đại tín hiệu sẽ được đưa tới bộ xử lý và đưa ra tín hiệu điều khiển dạng rơ-le. Tín hiệu này được gửi tới hệ điều khiển trung tâm của nồi hơi. Với tín hiệu ra dạng rơ-le, bộ điều khiển sẽ đưa ra tín hiệu cảnh báo, điều khiển được lập trình trước.

2.2. Thiết kế bộ xử lý tín hiệu ngọn lửa

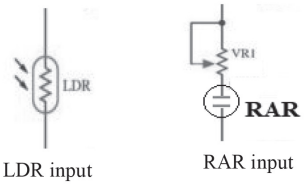
Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả sẽ nghiên cứu các bộ điều khiển khác nhau để phân tích, đánh giá và đưa ra bộ điều khiển có thể làm việc với nhiều loại cảm biến khác nhau. *Hình 2.1* chỉ ra cấu trúc chung của hệ thống xử lý tín hiệu ngọn lửa. Trong đó, bộ xử lý tín hiệu cảm biến ngọn lửa có thể sử dụng các IC khác nhau như IC 741, IC 555, IC LM 393. *Hình 2.2*, *Hình 2.4*, *Hình 2.5* lần lượt là sơ đồ cấu trúc IC 741, IC 555 và IC LM 393.

IC 741 này được sử dụng rất nhiều trong các mạch khuếch đại âm thanh, mạch dao động, mạch lọc, mạch chuyển đổi U-I hay I-U, mạch vi phân, mạch tích phân… LM741 là một bộ khuếch đại đa năng. Trong ứng dụng cảm biến ngọn lửa có thể sử dụng theo 2 cách ứng với 2 dạng tín hiệu LDR và RAR.



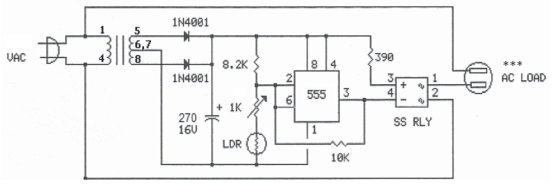
Hình 2.2: Ứng dụng IC 741 trong bộ xử lý tín hiệu cảm biến ngọn lửa

Hình 2.3 trình bày ứng dụng khi sử dụng cả cảm biến LDR và RAR, khi ánh sang thay đổi thì LDR sẽ thay đổi điện trở (thường từ hàng 100kΩ trạng thái không có ngọn lửa còn dưới 5kΩ khi lửa xuất hiện). Tín hiệu này thay đổi điện áp đầu vào đảo của IC741. Lúc này, đầu ra trên chân 6 lật ngưỡng điều khiển Q_1 thông, rơ-le RLY1 có điện. Cặp tiếp điểm của nó sẽ được đưa ra dùng điều khiển trong hệ thống. Để điều chỉnh độ nhạy theo cảm biến thực tế ta dụng chiết áp RV1.



Hình 2.3: Tín hiệu đầu vào trong thiết kế

Hoàn toàn tương tự như tín hiệu LDR, khi ánh sáng thay đổi thì điện áp trên RAR thay đổi, lúc này sẽ thay đổi điện áp đầu vào của khuếch đại IC741. Việc hiệu chỉnh tín hiệu này được thực hiện thông qua biến trở VR_1.

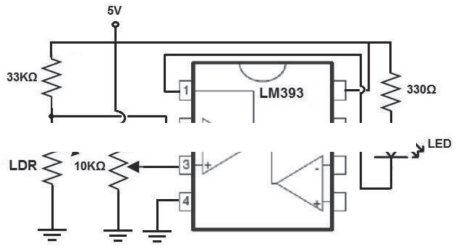


Hình 2.4: Ứng dụng IC 555 trong bộ xử lý tín hiệu cảm biến ngọn lửa

Ngoài việc sử dụng IC741 thì IC555 hoặc LM393 cũng có thể ứng dụng với chức năng tương đương. Để giảm giá thành cũng như đơn giản thì IC555 là lựa chọn phù hợp nhất.

Về cấu tạo của IC NE555 sẽ gồm có một bộ khuếch đại có tác dùng so sánh điện áp, một mạch lật và transistor giúp triển khai việc xả điện. Khi mà điện áp ở chân số 2 (trig) ở dước mức điện áp kích thì mạch Flip - Flop sẽ ở trạng thái Set (mức 1), điều này làm cho gõ ra (OUT) ở mức cao (mức1). Còn khi điện áp cao hơn mực áp kích và nó đồng thời trên ngưỡng (THRES - chân 6) thì tự mạc Flip - Flop sẽ bị reset về mức 0, đầu ra cũng output xuống mức 0.

LM393 là một IC so sánh điện áp 8 chân được sử dụng rộng rãi. IC nhỏ này được tích hợp nhiều tính năng phù hợp để sử dụng làm bộ so sánh. IC chứa hai bộ khuếch đại so sánh độ chính xác cao riêng biệt có thể hoạt động từ nguồn điện đơn hoặc kép. Một tính năng khác là dải điện áp cung cấp rộng nên có thể sử dụng IC trong nhiều ứng dụng khác nhau. IC này yêu cầu dòng điện hoạt động thấp, do đó rất lý tưởng để sử dụng trong các thiết bị di động và hoạt động bằng pin. Hệ thống logic đầu ra có thể được sử dụng trong các mạch kỹ thuật số. Dòng điện đầu ra tối đa của IC là 20 mA đủ để điều khiển các transistor và hệ thống logic, thiết bị logic và vi điều khiển.



Hình 2.5: Ứng dụng IC LM393

Từ phân tích chức năng, cấu tạo của từng IC bên trên, nhóm tác giả chọn LM373 cho mạch của bộ xử lý tín hiệu ngọn lửa. LM373 phù hợp với điều kiện khắc nghiệt trên tàu, mang lại tính ổn định tin cậy cho hệ thống trong khi làm việc.

3. CHẾ TẠO THỬ NGHIỆM

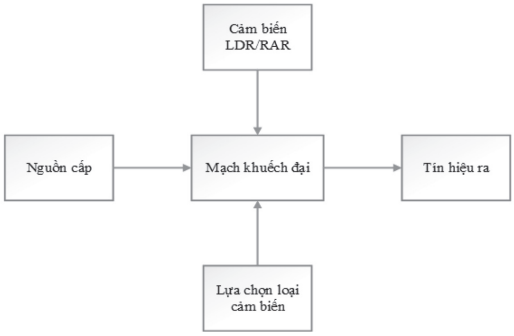
3.1. Lựa chọn mô hình

Thực tế cảm biến lửa đang được trang bị cho nồi hơi, lò đốt rác dưới tàu như hãng Aalborg, Saacke, KangRim, TeamTec (hệ châu Âu) đều sử dụng loại RAR, còn các tàu do Nhật Bản, Trung Quốc đóng trang bị các cảm biến ngọn lửa dạng LDR (có thể kể đến hãng Miura, Sunflame, Volcano…). Chính vì thế, nhóm tác giả đi sâu phân tích và ứng dụng mạch sử dụng mạch hai dạng cảm biến LDR và RAR.

3.2. Triển khai thực hiện

Mạch nguồn được lựa chọn như *Hình 3.2*. Mạch nguồn ổn định 15V cấp cho IC khuếch đại. Nếu muốn điện áp thấp hơn sử dụng LM7812 +LM7912 để cho điện áp 12V; LM7805 +LM7905 để cho điện áp 5V.

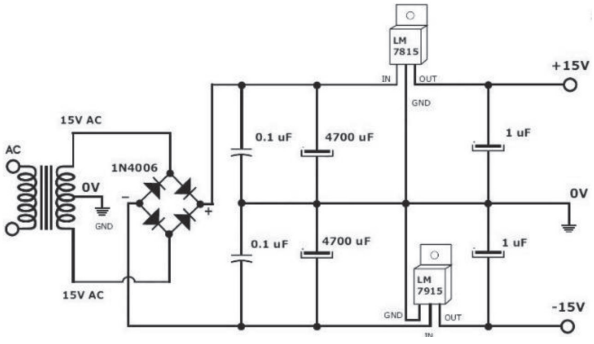
Mạch điều khiển được chế tạo theo nguyên lý *Hình 3.1*. Việc chuyển mạch giữa các loại cảm biến được thực hiện nhờ công tắc gạt.



Hình 3.1: Cấu trúc bộ xử lý ngọn lửa khi triển khai

3.3. Thực nghiệm

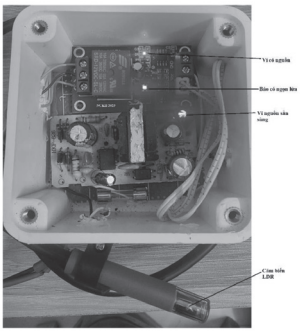
Trước khi xây dựng mô hình vật lý, nhóm tác giả mô phỏng nguyên lý trên phần mềm mô phỏng Proteus 8.10. Bộ thiết kế làm việc ổn định với các loại cảm biến dạng LDR và RAR.



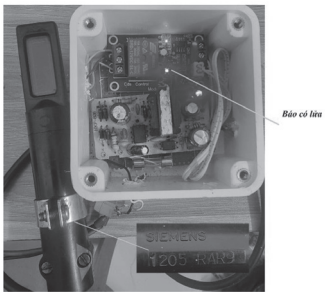
Hình 3.2: Mạch nguồn đối xứng

Khi thử nghiệm với cảm biến LDR, sử dụng cảm biến LDR đang được lắp trên tàu để kiểm tra kết quả như *Hình 3.3*. Mạch làm việc ổn định với độ sáng thay đổi được nhờ biến trở trong mạch.

Khi thử nghiệm với cảm biến RAR 9 do hãng Siemens chế tạo đang được sử dụng, bộ xử lý làm việc ổn định và có thể điều chỉnh được độ sáng (độ nhạy của cảm biến) theo yêu cầu vận hành (*Hình 3.4*).



Hình 3.3: Thử nghiệm với cảm biến LDR



Hình 3.4: Thử nghiệm với cảm biến RAR9

4. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, chúng tôi trình bày các bước thiết kế bộ xử lý tín hiệu ngọn lửa sử dụng trong nồi hơi, lò đốt rác. Cấu trúc hệ thống được đề xuất và tiến hành mô phỏng trên phần mềm Proteus để đánh giá chất lượng. Qua kết quả mô phỏng cấu trúc bộ xử lý tín hiệu, nhóm tác giả tiến hành chế tạo thử nghiệm bộ xử lý này. Bộ xử lý đã hoạt động ổn định khi kiểm tra với các dạng cảm biến đang có được lắp đặt trên nồi hơi, lò đốt rác trên tàu thủy. Với giải pháp đưa ra đã giải quyết được bài toán trong thực tế sửa chữa được chủ động, giá thành giảm, góp phần khai thác hiệu quả, an toàn tàu biển tại Việt Nam.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong Đề tài mã số DT22-23.51.

Tài liệu tham khảo

[1]. D. Bolliger, P. Malcovati, A. Haberli, H. Baltes, P. Sarro and F. Maloberti (Feb. 1996), *Integrated ultraviolet sensor system with on-chip 1 GΩ transimpedance amplifier*, in Proc. IEEE Int. Solid-State Circuits Conf., San Francisco, CA, pp.328-329.

[2]. Carrier (February 2020), *Methods of flame detection*, Document of Flame detection.

[3]. C. Kranz (1995), *A new flame detection method for two channels infrared flame detectors*, in Proc. Institute Electrical and Electronics Engineers 29th Annu, Int. Carnahan Conf. Security Technology, Sanderstead, U.K., pp.209-213.

[4]. Hyeon Bae; Sungshin Kim; Bo-Hyeun Wang; Man Hyung Lee; F. Harashima (February 2006), *Flame Detection for the Steam Boiler Using Neural Networks and Image Information in the Ulsan Steam Power Generation Plant*, IEEE transactions on industrial electronics, vol.53, no.1.

[5]. Kayra Kurşun, Levent Özdemir and Hakan Ersoy, *Performance Identification of a Steam Boiler Burner via Acoustic Analysis*, Processes 2022, 10, 1223.

[6]. Yamagishi and J. Yamaguchi 1999, *Fire flame detection algorithm using a color camera*, in Proc. Int. Symp. Micromechatronics and Human Science, Nagoya, Japan, pp.255-259.

Ngày nhận bài: 01/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 01/4/2023
Người phản biện: TS. Đào Quang Khanh
TS. Đỗ Khắc Tiệp

Nghiên cứu ứng dụng GIS và viễn thám trong xây dựng mô hình dự báo vùng ngập do nước biển dâng phục vụ quy hoạch giao thông

■ **ThS. VŨ NGỌC PHƯỢNG**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: phuongvn@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Biến đổi khí hậu (BĐKH) là nguyên nhân khiến nước biển dâng, đe dọa nhiều đảo và vùng ven biển của nhiều quốc gia, trong đó có Việt Nam. Theo tóm tắt của kịch bản nước biển dâng RCP8.5, đến cuối thế kỉ 21, mực nước biển dâng trung bình toàn khu vực biển Đông là 77 cm (51 - 106 cm), cao nhất ở khu vực quần đảo Hoàng Sa là 78 cm (52 - 107 cm). Trung bình toàn dải ven biển là 73 cm (49 - 103 cm [1]). Nếu kịch bản này diễn ra, nhiều khu vực đất liền ven biển và vùng đất trũng sẽ bị chìm trong nước, thậm chí, có khu vực sẽ bị ngập sâu vĩnh viễn. Trên thực tế, BĐKH đã và đang tác động không nhỏ đến mọi mặt của đời sống xã hội, trong đó phải kể đến vấn đề hư hỏng hay sập đổ các công trình giao thông như cầu, cống, đường tàu, hệ thống thoát nước, nhà cửa... gây ảnh hưởng rất lớn đến cuộc sống người dân. Do đó, nghiên cứu đã tiến hành xây dựng mô hình dự báo vùng ngập do mực nước biển dâng bằng công nghệ GIS và viễn thám, thống kê được diện tích đất bị mất theo 6 kịch bản nước biển dâng (50 - 100 cm, với bước nhảy 10 cm) cho huyện Diễn Châu, tỉnh Nghệ An.

TỪ KHÓA: GIS, viễn thám, nước biển dâng, Nghệ An.

ABSTRACT: Climate change is the cause of sea level rise, threatening many islands and coastal areas of many countries, including Vietnam. According to the summary of the sea level rise scenario RCP8.5, by the end of the 21st century, the average sea level rise in the entire East Sea region is 77 cm (51 - 106 cm), the highest in the Paracel Islands region is 78 cm (52 - 107 cm). The average for the entire coastal strip is 73 cm (49 - 103 cm). If this scenario occurs, many coastal areas and low-lying areas will be submerged. Even some areas will be permanently flooded. In fact, climate change has been and is affecting all aspects of social life, including the problem of damage or collapse of transportation infrastructure such as bridges, culverts, railways, drainage systems, houses... causing a great impact on people's lives. Therefore, a study has been conducted to build a model for predicting the flooded areas due to sea level rise using GIS and remote sensing technology, estimating the area of land lost according to 06 sea level rise scenarios (50 - 100 cm, with a step of 10 cm) for Dien Chau district, Nghe An province.

KEYWORDS: GIS, Remote sensing, sea level rise, Nghệ An province.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

BĐKH là nguyên nhân khiến nước biển dâng, đe dọa nhiều đảo và vùng ven biển của nhiều quốc gia, trong đó có Việt Nam. Theo tóm tắt của kịch bản nước biển dâng RCP8.5, đến cuối thế kỉ 21, mực nước biển dâng trung bình toàn khu vực biển Đông là 77 cm (51 - 106 cm), cao nhất ở khu vực quần đảo Hoàng Sa là 78 cm (52 - 107 cm). Trung bình toàn dải ven biển là 73 cm (49 - 103 cm) [1]. Nếu kịch bản này diễn ra, nhiều khu vực đất liền ven biển và vùng đất trũng sẽ bị chìm trong nước, thậm chí có khu vực sẽ bị ngập sâu vĩnh viễn.

Việc này có thể gây ra những hậu quả nghiêm trọng: gia tăng bão lụt tại các khu vực ven biển; làm mất đất canh tác màu mỡ; tăng diện tích bị nước mặn hoặc nước lợ xâm nhập; làm mất đi tính đa dạng của hệ động, thực vật. Bên cạnh đó, ngập lụt có thể gây hư hỏng hay sập đổ các công trình giao thông như cầu, cống, đường tàu, hệ thống thoát nước, nhà cửa [2] và sẽ làm giao thông bị tê liệt trong thời gian dài gây tác động trực tiếp đến đời sống sinh hoạt của người dân. Đặc biệt trong bối cảnh hiện nay, rất nhiều địa phương quy hoạch xây dựng và nâng cấp hạ tầng giao thông ven biển hiện đại để quảng bá du lịch cũng như phát triển kinh tế - xã hội.

Tác động của mực nước biển dâng đến các khu vực rất khác nhau, còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: công trình phòng hộ ven biển, địa hình... Vì vậy, cần xây dựng một mô hình có thể chạy được nhiều kịch bản khác nhau hay mô hình 3D để trực quan hóa ảnh hưởng của mực nước biển dâng [3]. Nghiên cứu sẽ ứng dụng công nghệ GIS và viễn thám để xây dựng mô hình dự báo vùng ngập do nước biển

dâng phục vụ cho quy hoạch giao thông với các tỉnh ven biển.

2. NỘI DUNG

2.1. Tài liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1.1. Tài liệu nghiên cứu

Để phục vụ cho việc thử nghiệm mô hình ứng dụng GIS và viễn thám trong hỗ trợ dự báo thu hẹp đất ven biển do nước biển dâng cần thu thập một số dữ liệu sau:

- Ranh giới hành chính cấp huyện, cấp xã tại khu vực nghiên cứu;
- Dữ liệu ảnh Landsat 8;
- Bản đồ địa hình;
- Báo cáo kịch bản nước biển dâng trong tài liệu kịch bản BĐKH được Bộ Tài nguyên và Môi trường cập nhật và công bố năm 2020.

Các dữ liệu thu thập được sẽ phân tích và đánh giá về tính đầy đủ, độ tin cậy và tính chính xác.

2.1.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp xử lý ảnh viễn thám: Dưới công cụ hỗ trợ là phần mềm xử lý ảnh Envi, ảnh Landsat sẽ được chiết tách và phân loại thông tin về lớp phủ mặt đất. Nghiên cứu sử dụng phương pháp phân loại có kiểm định maximum likelihood (MLE). Phương pháp MLE được xây dựng dựa trên cơ sở giả thuyết hàm mật độ xác suất tuân theo luật phân bố chuẩn. Nó hoạt động theo nguyên tắc sử dụng các số liệu mẫu để xác định hàm mật độ phân bố xác suất của mỗi loại phân lớp thảm phủ cần phân loại đối với mỗi điểm ảnh, sau đó tính xác suất của mỗi loại và cuối cùng gán điểm ảnh về loại hình thảm phủ có xác suất cao nhất [4]. Do đó, phương pháp này cho độ chính xác cao.

- Phương pháp GIS:

Phương pháp này sẽ dùng để tạo mô hình số độ cao, kết hợp với lớp nước mặt để tiến hành phân tích, thống kê diện tích đất bị ngập do mực nước biển dâng.

- Phương pháp giả định: Căn cứ vào báo cáo kịch bản nước biển dâng, nghiên cứu sẽ giả định các trường hợp mực nước biển dâng lên khác nhau ở những thời điểm khác nhau trong tương lai, kết hợp với phương pháp GIS cho ra những kết quả khách quan nhất về tác động của nó đến khu vực đất ven biển.

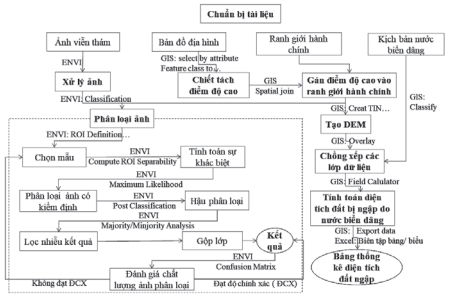
- Phương pháp mô hình hóa: Phương pháp mô hình hóa là một phương pháp khoa học để nghiên cứu các đối tượng, các quá trình… bằng cách xây dựng các mô hình của chúng (các mô hình này bảo toàn các tính chất cơ bản được trích ra của đối tượng đang nghiên cứu) và dựa trên mô hình đó để nghiên cứu trở lại đối tượng thực. Đề tài nghiên cứu xây dựng mô hình phục vụ dự báo vùng ngập lụt do nước biển dâng.

- Phương pháp thử nghiệm thực tế: Phương pháp này được sử dụng để kiểm chứng mô hình ứng dụng GIS và viễn thám trong hỗ trợ dự báo thu hẹp đất do mực nước biển dâng trên một địa bàn cụ thể.

2.2. Quy trình xây dựng mô hình

Qua tìm hiểu các nghiên cứu trên thế giới và trong nước liên quan đến lĩnh vực của đề tài, tác giả nhận thấy các mô hình tính thủy lực nổi tiếng mô phỏng dòng chảy trên sông như: mô hình HEC-RAS; mô hình Mike; mô hình Telemac; mô hình WMS đều dựa trên các kịch bản BĐKH đã được công bố và kết hợp công nghệ để phân tích, đánh giá. Như vậy, công nghệ GIS và viễn thám hoàn toàn có thể ứng dụng để đánh giá tổng quan trên một vùng rộng lớn đồng thời phương pháp cũng đơn giản, cho kết quả nhanh chóng [5-11].

Trên cơ sở đó, tác giả đã đề xuất mô hình khái niệm hỗ trợ dự báo vùng ngập do mực nước biển dâng bằng công nghệ GIS và viễn thám như sơ đồ *Hình 2.1.*



Hình 2.1: Mô hình hỗ trợ dự báo vùng đất ngập do nước biển dâng

Sau khi chuẩn hóa các dữ liệu đầu vào ta sẽ tiến hành xử lý dữ liệu.

- Xử lý ảnh viễn thám:

Sử dụng phần mềm ENVI tiến hành cắt, ghép ảnh, tăng độ nét và lọc ảnh. Mục đích của việc lọc ảnh là để tăng cường độ tương phản của ảnh để thể hiện rõ hơn một số đối tượng cần quan tâm nhưng làm thay đổi các giá trị pixel và tạo ra file ảnh lọc mới.

- Phân loại ảnh:

Trong mô hình chỉ đề cập đến phân loại ảnh có kiểm định bởi có sử dụng vùng mẫu làm cơ sở phân loại. Nghiên cứu lựa chọn phương pháp phân loại MLE bằng phần mềm ENVI vì đây là phương pháp phân loại chính xác mặc dù mất nhiều thời gian tính toán và phụ thuộc vào sự phân bố chuẩn của dữ liệu.

** Tạo mô hình số độ cao (DEM):*

- Ghép các mảnh bản đồ bằng công cụ Merge trên thanh thực đơn Geoprocessing của GIS.
- Tách lớp độ cao trong bản đồ địa hình thành một lớp riêng theo đúng ranh giới khu vực nghiên cứu bằng công cụ Select by location.
- Tạo mô hình TIN trên trường dữ liệu "Elevation" và chuyển mô hình TIN sang dạng raster sẽ được mô hình số độ cao (DEM).

** Chồng xếp các lớp dữ liệu:*

Việc chồng xếp các lớp: Hiện trạng lớp phủ mặt đất, mô hình DEM và kịch bản nước biển dâng sẽ giúp tính toán được diện tích đất ngập do mực nước biển dâng.

Thống kê diện tích đất bị ngập bằng công cụ Summary Statistics.

2.3. Thực nghiệm mô hình

Phạm vi nghiên cứu thử nghiệm mô hình dự báo vùng đất ngập do mực nước biển dâng tại huyện Diễn Châu, tỉnh Nghệ An.

2.3.1. Dữ liệu đầu vào

Dữ liệu thu thập được gồm 15 mảnh bản đồ địa hình tỷ

lệ 1:25.000 của huyện Diễn Châu có định dạng *.dgn, bản đồ hành chính cấp huyện, xã ở định dạng *.shp.

Dữ liệu ảnh Landsat 8 được thu thập từ https://glovis.usgs.gov/ đã được hiệu chỉnh hình học và có độ phủ mây dưới 8%.

Các bản đồ, ảnh vệ tinh được đưa về cùng hệ tọa độ UTM zone 48, datum WGS-84.

Các kịch bản BĐKH được Bộ Tài nguyên và Môi trường cập nhật năm 2020, nguy cơ ngập vì nước biển dâng được xây dựng theo các mức ngập từ 50 - 100 cm với bước cao đều là 10 cm.

2.3.2. Phân loại ảnh

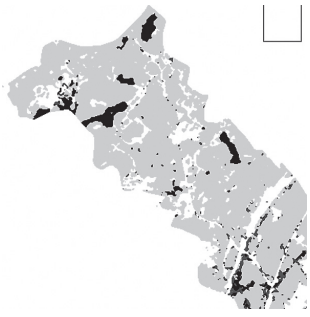
Tại khu vực nghiên cứu, tiến hành phân lớp phủ mặt đất thành 4 loại: đất dân cư (Dancu), đất giao thông (Giaothong), đất thủy hệ (Thuyhe), Thực vật (Thucvat). Xác định đặc điểm của từng loại đất trên (khóa giải đoán) như *Bảng 2.1*.

Bảng 2.1. Khóa giải đoán cho ảnh tổ hợp màu giả RGB: kênh 7,5,1

TT	Đối tượng	Ảnh mẫu	Yếu tố giải đoán	Thuyết minh
1	Đất khu dân cư		Màu hồng, hình dạng không xác định, cấu trúc lốm đốm	Tổ hợp màu giả RGB: kênh 7, 5, 1.
2	Đất giao thông		Màu tím nhạt, có dạng tuyến, cấu trúc tương đối mịn	
3	Đất thủy hệ		Màu xanh lam hoặc màu chàm tối, có dạng hình tuyến hoặc vùng rộng, cấu trúc mịn	
4	Đất thực vật		Màu xanh lá cây đậm hoặc nhạt tùy thuộc loại hình sử dụng đất, cấu trúc tương đối mịn	

Tiến hành chọn mẫu cho các vùng thử nghiệm (ROI), sau đó tính toán sự khác biệt giữa các mẫu để kiểm tra độ tin cậy của mẫu đã chọn bằng tính năng Compute ROI Separability trên Envi. Kết quả cho thấy các cặp giá trị thể hiện sự khác biệt giữa các mẫu đều nằm trong khoảng từ 1,9 đến 2,0 chứng tỏ các mẫu được chọn có sự khác biệt tốt.

Sử dụng thuật toán MLE để phân loại ảnh, sau đó lọc nhiễu bằng phương pháp Majority Analysis để gộp những pixel lẻ tẻ hoặc lẫn trong các lớp vào chính lớp chứa nó. Kết quả nhận được như *Hình 2.2*.



Hình 2.2: Ảnh phân loại lớp phủ mặt đất sau khi lọc nhiễu

Kết quả đánh giá chất lượng phân loại lớp phủ mặt đất tại khu vực huyện Diễn Châu được thể hiện ở *Hình 2.3*.

Confusion Matrix: C:\NCKH\H. DIEN CHAU\H. QUYNH LUU\majority

Overall Accuracy = (3877/3922) 98.8526%
Kappa Coefficient = 0.9828

	Ground Truth (Pixels)				
Class	Dancu	Giaothong	Thuyhe	Thucvat	Total
Unclassified	0	0	0	0	0
Dancu [Yellow	1130	0	0	0	1130
Giaothong [Re	3	67	4	11	85
Thuyhe [Cyan]	0	0	1087	0	1087
Thucvat [Gree	0	1	26	1593	1620
Total	1133	68	1117	1604	3922

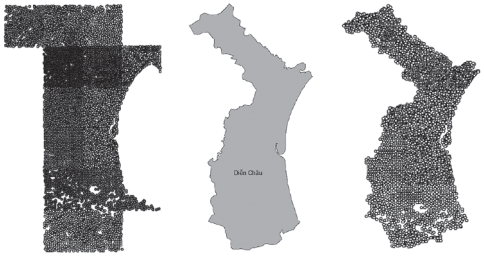
Hình 2.3: Đánh giá sai số Pixel dự đoán bằng chỉ số KAPPA

Theo đó, chỉ số Kappa = 0,9828 cho thấy kết quả phân loại lớp phủ mặt đất tại huyện Diễn Châu đảm bảo độ chính xác và hoàn toàn đáp ứng làm dữ liệu xác định diện tích đất bị thu hẹp do nước biển dâng (khoảng tham chiếu cho mức hoàn hảo nhất của chỉ số này là > 0,9 hay tỷ lệ phần trăm độ tin cậy của dữ liệu từ 82 - 100% [12]).

2.3.3. Tạo mô hình số độ cao (DEM)

- Chiết tách điểm độ cao gán lớp độ cao vào ranh giới hành chính huyện Diễn Châu:

Từ l5 mảnh bản đồ địa hình ở định dạng *.dgn, tiến hành ghép mảnh từ lớp địa hình và tách độ cao gán vào ranh giới huyện để được định dạng *.shp.



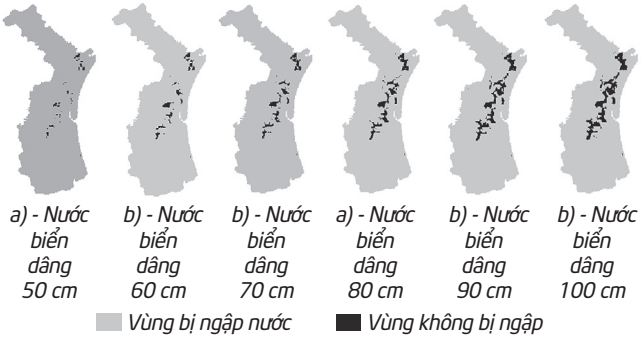
Hình 2.4: Chiết tách điểm độ cao và gán theo ranh giới huyện Diễn Châu

- Tạo DEM:

Từ trường dữ liệu độ cao 'Elevation' tiến hành tạo mô hình TIN, sau đó để có mô hình DEM thì cần chuyển mô hình TIN sang dạng vector trong GIS.

Hình 2.5: Mô hình số độ cao khu vực huyện Diễn Châu - Nghệ An

Dựa trên nội dung báo cáo tổng hợp kịch bản BĐKH [1] và mô hình DEM đã tạo lập, tiến hành phân loại lại DEM thành hai mức giá trị: vùng bị ngập và vùng không bị ngập theo 6 kịch bản thể hiện trong *Hình 2.6*.



Hình 2.6: Phân vùng vùng bị ngập theo các kịch bản nước biển dâng

2.3.4. Tính toán diện tích đất bị ngập do mực nước biển dâng

Để tính toán diện tích đất bị ngập cần phải chồng xếp kết quả vùng bị ngập nước theo các kịch bản vừa tính toán *(Hình 2.6)* với kết quả phân loại lớp phủ mặt đất ở *Hình 2.2* bằng thuật toán Intersect. Kết quả tổng hợp như *Bảng 2.2*.

Bảng 2.2. Thống kê diện tích đất bị ngập do nước biển dâng tại huyện Diễn Châu - tỉnh Nghệ An

Loại hình sử dụng đất	Diện tích đất bị ngập do nước biển dâng (m^2)					
	Kịch bản 50 cm	Kịch bản 60 cm	Kịch bản 70 cm	Kịch bản 80 cm	Kịch bản 90 cm	Kịch bản 100 cm
Khu dân cư	902057,898	1968324,429	2879260,021	3778216,231	5081655,654	6040726,474
Giao thông	407430,8872	1152153,017	2180874,075	3090862,561	3955998,388	4654662,494
Thực vật	1211671,244	2462433,822	3543648,637	4735919,85	6051744,538	6874533,383
Tổng	**2521160,029**	**5582911,268**	**8603782,733**	**11604998,64**	**15089398,58**	**17569922,35**

3. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

3.1. Kết luận

Nghiên cứu đã xây dựng được mô hình thu hẹp đất do nước biển dâng trên địa bàn huyện Diễn Châu, tỉnh Nghệ An. Do đặc thù địa hình tỉnh Nghệ An, miền núi chiếm tới 83% diện tích lãnh thổ cho nên khi thử nghiệm mô hình và thống kê phần diện tích ngập theo kịch bản từ 50 cm đến 100 cm với bước nhảy là 10 cm là tương đối nhỏ trên địa bàn nghiên cứu. Tuy nhiên, kết quả mô hình rõ ràng và tổng quát được các nội dung cần thực hiện, có thể được sử dụng cho nhiều khu vực nghiên cứu khác.

Nghiên cứu đã phân loại được lớp phủ mặt đất cho huyện Diễn Châu với độ chính xác cao (Kappa > 98%), đồng thời cũng đã thành lập được mô hình số độ cao cho khu vực nghiên cứu với độ phân giải cao 1,0 m.

3.2. Kiến nghị

Kết quả nghiên cứu có thể được sử dụng làm tài liệu tham khảo cho các chuyên ngành: bản đồ, viễn thám và GIS… Bên cạnh đó, chính quyền địa phương căn cứ lựa chọn phương án quy hoạch giao thông phù hợp hay khi triển khai làm các hạng mục công trình giao thông cần tính toán thiết kế đê biển, đê bao, đê sông, kè, hệ thống thoát nước hợp lý cũng như sử dụng nguyên vật liệu có khả năng chịu ngập úng cao nhằm khắc phục những hạn chế mà BĐKH có thể gây ra cho chính địa phương.

Tác giả kiến nghị, để tăng tính trực quan của kết quả nghiên cứu có thể đưa ảnh vệ tinh lên trên bề mặt DEM để thấy rõ độ sâu cũng như độ rộng của vùng ngập lụt, đồng thời có thể chồng xếp thêm bản đồ hiện trạng sử dụng đất để thống kê chi tiết từng loại đất bị mất khi nước biển dâng.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học GTVT trong Đề tài mã số T2023-CT-002.

Tài liệu tham khảo

[1]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020), *Báo cáo tổng hợp kịch bản biến đổi khí hậu*.

[2]. Nguyễn Thị Minh Hằng (2012), *Ứng dụng viễn thám và công nghệ GIS xây dựng bản đồ ngập lụt khu vực Hà Tĩnh*.

[3]. Đỗ Thành Long, Trần Thái Bình, Trần Đình Trung (2016), *Nghiên cứu công nghệ 3D xây dựng mô hình ngập trên nền webGIS khu vực TP. Hồ Chí Minh*, Science & Technology Development 19, 82-88.

[4]. Lê Văn Trung (2010), *Viễn thám*, NXB. Đại học quốc gia TP. Hồ Chí Minh.

[5]. Đào Đình Châm, Nguyễn Thái Sơn, Nguyễn Quang Minh (2013), *Ứng dụng công nghệ viễn thám và hệ thống thông tin địa lý trong đánh giá diễn biến bãi bồi ven biển cửa đáy qua các thời kỳ (1996-2011)*, Tạp chí các khoa học về Trái đất, 35 (4), 349-356.

[6]. Huỳnh Thị Lan Hương (2012), *Nghiên cứu đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến ngành Nông nghiệp tỉnh Quảng Ngãi*.

[7]. Lê Quang Cảnh, Lê Văn Thăng, Nguyễn Huy Anh (2012), *Ứng dụng GIS xây dựng bản đồ bị tổn thương do nước biển dâng gây ra đối với diện tích đất trồng lúa ở dải ven biển tỉnh Phú Yên*, Tạp chí khoa học Đại học Huế, 74B (5), 17-24.

[8]. David Letson (2016), *Climate Change, Sea Level Rise, and Implications for Florida Agriculture and Natural Resources*, Florida Agricultural Policy Outlook Conference.

[9]. Helenmary M. Hotz, Alan D. Christian (2015*), Using GIS and Remote Sensing to Analyze Lake Level Rise of Étang Saumâtre, Haiti*, International Journal of Geospatial and Environmental Research, 2 (1), 1-12.

[10]. Hossain M.A. (2010), *Global Warming induced Sea Level Rise on Soil, Land and Crop Production Loss in Bangladesh*, 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, Brisbane, Australia.

[11]. Manish Kumar (2015), *Remote sensing and GIS based sea level rise inundation assessment of Bhitarkanika forest and adjacent eco-fragile area, Odisha*, International Journal of *Geomatics and Geosciences*.

[12]. Mary L McHugh (2012), *Interrater reliability: the kappa statistic*, Biochem Med (Zagreb).

Ngày nhận bài: 21/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 27/4/2023
Người phản biện: TS. Lê Khánh Giang
TS. Đỗ Văn Mạnh

Nghiên cứu, xây dựng mô hình thử nghiệm các bộ điều khiển cho các tàu chở hàng, tàu chở container có tương tác với các nhiễu loạn từ môi trường

■ **ThS. ĐOÀN HỮU KHÁNH(*); PGS. TS. ĐINH ANH TUẤN; PGS. TS. HOÀNG ĐỨC TUẤN**
Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email: (*)khanhdh.ddt@vimaru.edu.vn

TÓM TẮT: Bài báo trình bày việc xây dựng một mô hình để nghiên cứu, thử nghiệm các bộ điều khiển chuyển động áp dụng cho các tàu chở hàng, tàu chở container nhằm tiết kiệm thời gian và chi phí. Một mô hình động học con tàu ảo được xây dựng bằng phần mềm Unity3D sẽ đóng vai trò là một đối tượng điều khiển. Bên cạnh đó, một giải pháp kết nối giữa phần mềm Matlab/Simulink với phần mềm Unity3D để thử nghiệm việc điều khiển con tàu ảo từ các bộ điều khiển được xây dựng trên phần mềm Matlab cũng được đề xuất. Ngoài ra, nhóm tác giả cũng xây dựng một giao diện giúp thay đổi các lực và mô-men do các yếu tố nhiễu môi trường tác động lên con tàu nhằm tạo ra các kịch bản khác nhau giống như con tàu thực vận hành trên biển. Quá trình thử nghiệm cho thấy mô hình hoạt động tốt, đáp ứng được các yêu cầu đặt ra.

TỪ KHÓA: Mô hình động học, Unity3D, Matlab/Simulink, nhiễu môi trường.

ABSTRACT: This paper presents the construction of a model to research and test motion controllers applied to cargo ships and container ships in order to save time and costs. A virtual dynamic model built using Unity3D software will act as a control object. Besides, a solution to connect Matlab/Simulink software with Unity3D software to test the control of virtual ships from controllers built on Matlab software is also proposed. In addition, the authors also built an interface that helps to change the forces and moments due to environmental disturbances acting on the ship to create different scenarios like a real ship operating at sea. The testing process shows that the model works well and meets the set requirements.

KEYWORDS: Dynamic model, Unity3D, Matlab/Simulink, environmental disturbances.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam là đất nước có đường bờ biển dài nên các hoạt động giao thông đường thủy chiếm một tỉ trọng khá lớn. Hiện nay, ở nước ta, các công ty vận tải biển ngày càng phát triển về chất lượng dịch vụ, số lượng đội tàu cũng như đội ngũ thuyền viên. Vì vậy, việc nghiên cứu các phương pháp để điều khiển các con tàu ngày càng tốt hơn, tiết kiệm nhiên liệu hơn đang là một nhiệm vụ quan trọng đặt ra cho các nhà khoa học trong lĩnh vực này.

Việc nghiên cứu, thử nghiệm các bộ điều khiển cho tàu thủy nếu thử nghiệm trên tàu thật gặp rất nhiều khó khăn do chi phí vận hành một con tàu thực là rất tốn kém, chưa kể đến vấn đề an toàn cũng như mất nhiều thời gian để thử nghiệm. Để giải quyết điều đó, nhóm tác giả đề xuất một giải pháp kết nối giữa phần mềm Matlab chứa các bộ điều khiển và phần mềm Unity3D chứa mô hình động học 3D của con tàu. Mô hình con tàu có thể được thiết kế với nhiều loại tàu khác nhau với kích thước, trọng lượng, công suất máy chính… và mô hình toán khác nhau giúp cho việc thử nghiệm các thuật toán điều khiển dễ dàng và tiện lợi hơn.

2. XÂY DỰNG MÔ HÌNH ĐỘNG HỌC 3D TÀU THỦY

2.1. Hệ phương trình toán của con tàu

Để thực hiện mô phỏng 3D quá trình động học của con tàu giống với thực tế thì trước tiên đòi hỏi nhà thiết kế phải có đầy đủ các phương trình toán mô hình hóa đối tượng con tàu. Theo một công trình khác của nhóm tác giả ở tài liệu tham khảo [1], nhóm tác giả đã xây dựng được hệ phương trình 6 bậc tự do cho tàu thủy có phương trình như sau: [1-4].

$$\dot{\eta} = J(\eta)\upsilon$$
$$M\dot{\upsilon} + C(\upsilon)\upsilon + D\upsilon + D_n\upsilon + g(\eta) = \tau_E + \tau \quad (1)$$

Trong đó: $\eta = [x, y, z, \phi, \theta, \psi]^T$ - Vector vị trí và hướng; $J_{(\eta)}$ - Ma trận chuyển đổi; $\upsilon = [u, v, \omega, p, q, r]^T$ - Vector vận tốc dài và vận tốc góc trong hệ trục tọa độ gắn với thân tàu; *M* - Ma trận quán tính (gồm cả thành phần quán tính thêm vào do chất lỏng xung quanh thân tàu); *C* - Ma trận Coriolis và lực hướng tâm; τ_{RB} = [X, Y, Z, K, M, N]^T - Các lực và mô-men từ nhiễu môi trường; $D_{(\upsilon)}$ - Ma trận giảm chấn, $g_{(\eta)}$ - Ma trận lực và mô-men do trọng lực tàu gây ra. Phương trình tính toán cụ thể cho các ma trận M, C, $D_{(\upsilon)}$ và $g_{(\eta)}$ được trình bày chi tiết trong công trình [1] của nhóm tác giả.

2.2. Các lực và mô-men của nhiễu môi trường

Đối với tàu thủy, những loại nhiễu môi trường sau đây cần được xem xét gồm sóng (waves) được giả thiết tạo nên hoàn toàn bởi gió, gió (wind) và dòng hải lưu (currents) như mô tả trong phương trình (2) dưới đây.

$$\tau = \tau_{waves} + \tau_{wind} + \tau_{currents} \quad (2)$$

Với: τ_{waves}, τ_{wind}, $\tau_{currents}$ - Lần lượt là các lực và mô-men do sóng, gió và dòng chảy tác động lên con tàu.

Các nhiễu do các lực và mô-men từ môi trường nói trên là các nhiễu cộng và nhiễu nhân phương trình động học của chuyển động. Tuy nhiên, ta giả thiết rằng áp dụng nguyên tắc xếp chồng. Đây là một phép xấp xỉ khá tốt với

đại đa số các ứng dụng điều khiển hàng hải.

Các phương trình toán của các lực và mô-men nêu trên cũng được trình bày chi tiết trong công trình [1] của nhóm tác giả.

2.3. Xây dựng giao diện mô phỏng động học con tàu 3D

Mô hình động học được xây dựng cho con tàu bằng phần mềm Unity3D, đây là một phần mềm Game Engine đa nền tảng và trực tiếp theo thời gian thực. Phần mềm Unity3D hỗ trợ 3 ngôn ngữ lập trình là C#, Boo và UnityScript nên nó rất thuận tiện cho việc test thử các mô-đun phần mềm. Sau khi thiết kế xong một game thì có thể xuất ra một file.exe và chạy được trên PC khác.

Để tiến hành lập trình mô phỏng động học con tàu từ các phương trình ở các mục 2.1, 2.2 và tài liệu [1], nhóm tác giả lựa chọn đối tượng con tàu để điều khiển là một tàu chở container FORTUNE FREIGHTER với các thông số chính tải trọng 8.937,8 tấn, chiều dài 123,5 m, chiều rộng 18,5 m, mớn nước 7 m, công suất máy chính 5.979 kW, góc bẻ bánh lái +/-35^0. Ngoài ra, ta có thể tiến hành thiết kế địa hình địa vật quanh khu vực hành trình của tàu. Sau khi hoàn thiện xong các xây dựng đồ họa, thì đối tượng con tàu là tĩnh và chưa có một tương tác vật lý nào với trọng lực, với lực đẩy Archimedes, với sóng, gió… Công việc tiếp theo là đưa mã chương trình (script) vào trong đối tượng. Trong phần mềm Unity, các cài đặt ban đầu được đặt trong hàm start(), các hàm mô phỏng thời gian thực đặt trong hàm update() và được gọi tuần hoàn với chu kỳ 20 ms.

Hình 2.1 là giao diện 3D cho con tàu đã được xây dựng trên phần mềm Unity3D.

Để thực hiện mô phỏng 3D động học của tàu thì toàn bộ các phương trình toán đã đề cập phải được lập trình để tạo ra chuyển động của tàu trong không gian 3D. Các phương trình toán tổng quát (1) và chi tiết (trong tài liệu [1]) được sử dụng để lập trình các mô-đun phần mềm sử dụng ngôn ngữ C#. Các mô-đun chương trình chính đã được lập trình có thể kể đến bao gồm:

- WaveType.cs: Để tạo ra kiểu sóng (sinenus, FFT - fast Fourier transform algorithm…);
- BoatPhysics.cs: Để mô phỏng động học trong phương trình (1);
- BoatPhysicsMath.cs: Để thực hiện tính toán các thành phần lực và mô-men;
- TriangleData.cs: Để chia phần thể tích thân tàu nằm trong nước thành những phần tử tam giác;
- ModifyBoatMesh.cs: Để tổng hợp các lực sau khi đã có dữ liệu từ mô-đun chương trình TriangleData.cs;
- SlammingForceData.cs: Để bổ sung các thành phần lực khác.

Thành phần lực đẩy τ do thiết bị đẩy là chân vịt chính tạo ra và góc bẻ bánh lái được thực hiện trong 2 mô-đun chương trình sau:

- BoatEngine.cs: Để thực hiện mô phỏng lực đẩy tàu;
- BoatController.cs: Để mô phỏng máy lái bẻ bánh lái và đo lường các thông số của tàu.

2.4. Xây dựng giao diện giám sát, tạo các kịch bản khác nhau

Sau khi đã xây dựng được giao diện mô phỏng động học 3D của con tàu đã được trình bày trong mục 2.1 và 2.2 nêu trên. Nhóm tác giả xây dựng một giao diện để giám sát hoạt động của con tàu mô phỏng và tạo các tình huống, kịch bản khác nhau nhằm thử nghiệm hoạt động của con tàu.

Với góc quan sát là một camera đặt trên phương thẳng đứng nhìn vuông góc với mặt biển để quan sát và lưu lại hành trình của con tàu như trên *Hình 2.2*.

Hình 2.1: Hình ảnh sự hoạt động của mô hình động học 3D con tàu đã xây dựng

Hình 2.2: Giao diện giám sát hành trình cho con tàu

Giả định rằng sóng được tạo ra hoàn toàn bởi gió. Các thông số môi trường (sóng, gió, dòng chảy) được cài đặt bởi các thanh trượt sau:

- Thanh trượt đặt hướng gió (độ);
- Thanh trượt đặt tốc độ gió (knots);
- Thanh trượt đặt hướng dòng chảy (độ);
- Thanh trượt đặt tốc độ dòng chảy (knots).

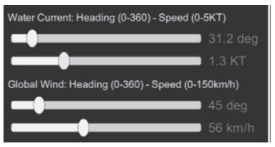
Như vậy, với các thanh trượt trên, các nhiễu là các lực và mô-men từ môi trường tác động vào con tàu có thể thay đổi được cả về biên độ và hướng. Đây sẽ là cơ sở để tạo ra rất nhiều các kịch bản khác nhau để thử nghiệm, điều khiển con tàu 3D ảo. *Hình 3.1* là hình ảnh các thanh trượt đã được thiết kế trên giao diện giám sát, tạo kịch bản.

Tín hiệu đặt từ các thanh trượt này sẽ là các tín hiệu đầu vào cho các mô-đun phần mềm đã được lập trình ở phần trước đó. Các lực và mô-men nhiễu môi trường tác động vào con tàu sẽ theo đó thay đổi theo tùy vào từng giá trị đặt của các thanh trượt.

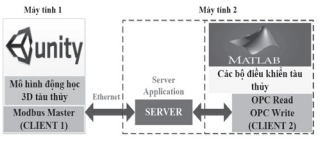
Sóng được giả thiết tạo ra hoàn toàn tạo ra bởi gió (bỏ qua thành phần sóng lừng). Bởi vậy, hướng của sóng sẽ trùng với hướng của gió, trong khi đó chiều cao sóng sẽ được lập trình tỷ lệ thuận với tốc độ gió theo thang sức gió Beaufort. Những thông số này sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến thành phần lực và mô-men tác động lên con tàu tùy thuộc vào giá trị của chúng.

3. XÂY DỰNG KẾT NỐI GIỮA PHẦN MỀM MATLAB VÀ PHẦN MỀM UNITY3D

3.1. Xây dựng mô hình truyền thông



Hình 3.1: Các thanh trượt điều chỉnh nhiễu môi trường



Hình 3.2: Kết nối giữa Matlab và Unity3D

Việc kết nối giữa Matlab và Unity3D được nhóm tác giả đề xuất thể hiện như trên *Hình 3.2*. Trong đó, máy tính 1 chạy mô hình động học 3D được thiết kế dựa trên thông số của tàu FORTUNE FREIGHTER (có thể thay thế thông số của 1 tàu bất kỳ) sẽ đóng vai trò là Client số 1, mã code để kết nối đọc/ghi dữ liệu lên Server được viết trên nền ngôn ngữ C#. Client 1 sẽ kết nối với Server bằng giao thức Modbus TCP trên nền vật lý Ethernet.

Máy tính 2 sẽ chạy các mềm chứa các thuật toán điều khiển hiện đại có thể được xây dựng bằng phần mềm Matlab/Simulink. Trong phần mềm Simulink sử dụng khối OPC toolbox đọc và ghi đóng vai trò là một Client số 2 để kết nối với với Server. Client 2 sẽ kết nối với Server qua giao thức OPC Client/Server.

Trong nội dung bài báo, nhóm tác giả sử dụng phần mềm KEPServerEX chạy trên máy tính số 2 đóng vai trò là một Server kết nối với Client 1 và Client 2. Như vậy, Client 1 chạy trên máy tính 1, Client 2 và Server đều chạy trên máy tính số 2.

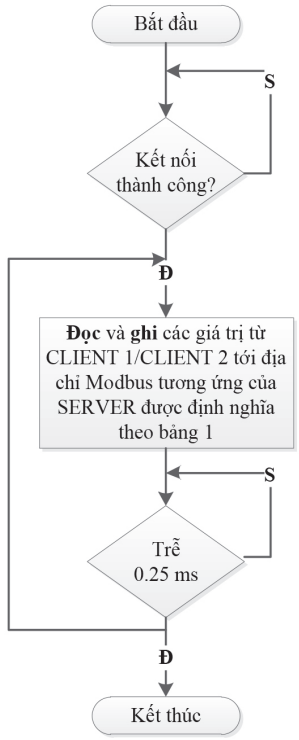
3.2. Xây dựng thuật toán truyền nhận dữ liệu

Thuật toán truyền nhận dữ liệu được xây dựng như trên *Hình 3.3*. Khi phần mềm đã thực hiện kết nối thành công giữa Client 1 và Client 2 với Server (phần mềm KEPServerEX), Client 1 và Client 2 sẽ đọc và ghi các giá trị tương ứng vào các địa chỉ Modbus của Server đã được định nghĩa trước trong *Bảng 4.1*.

Với Client 1, nhóm tác giả lập trình một thư viện để kết nối với Server bằng giao thức Modbus TCP thông qua chuẩn vật lý Ethernet. Các tín hiệu cần đọc/ghi sẽ được sử dụng các hàm chức năng đọc/ghi tương ứng để truyền, nhận dữ liệu với Server được cài đặt trên máy tính 2.

Với Client 2, nhóm tác giả sử dụng thư viện OPC toolbox của Matlab đóng vai trò như một OPC Client để kết nối đến Server. Thư viện này gồm hai khối chính là OPC Read và OPC Write để đọc và ghi dữ liệu tương ứng tới Server.

Với tốc độ lấy mẫu truyền nhận dữ liệu giữa Client 1 với Server và giữa Client 2 với Server đều được cài đặt là 0,25 ms - là một giá trị thích hợp để cập nhật dữ liệu trong hầu hết các ứng dụng điều khiển không đòi tính thời gian thực quá cao khi đối tượng điều khiển có quán tính lớn như con tàu.

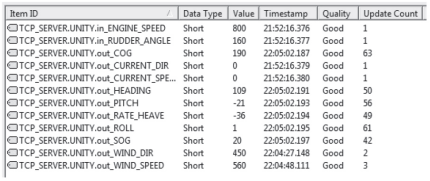


Hình 3.3: Thuật toán đọc/ghi dữ liệu từ Client 1 và Client 2 tới Server

4. THỬ NGHIỆM PHẦN MỀM

4.1. Thử nghiệm kết nối giữa phần mềm Unity3D và phần mềm Matlab/Simulink

Việc thử nghiệm kết nối giữa phần mềm Unity3D là phần mềm đã được thiết kế và lập trình mô hình con tàu 3D dựa trên các phương trình toán đã được đề cập trước đó với phần mềm Matlab/Simulink, nơi sẽ chứa các bộ điều khiển tàu. Để tiến hành thử nghiệm kết nối, nhóm tác giả sử dụng các tín hiệu được liệt kê như *Bảng 4.1*.



Hình 4.1: Giao diện của phần mềm KEPServerEX (Server) khi thử nghiệm kết với Client 1 và Client 2

Hình 4.1 là giao diện của phần mềm KEPServerEX khi tiến hành thử nghiệm kết nối giữa Client 1↔Server↔Client 2.

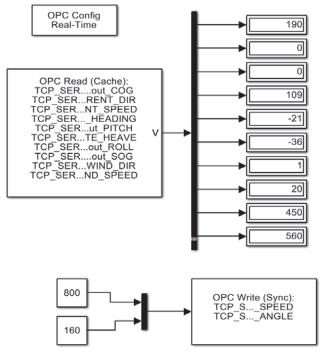
Trên *Hình 4.2* là giao diện thử nghiệm kết nối đọc/ghi giữa Client 2 là các khối OPC Read và OPC Write (trong phần mềm Matla/Simulink) với phần mềm KEPServerEX theo các tín hiệu được liệt kê trong *Bảng 4.1*. Client 2 được thử nghiệm đọc 10 tín hiệu từ Server và ghi 2 tín hiệu đến Server.

Bảng 4.1. Các tín hiệu thử nghiệm kết nối

Stt	Tín hiệu	Dải	Địa chỉ
1	Góc bẻ lái	0÷800	404228
2	Tốc độ máy chính	0÷8000	404229
3	Tốc độ gió	0÷500	404262
4	Hướng gió	0÷3599	404263
5	Hướng mũi tàu	0÷3599	404264
6	COG	0÷3599	404268
7	SOG	0÷1000	404269
8	Tốc độ dòng chảy	0÷500	404271
9	Hướng dòng chảy	0÷3599	404272
10	Góc lắc ngang	0÷3599	404266
11	Góc lắc dọc	0÷3599	404274
12	Vận tốc trượt đứng	0÷1000	404275

Bảng 4.2. Các kịch bản thử nghiệm

Kịch bản	Hướng gió	Tốc độ gió
Kịch bản 1	North wind (gió hướng Bắc thổi tới)	Gió cấp 7
Kịch bản 2	North-East wind (gió hướng Đông-Bắc thổi tới)	Gió cấp 7
Kịch bản 3	East wind (gió hướng Đông thổi tới)	Gió cấp 7



Hình 4.2: Thử nghiệm kết nối đọc/ghi dữ liệu từ Client 2 đến Server

4.2. Thử nghiệm mô hình đã xây dựng với các nhiễu môi trường khác nhau

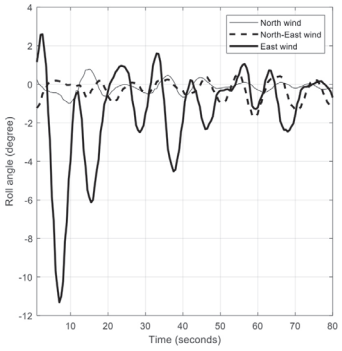
Các kịch bản thử nghiệm mô hình phần mềm đã xây dựng được thực hiện theo *Bảng 4.2*. Việc thực hiện thử nghiệm mô hình được thực hiện với gió cấp 7 theo thang sức gió Beaufort được trình bày cụ thể trong tài liệu [5] nhưng có sự thay đổi về hướng gió trong mỗi kịch bản khác nhau. Con tàu ảo trên Unity3D được đặt hướng mũi tàu là hướng Bắc và trạng thái đứng yên không chuyển động ở tất cả các kịch bản.

Trên các *Hình 4.3, 4.4, 4.5* là các góc lắc ngang, lắc dọc và tốc độ trượt đứng của con tàu với gió cấp 7 nhưng với các kịch bản hướng gió khác nhau.

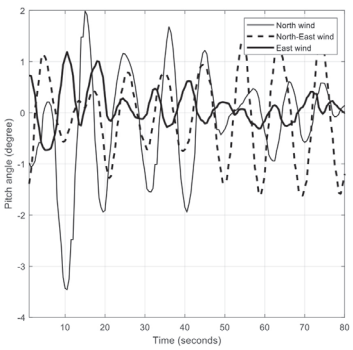
Với góc lắc ngang trên *Hình 4.3*, ta thấy rằng với cùng một cấp gió giống nhau, nhưng với hướng gió khác nhau thì dao động ngang của con tàu cũng có sự khác nhau. Khi gió thổi từ hướng Đông tới (East wind), con tàu sẽ bị lắc ngang rất mạnh (đường liền, nét đậm), trong khi đó với 2 hướng gió còn lại thì con tàu sẽ có dao động ngang nhỏ hơn, nhỏ nhất là khi gió thổi theo hướng bắc (North wind) thẳng vào mũi tàu (đường liền, nét mảnh).

Trái ngược với góc lắc ngang sẽ lớn khi hướng gió thổi ngang vào thân tàu. Với góc lắc dọc như trên *Hình 4.4*, khi gió thổi từ hướng Bắc tới (North wind) vào mũi tàu thì con tàu sẽ bị lắc dọc rất mạnh (đường liền, nét mảnh), trong khi đó với 2 hướng gió còn lại thì con tàu sẽ có dao động dọc nhỏ hơn, nhỏ nhất là khi gió thổi ngang vào thân tàu theo hướng Đông (đường liền, nét đậm).

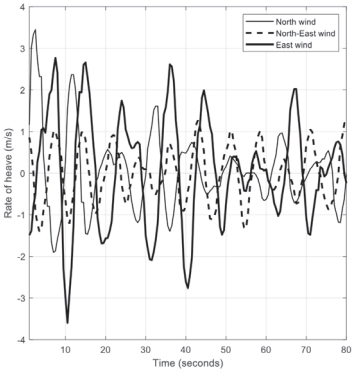
Cuối cùng với tốc độ trượt đứng như trên *Hình 4.5*, dễ dàng nhận thấy rằng tốc độ trượt đứng sẽ lớn nhất khi gió từ hướng Đông thổi vào ngang thân tàu, với 2 hướng còn lại, tốc độ trượt đứng không có quá nhiều sự khác biệt.



Hình 4.3: Góc lắc ngang (roll angle) của con tàu với gió cấp 7 và các hướng gió khác nhau



Hình 4.4: Góc lắc dọc (pitch angle) của con tàu với gió cấp 7 và các hướng gió khác nhau



Hình 4.5: Tốc độ trượt đứng (rate of heave) của con tàu với gió cấp 7 và các hướng gió khác nhau

5. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày việc xây dựng một mô hình phần mềm để nghiên cứu, thử nghiệm các thuật toán điều khiển cho tàu chở hàng, tàu chở container có tương tác với các nhiễu loạn từ môi trường, trong đó bao gồm việc xây dựng một đối tượng điều khiển ảo là một mô hình động lực học 3D, một giao diện để thay đổi các thông số từ môi trường nhằm tạo ra các kịch bản khác nhau. Ngoài ra, việc xây dựng thuật toán để truyền nhận dữ liệu giữa phần mềm Unity3D (nơi mô hình toán của con tàu được lập trình thành một đối tượng 3D ảo) với phần mềm Matlab (nơi sẽ lập trình, tổng hợp các bộ điều khiển cho con tàu) sẽ tạo điều khiện rất thuận tiện cho việc thử nghiệm các độ điều khiển chuyển động cho con tàu trong tương lai nhằm tiết kiệm thời gian và chi phí.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong Đề tài mã số DT22-23.66.

Tài liệu tham khảo

[1]. Doan Huu Khanh, Dinh Anh Tuan, Hoang Duc Tuan (2021), *Buiding and analysis the dynamic of container ship 3d model with 6-DoF under the action of waves and wind*, J. Mar. Sci. Technol., vol.72, no.4, pp.361-416.

[2]. T.I. Fossen (April, 2002), *Marine Control Systems*, vol.3.

[3]. T.I. Fossen (1994), *Guidance and Control of Ocean Vehicles*, New York: JOHN WILEY & SONS.

[4]. J. Do, K. D., Pan (2009), *Control of Ships and Underwater Vehicles*.

[5]. W. M. Organization (1998), *Guide to Wave Analysis and Forecasting*, vol.1998, no.702.

Ngày nhận bài: 21/02/2023
Ngày chấp nhận đăng: 15/3/2023
Người phản biện: PGS. TS. Trần Anh Dũng
TS. Đỗ Khắc Tiệp

Phát triển hệ thống kiểm soát an toàn hàng hải thông minh: Đề xuất các bước thực hiện và cấu trúc hệ thống cho vùng biển Hải Phòng - Quảng Ninh

■ **PGS. TS. PHAN VĂN HƯNG(*); ThS. PHẠM TẤT TIỆP; ThS. NGÔ NHƯ TẠI; NGUYỄN THỊ KIỀU**
Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email: (*)phanvanhung@vimaru.edu.vn

TÓM TẮT: Trong thời gian qua, hệ thống kiểm soát hàng hải thông minh ứng dụng các công nghệ kỹ thuật số tiên tiến để nâng cao tính an toàn, hiệu quả và an ninh trong hoạt động hàng hải đã và đang được Tổ chức Hàng hải quốc tế (IMO) và các quốc gia hàng hải trên thế giới nỗ lực phát triển và đưa vào sử dụng. Đây được xem như là một cách để giải quyết những thách thức do sự phức tạp và đa dạng ngày càng tăng của môi trường hàng hải. Ở Việt Nam nói chung và vùng biển Hải Phòng - Quảng Ninh nói riêng, trong thời gian qua, số lượng tàu thuyền và phương tiện hoạt động ở khu vực đang tăng rất nhanh cả về số lượng và cỡ tàu. Vì vậy, việc nghiên cứu phát triển hệ thống kiểm soát hàng hải thông minh ở vùng biển có hoạt động hàng hải nhộn nhịp và đang tăng nhanh là yêu cầu cấp thiết bởi những lợi ích to lớn mà hệ thống này mang lại. Trong bài báo, các tác giả sẽ đề xuất các bước cần thiết để phát triển hệ thống kiểm soát hàng hải thông minh, từ đó đề xuất cấu trúc hệ thống kiểm soát hàng hải thông minh cho vùng biển Hải Phòng - Quảng Ninh nhằm nâng cao an toàn, an ninh và hiệu quả trong hoạt động hàng hải cũng như phòng ngừa ô nhiễm môi trường ở khu vực này.

TỪ KHÓA: An toàn hàng hải, hệ thống kiểm soát thông minh, các bước thực hiện, cấu trúc hệ thống, vùng biển Hải Phòng - Quảng Ninh.

ABSTRACT: In recent years, the intelligent maritime control system applying advanced digital technologies to improve safety, efficiency and security in maritime operations has been approved by the International Maritime Organization (IMO) and maritime countries around the world make efforts to develop and put into use. This is seen as a way to address the challenges posed by the increasing complexity and diversity of the maritime environment. In Vietnam in general and the waters of Hai Phong - Quang Ninh in particular, in recent time, the number of ships and boats operating in the area is increasing very quickly in both number and size of ships. Therefore, the research and development of an intelligent maritime control system in the waters with bustling and rapidly increasing maritime activities is an urgent requirement because of the great benefits that this system brings. In this article, the authors will suggest the necessary steps to develop an intelligent maritime control system. From there, propose a structure of an intelligent maritime control system for the waters of Hai Phong - Quang Ninh in order to improve safety, security and efficiency in maritime activities as well as prevent environmental pollution in this area.

KEYWORDS: Maritime safety, intelligent control system, implementation steps, system structure, Hai Phong - Quang Ninh waters.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ thống kiểm soát an toàn hàng hải thông minh là phương pháp hàng hải hiện đại sử dụng các công nghệ kỹ thuật số tiên tiến để nâng cao tính an toàn, hiệu quả và an ninh trong các hoạt động hàng hải. Khái niệm e-navigation lần đầu tiên được Tổ chức Hàng hải quốc tế (IMO) giới thiệu vào năm 2005, như một cách để giải quyết những thách thức do sự phức tạp và đa dạng ngày càng tăng trong môi trường hàng hải. Những lợi ích của e-navigation mang lại là rất lớn, bao gồm: *(1) An toàn được cải thiện*: Các hệ thống hàng hải thông minh cung cấp thông tin và công cụ theo thời gian thực để hỗ trợ hàng hải an toàn, giảm nguy cơ tai nạn và sự cố. Các hệ thống kết hợp thông tin liên quan đến an toàn, chẳng hạn như điều kiện thời tiết và cảnh báo hàng hải, đồng thời cung cấp cảnh báo và báo động để giúp giảm thiểu rủi ro; *(2) Tăng hiệu quả*: Hệ thống hàng hải thông minh cung cấp các công cụ và thông tin để hỗ trợ lập kế hoạch và tối ưu hóa tuyến đường, giúp giảm thiểu mức tiêu thụ nhiên liệu và giảm thời gian hành trình. Các hệ thống này cũng cung cấp khả năng giám sát và kiểm soát theo thời gian thực các chuyển động và điều kiện của tàu, cho phép cải thiện hiệu quả hoạt động và ra quyết định; *(3) Trao đổi dữ liệu và liên lạc nâng cao*: Các hệ thống hàng hải thông minh cung cấp khả năng liên lạc và trao đổi dữ liệu an toàn giữa các tàu và các hệ thống trên bờ, cho phép chia sẻ thông tin theo thời gian thực và ra quyết định. Các hệ thống này cũng hỗ trợ tích hợp các hệ thống định vị và liên lạc khác nhau, cung cấp một cái nhìn toàn diện về các chuyển động và điều kiện của tàu; *(4) An ninh mạng được cải thiện*: Các hệ thống hàng hải thông minh kết hợp các tính năng bảo mật mạnh mẽ, chẳng hạn như mã hóa và xác thực, để bảo vệ chống lại các mối đe dọa trên mạng. Các hệ thống được thiết kế để trở nên an toàn và đáng tin cậy, giảm nguy cơ vi phạm dữ liệu và đảm bảo tính toàn vẹn của thông tin hàng hải; *(5) Hỗ trợ tuân thủ quy định*: Hệ thống được thiết kế để đáp ứng các tiêu chuẩn và quy định có liên quan, chẳng hạn như hướng dẫn của IMO, đảm bảo tuân thủ các yêu cầu quy định. Các hệ thống này cũng cung cấp một nền tảng để triển khai các dịch vụ hàng hải thông minh, chẳng hạn như dịch vụ hàng hải thông minh và dịch vụ thông tin hàng hải thông minh. Rõ ràng, hệ thống kiểm soát hàng hải này mang lại sự an toàn, hiệu quả, bảo mật, liên lạc và tuân thủ quy định nâng cao để hỗ trợ hàng hải an toàn và hiệu quả. Việc triển khai các hệ thống hàng hải thông minh là một bước quan trọng hướng tới tương lai của các hoạt động hàng hải, tận dụng các công nghệ kỹ thuật số tiên tiến để cải thiện môi trường hàng hải và hỗ trợ phát triển bền vững.

Vùng biển Hải Phòng - Quảng Ninh trong thời gian qua có số lượng tàu thuyền và phương tiện hoạt động ở khu vực đang tăng rất nhanh cả về số lượng và cỡ tàu, nên việc nghiên cứu phát triển hệ thống kiểm soát hàng hải thông

minh ở vùng biển có hoạt động hàng hải nhộn nhịp và đang tăng nhanh là yêu cầu cấp thiết bởi những lợi ích to lớn mà hệ thống này mang lại. Vì vậy, trong bài báo này, các tác giả sẽ đề xuất các bước cần thiết - quy trình chung để phát triển hệ thống kiểm soát hàng hải thông minh, đồng thời đề xuất cấu trúc hệ thống áp dụng cho vùng biển Hải Phòng - Quảng Ninh.

2. CÁC BƯỚC CẦN THIẾT ĐỂ PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG KIỂM SOÁT HÀNG HẢI THÔNG MINH

Các bước tiến hành phát triển hệ thống SMART-navigation của Hàn Quốc, E-navigation của Canada, Hoa Kỳ và một số quốc gia châu Âu đã được các tác giả nghiên cứu tìm hiểu [1-5]. Sự phát triển của hệ thống kiểm soát hàng hải thông minh trong một khu vực cụ thể đòi hỏi phải lập kế hoạch và thực hiện cẩn thận, có tính đến môi trường hàng hải địa phương, yêu cầu của người dùng và các quy định của pháp luật. Theo đó, tác giả đã đề xuất các bước cần thiết để phát triển hệ thống kiểm soát hàng hải thông minh trong một khu vực cụ thể như sau.

- Bước 1: Phân tích và xác định các yêu cầu của người dùng:

Bước đầu tiên trong việc phát triển hàng hải thông minh trong một khu vực cụ thể là phân tích các yêu cầu của người dùng, xem xét các nhu cầu và yêu cầu cụ thể của cộng đồng hàng hải địa phương. Điều này bao gồm xác định các bên liên quan chính, chẳng hạn như chủ tàu, nhà khai thác và cơ quan quản lý, đồng thời thu thập phản hồi từ người dùng để hiểu nhu cầu và yêu cầu của họ. Tiến hành khảo sát người dùng tiềm năng, tổ chức khảo sát theo nhóm hoặc tham gia với các chuyên gia để xác định rõ nhu cầu của người dùng ở khu vực cụ thể. Thông tin này sẽ giúp xác định các tính năng và khả năng cụ thể mà người dùng cần và ưu tiên phát triển các tính năng này.

- Bước 2: Nghiên cứu thị trường:

Bước tiếp theo là tiến hành nghiên cứu thị trường, phân tích các giải pháp về kiểm soát hàng hải hiện có và đánh giá sự phù hợp của chúng đối với môi trường hàng hải địa phương. Ở bước này cũng nên xem xét các xu hướng và cải tiến mới nhất trong ngành Hàng hải, để đảm bảo rằng giải pháp hàng hải tiên tiến được cập nhật và đáp ứng nhu cầu của cộng đồng hàng hải.

- Bước 3: Xác định mục tiêu và phạm vi của hệ thống:

Bước đầu tiên này sẽ giúp chúng ta xác định các tính năng và khả năng mà hệ thống sẽ cần phải có. Mục tiêu cơ bản của hệ thống bao gồm cải thiện an toàn hàng hải, tăng hiệu quả hoạt động và giảm tác động môi trường.

- Bước 4: Xác định các yêu cầu kỹ thuật:

Xác định các yêu cầu kỹ thuật của hệ thống sẽ bao gồm việc xác định các yêu cầu về phần cứng và phần mềm, cũng như các yêu cầu về lưu trữ và truyền thông dữ liệu. Việc xác định các yêu cầu về khả năng tương tác của hệ thống cũng rất quan trọng, điều này sẽ đảm bảo rằng hệ thống có thể hoạt động với các hệ thống và công nghệ khác.

- Bước 5: Thiết kế và phát triển hệ thống:

Dựa trên phân tích các yêu cầu của người dùng và nghiên cứu thị trường, giải pháp hàng hải thông minh phải được thiết kế và phát triển dựa trên các tiêu chuẩn và quy định có liên quan, chẳng hạn như hướng dẫn của IMO. Hệ thống phải được thiết kế có tính đến bảo mật, kết hợp các tính năng bảo mật mạnh mẽ, chẳng hạn như mã hóa và xác thực, để bảo vệ chống lại các mối đe dọa trên mạng.

- Bước 6: Tích hợp với các hệ thống khác:

Hệ thống kiểm soát hàng hải thông minh phải được thiết kế để tích hợp với các hệ thống định vị và liên lạc khác, chẳng hạn như Hệ thống nhận dạng tự động (AIS) và Hệ thống quản lý giao thông tàu (VTMIS), cung cấp cái nhìn toàn diện về các chuyển động và điều kiện của tàu thuyền.

- Bước 7: Triển khai thực hiện:

Hệ thống nên được triển khai thực hiện trong một khu vực cụ thể, đảm bảo rằng cộng đồng hàng hải địa phương có thể truy cập và sử dụng được. Hệ thống cũng cần được hỗ trợ bởi các chương trình đào tạo và tiếp cận cộng đồng để phổ biến, đào tạo người dùng về các tính năng và lợi ích của giải pháp hàng hải thông minh.

- Bước 8: Giám sát và đánh giá:

Việc triển khai hệ thống hàng hải thông minh cần được đánh giá và giám sát thường xuyên, thu thập phản hồi từ người dùng kết hợp các cải tiến và nâng cao vào hệ thống. Việc đánh giá và giám sát cũng nên đánh giá hiệu quả của giải pháp hàng hải thông minh, đảm bảo rằng nó mang lại lợi ích và kết quả mong muốn cho cộng đồng hàng hải địa phương.

Như vậy, sự phát triển của hệ thống kiểm soát hàng hải thông minh trong một khu vực cụ thể đòi hỏi một cách tiếp cận toàn diện, xem xét các yêu cầu của người dùng, nghiên cứu thị trường, xác định mục tiêu và phạm vi của hệ thống, xác định các yêu cầu kỹ thuật, thiết kế và phát triển, tích hợp, triển khai thực hiện cũng như đánh giá và giám sát. Bằng cách thực hiện các bước này, hệ thống có thể được phát triển để cung cấp giải pháp đáng tin cậy, an toàn và thân thiện với người dùng, hỗ trợ hàng hải an toàn và hiệu quả trong khu vực cụ thể. Hơn nữa, chúng ta cũng cần lưu ý các vấn đề sau đây: cung cấp các chương trình đào tạo, hỗ trợ ban dầu và liên tục đối với người dùng; cải tiến hệ thống liên tục để đảm bảo rằng nó vẫn phù hợp và hiệu quả; hệ thống quản lý dữ liệu đảm bảo rằng dữ liệu được lưu trữ ở một vị trí tập trung và được sao lưu đúng cách; triển khai các biện pháp an ninh mạng mạnh mẽ (tường lửa, mã hóa và kiểm soát truy cập, sửa lỗ hổng) để bảo vệ hệ thống khỏi các cuộc tấn công mạng, đánh cắp dữ liệu và truy cập trái phép; tiêu chuẩn hóa đối với các thiết bị của hệ thống như Tiêu chuẩn 62320 của Ủy ban Kỹ thuật Điện Quốc tế (IEC) đã được IMO phát triển; hợp tác và phối hợp của các bên liên quan khác nhau trong ngành Hàng hải để phát triển một hệ thống đáp ứng nhu cầu của ngành sẽ đảm bảo rằng hệ thống đó có hiệu quả và được người dùng chấp nhận; tích hợp với trí tuệ nhân tạo (AI) và máy học (ML) có khả năng nâng cao đáng kể chức năng và hiệu quả của các hệ thống; phát triển giao diện thân thiện với người dùng; tích hợp với các thiết bị thông minh;

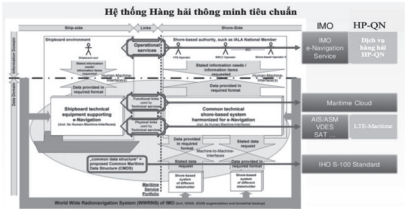
Tóm lại, sự phát triển của một hệ thống hàng hải thông minh là một quá trình phức tạp và đầy thách thức, đòi hỏi một cách tiếp cận toàn diện. Hệ thống phải được thiết kế để đáp ứng nhu cầu của người dùng, dễ sử dụng và dễ hiểu, tích hợp với các hệ thống và công nghệ liên quan, đồng thời được nâng cấp và giám sát thường xuyên để đảm bảo rằng hệ thống luôn phù hợp và hiệu quả; cung cấp cho người dùng sự đào tạo và hỗ trợ cần thiết, đồng thời liên tục cải thiện hệ thống sẽ đảm bảo rằng hệ thống là một công cụ có giá trị giúp hàng hải an toàn hơn và bền vững hơn cho tương lai.

3. ĐỀ XUẤT CẤU TRÚC HỆ THỐNG KIỂM SOÁT HÀNG HẢI THÔNG MINH CHO VÙNG BIỂN HẢI PHÒNG - QUẢNG NINH

Cảng biển khu vực Hải Phòng - Quảng Ninh là một trong

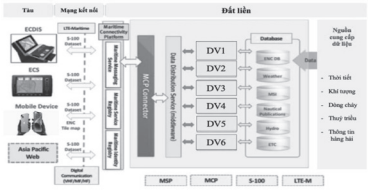
những khu vực năng động nhất trong cả nước với các cảng chính như: cảng nước sâu Lạch Huyện, cảng Đình Vũ, cảng Cái Lân, cảng than Cẩm Phả… Hàng năm, số lượng tàu bè ra vào cảng ngày một tăng, do đó số vụ tai nạn hàng hải cũng ngày càng gia tăng theo, dẫn đến những thiệt hại rất lớn về vật chất cũng như con người, gây ô nhiễm môi trường và gây ảnh hưởng xấu đến hình ảnh của cảng biển Việt Nam. Hoạt động hàng hải của khu vực Hải Phòng - Quảng Ninh đã được kiểm soát thông qua hệ thống VTS để giảm thiểu các tai nạn hàng hải đáng tiếc xảy ra cũng như tăng cường quản lý nhà nước đối với hệ thống cảng biển, an ninh và tăng tính hấp dẫn của cảng biển Việt Nam trong mắt các chủ tàu, nhà đầu tư nước ngoài. Để đáp ứng được yêu cầu hiện nay, việc nghiên cứu cấu trúc hệ thống hàng hải thông minh phù hợp với vùng biển này là yêu cầu cấp thiết hiện nay, phù hợp với xu hướng phát triển của ngành Hàng hải.

Thông qua phân tích hệ thống e-navigation của IMO, SMART-Navigation của Hàn Quốc, hệ thống e-navigation của Canada, Mỹ và các nước châu Âu [1-5] cũng như phân tích hiện trạng triển khai hệ thống kiểm soát hàng hải ở vùng biển Hải Phòng - Quảng Ninh, tác giả đề xuất cấu trúc hệ thống kiểm soát hàng hải thông minh ở vùng biển này như *Hình 3.1* sau đây:



Hình 3.1: Hệ thống hàng hải thông minh theo IMO

Vùng biển Hải Phòng - Quảng Ninh cần lựa chọn dịch vụ ưu tiên phát triển dựa trên 16 dịch vụ được IMO khuyến cáo và phương pháp truyền dữ liệu theo xu thế hiện nay là VDES/D-HF và LTE-maritime dựa trên nền tảng S-100. *Hình 3.2* sau đây thể hiện các dịch vụ được ưu tiên phát triển gồm: (DV1) Dịch vụ hỗ trợ và giám sát hàng hải: giám sát việc hàng hải của các tàu dễ bị tổn thương và đưa ra cảnh báo hỗ trợ hàng hải để tránh va và mắc cạn.



Hình 3.2: Các dịch vụ hệ thống hàng hải thông minh Hải Phòng - Quảng Ninh

Nó sử dụng thông tin vị trí của tàu và thông tin tuyến đường của họ khi có sẵn. LTE-Maritime và VDES/D-HF đang được coi là liên kết truyền thông vật lý cho DV1; (DV2) Dịch vụ giám sát hệ thống trên tàu: giám sát các hệ thống trên tàu của tàu treo cờ Việt Nam và các tàu khác yêu cầu dịch vụ để phát hiện các sự kiện nguy hiểm trên tàu như hỏa hoạn và hỏng máy dựa trên LTE-Maritime và VDES/D-HF; (DV3) Dịch vụ Lập tuyến đường chạy tàu an toàn và tối ưu: cung cấp kế hoạch lộ trình an toàn và tối ưu khi được yêu cầu để lập kế hoạch chuyến đi của tàu buôn hoặc hướng dẫn tuyến đường khẩn cấp cho các tàu nhỏ không có hệ thống hỗ trợ hàng hải như radar và AIS; (DV4) Dịch vụ phân phối và phát trực tuyến hải đồ điện theo thời gian thực: cung cấp ENC vùng biển HP-QN cho các tàu SOLAS và Non-SOLAS khi được yêu cầu. Hỗ trợ phát trực tuyến cho các tàu nhỏ không có hệ thống hải đồ điện tử trên tàu (ECS) thông qua LTE-Maritime; (DV5) Dịch vụ Hỗ trợ Hoa tiêu và lai dắt: hỗ trợ hoa tiêu bằng cách cung cấp cho hoa tiêu và tàu lai thông tin cần thiết cho hoa tiêu thông qua LTE-Maritime; (DV6) Dịch vụ thông tin an toàn và môi trường hàng hải: cung cấp thông tin an toàn hàng hải (MSI) bao gồm cảnh báo hàng hải, thông tin thời tiết, thông tin thủy văn và thông tin môi trường hàng hải dựa trên LTE-Maritime và VDES/D-HF/SAT.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã đề xuất các bước để phát triển của một hệ thống hàng hải thông minh: một quá trình phức tạp và đầy thách thức, đòi hỏi một cách tiếp cận toàn diện. Hệ thống phải được thiết kế để đáp ứng nhu cầu của người dùng, dễ sử dụng và dễ hiểu, tích hợp với các hệ thống và công nghệ liên quan, đồng thời được nâng cấp và giám sát thường xuyên để đảm bảo rằng hệ thống luôn phù hợp và hiệu quả. Bài báo cung cấp cho người dùng sự đào tạo và hỗ trợ cần thiết, đồng thời liên tục cải thiện hệ thống sẽ đảm bảo rằng hệ thống là một công cụ có giá trị giúp hàng hải an toàn hơn và bền vững hơn cho tương lai. Đặc biệt, tác giả đã đề xuất cấu trúc hệ thống kiểm soát hàng hải thông minh cho vùng biển Hải Phòng - Quảng Ninh nhằm nâng cao an toàn, an ninh và hiệu quả trong hoạt động hàng hải cũng như phòng ngừa ô nhiễm môi trường ở khu vực này. Đề xuất này được kỳ vọng là nền tảng quan trọng để phát triển hệ thống hàng hải thông minh trên vùng biển Việt Nam.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong Đề tài mã số DT22-23.06.

Tài liệu tham khảo

[1]. G.Giannopoulos, E.Mitsakis and J.M.S.Grau (2012), *Overviewofintelligent transport systems (ITS) developments in and across transport modes*, Eur. Commission Inst. Energy Transp., Joint Res. Centre, Luxembourg City, Luxembourg, JRC Sci. Policy Reports 01.

[2]. B.Song, K.Lim, B.Lee, D.Cho, H.Lee, J.Jang and K.Chang (Sep., 2019), *SMART- navigation over pilot LTE-maritime: Deployment and coexistence with PS-LTE*, IEEE Commun. Mag., vol.57, no.9, pp.126-131.

[3]. IALAENAVCommittee (2019), *The technical specification of VDES*, IALA, Saint-Germain-en-Laye, France, Tech. Rep. IALA AISM G1139.

[4]. *Initial descriptions of maritime services in the context of e-navigation*, IMO, London, U.K., Tech. Rep. MSC 95/19/15, 2019, [Online]. Available: *https://iho.int/en/imo-e-navigation-documents.*

[5]. K. M. Kim, Y. Kim, Y. Cho, K. Moon, T.-J. Lee, S. Choi and J. W. Kim (Jul. 2018), *Performance evaluation of maritime VDES networks with OPNET simu-lator*, in Proc. 11th Int. Symp. Commun. Syst., Netw. Digit. Signal Process (CSNDSP), pp.1-6.

Ngày nhận bài: 10/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 02/4/2023
Người phản biện: PGS. TS. Trần Văn Lượng
PGS. TS. Nguyễn Minh Đức

Ứng dụng mạng nơ-ron dự đoán nguy cơ đâm va giữa các tàu thuyền trên biển

■ **ThS. HOÀNG HỒNG GIANG(*); PGS. TS. PHẠM VĂN THUẦN; PGS. TS. TRẦN VĂN LƯỢNG; TS. LƯƠNG TÚ NAM**
Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email: (*)gianghh@vimarine.gov.vn

TÓM TẮT: Dẫn tàu an toàn giữa các cảng là một yêu cầu quan trọng nhằm đảm bảo các hoạt động vận tải diễn ra thông suốt. Để dẫn tàu an toàn, việc phát hiện nguy cơ đâm va và thực hiện hành động tránh va là một một trong các yêu cầu bắt buộc. Cùng với sự phát triển mạnh mẽ của trí tuệ nhân tạo, các nghiên cứu ứng dụng đánh giá nguy cơ đâm va giữa các tàu thuyền cũng đang được thực hiện để triển khai tự động hóa trong công tác dẫn tàu, quản lý luồng chạy tàu đảm bảo an toàn. Trong bài báo này, nghiên cứu ứng dụng mạng nơ-ron để dự đoán nguy cơ đâm va giữa các tàu thuyền phục vụ quản lý giao thông hàng hải được giới thiệu.

TỪ KHÓA: An toàn, vận tải, đâm va, mạng nơ-ron.

ABSTRACT: Safe navigation between ports is an important requirement to ensure smooth shipping operations. For safe and efficient movements, detecting the risk of collision and taking action to avoid collision are obligatory. Along with the strong development of artificial intelligence, applied researches to assess the risk of collision between ships are also being carried out to deploy automation in ship navigation and channel management, ensure safety traffic. In this article, the study of applying neuron network to predict the risk of collision between ships for maritime traffic management is introduced.

KEYWORDS: Safety, transport, crash, neuron network.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tai nạn đâm va trong hàng hải luôn là mối đe dọa cho các hoạt động vận tải. Tai nạn đâm va giữa các tàu thuyền luôn để lại các tổn thất nghiêm trọng về người và tài sản. Để phòng ngừa tai nạn đâm va giữa các tàu thuyền, trước tiên cần phát hiện sự hiện diện của các tàu thuyền, theo dõi và đánh giá nguy cơ đâm va giữa chúng để từ đó đưa ra quyết định hành động tiếp theo.

Thông thường, đánh giá nguy cơ đâm va giữa các tàu thuyền do con người thực hiện một cách thủ công căn cứ trên chuyển động của các tàu thuyền và vị trí tương quan giữa chúng. Theo Điều 7, Colreg-72 [1], nguy cơ đâm va giữa các tàu thuyền xảy ra khi phương vị la bàn của tàu thuyền đang đến gần không thay đổi rõ rệt. Đôi khi nguy cơ đâm va vẫn có thể xảy ra ngay cả khi quan sát thấy phương vị thay đổi rõ rệt, đặc biệt là khi đến gần một tàu rất lớn hoặc một đoàn tàu lai hay một tàu thuyền khác ở khoảng cách ngắn. Khi đánh giá nguy cơ đâm va theo phương pháp đồ giải tránh va radar, nguy cơ đâm va được xác định nếu đồng thời xảy ra 2 điều kiện: TCPA > 0 và CPA < CPAmin. Khi đồ giải tránh va radar, căn cứ trên chuyển động theo thời gian của 2 tàu mà người ta tính toán ra được giá trị khoảng cách tiếp cận gần nhất (CPA) và thời gian đến điểm tiếp cận gần nhất TCPA để làm cơ sở đánh giá nguy cơ đâm va. Đối chiếu với 2 điều kiện trên, nguy cơ đâm va được đánh giá.

Nghiên cứu ứng dụng trí tuệ nhân tạo đã và đang diễn ra mạnh mẽ trên thế giới. Các thiết bị tự hành đường hàng không, đường bộ đã được triển khai. Tàu chở dầu tự hành đầu tiên cũng đã được chạy thử năm 2022 sử dụng HiNAS 2.0, một hệ thống lái tự động được hỗ trợ bởi trí tuệ nhân tạo [9]. Để dẫn tàu an toàn, việc đánh giá nguy cơ đâm va giữa tàu với các mục tiêu phải được thực hiện. Tuy nhiên, cách đánh giá nguy cơ đâm va của HiNAS 2.0 cũng chưa được công bố. Ngoài ra, việc đánh giá nguy cơ đâm va của 1 bên thứ 3 đối với nguy cơ đâm va của 2 tàu thuyền cũng chưa được công bố. Vì vậy, trong bài báo này, tác giả giới thiệu phương pháp đánh giá nguy cơ đâm va của 2 tàu thuyền dựa trên kết quả quan sát sự dịch chuyển của chúng sử dụng mạng nơ-ron.

Để sử dụng trí tuệ nhân tạo dự đoán nguy cơ đâm va, cần xây dựng cơ sở dữ liệu về các tình huống giao thông, xác định dữ liệu đầu vào - đầu ra, xây dựng mô hình mạng nơ-ron liên kết dữ liệu và thực hiện huấn luyện mô hình trên cơ sở dữ liệu có sẵn.

2. XÂY DỰNG BỘ CƠ SỞ DỮ LIỆU PHỤC VỤ ĐÁNH GIÁ NGUY CƠ ĐÂM VA GIỮA CÁC TÀU THUYỀN

Như đề cập ở trên, đánh giá nguy cơ đâm va giữa các tàu thuyền do con người thực hiện một cách thủ công căn cứ trên chuyển động của các tàu thuyền và vị trí tương quan giữa chúng. Trên cơ sở quan sát chuyển động của tàu thuyền theo thời gian mà xác định có tồn tại nguy cơ đâm va giữa 2 tàu thuyền hay không.

Chuyển động của các tàu thuyền được căn cứ theo sự dịch chuyển vị trí của chúng. Trong hàng hải, sự dịch chuyển này được xem xét theo hệ tọa độ phẳng với vị trí được mô tả theo kinh độ và vĩ độ. Khi quan sát dữ liệu vị trí 2 tàu theo thời gian tại các thời điểm t1 và t2 ta thấy chúng có các tọa độ như sau:

- Thời điểm t1 : Tàu A (pa1; la1) Tàu B (pb1; lb1)
- Thời điểm t2 : Tàu A (pa2; la2) Tàu B (pb2; lb2)

Với :

- pa1, pa2, pb1, pb2 là các giá trị vĩ độ;
- la1, la2, lb1, lb2 là các giá trị kinh độ;

Từ vị trí của 2 tàu sau 2 lần quan sát, giá trị TCPA và CPA được tính toán [2, 3]. Từ 2 giá trị này, ta đánh giá được nguy cơ đâm va (ncdv) có thể không có hoặc có nguy cơ đâm va theo 2 giá trị {0 ; 1} tương ứng. Với mỗi bộ giá trị đầu vào là tọa độ vị trí của 2 tàu A và B theo thời gian, ta có được 1 giá trị đầu ra là nguy cơ đâm va là 1 trong 2 giá trị {0 ; 1}.

Để xây dựng bộ cơ sở dữ liệu đánh giá nguy cơ đâm va cho vùng giao thông đường biển Sài Gòn - Vũng Tàu (trong khu vực giới hạn bởi các vĩ độ 100N và 120N và các kinh độ 1060E và 1080E), các vị trí giả định của 2 tàu A, B được lấy trong khoảng bao phủ của khu vực. Hơn 30.000 bộ dữ liệu đánh giá về nguy cơ đâm va đã được tạo ra dựa trên các tính toán từ vị trí của 2 tàu A, B sau các khoảng thời gian quan sát khác nhau đã được tạo lập. Để đơn giản, giá trị thời gian khởi tạo ban đầu t1 được lấy vào lúc 0h0m, các giá trị t2 được lấy theo mốc đó. Để phục vụ tính toán tự động sau này và đưa ra đánh giá nguy cơ đâm va một cách nhanh chóng, khoảng cách giữa 2 lần quan sát vị trí của các tàu không lớn hơn 5 phút. Các giá trị vị trí của tàu được lập một cách ngẫu nhiên thể hiện sự tương quan về vị trí của chúng theo thời gian.

Mô tả dữ liệu huấn luyện model như sau :

Dataset = {(X, y)}, trong đó:

- X = [t1, pa1, la1, pb1, lb1, t2, pa2, la2, pb2, lb2]: Thông tin vị trí của hai tàu A, B ở hai lần quan sát t1, t2:
  - Lần quan sát t1:
    - Vị trí tàu 1: pa1, la1
    - Vị trí tàu 2: pb1, lb1
  - Lần quan sát 2:
    - Vị trí tàu 1: pa2, la2
    - Vị trí tàu 2: pb2, lb2
- y (nguy cơ đâm va - ncdv): 0/1
  - 0 - Hai tàu không có nguy cơ đâm va
  - 1 - Hai tàu có nguy cơ đâm va

Miền xác định:

- Delta-t = t2 - t1: [1, 5]
- pa1, pb1, pa2, pb2: [10, 12]
- la1, lb1, la2, lb2: [106, 108]
- ncdv: 0, 1

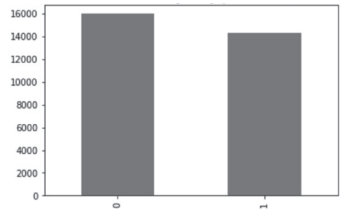
3. PHÂN TÍCH VÀ TIỀN XỬ LÝ DỮ LIỆU

Trước khi huấn luyện model, bước phân tích và tiền xử lý dữ liệu trước tiến hành. Dữ liệu huấn luyện gồm 30.240 mẫu, *Bảng 3.1* thể hiện 5 mẫu dữ liệu đầu.

Bảng 3.1. Dữ liệu ban đầu

t1	pa1	la1	pb1	lb1	t2	pa2	la2	pb2	lb2	ncdv
0	11°30′N	106°30′E	11°50′N	106°30′E	1	11°30.2′N	106°30′E	11°49.767′N	106°30′E	0
0	11°30′N	106°30′E	11°50′N	106°30′E	2	11°30.433′N	106°30′E	11°49.533′N	106°30′E	0
0	11°30′N	106°30′E	11°50′N	106°30′E	3	11°30.7′N	106°30′E	11°49.3′N	106°30′E	1
0	11°30′N	106°30′E	11°50′N	106°30′E	4	11°31′N	106°30′E	11°49.067′N	106°30′E	1
0	11°30′N	106°30′E	11°50′N	106°30′E	5	11°31.333′N	106°30′E	11°48.833′N	106°30′E	1

Độ chênh lệch giữa các output được thống kê trong *Hình 3.1*. Số lượng các tình huống không có nguy cơ đâm va nhiều hơn các tình huống có nguy cơ đâm va.



Hình 3.1: Độ chênh lệch giữa các output

Chuyển các dữ liệu kinh độ, vĩ độ sang dạng thập phân:

x = độ + phút / 60

Chuẩn hóa dữ liệu:

z = (x – u)/s,

Trong đó: u, s - Giá trị trung bình và độ lệch chuẩn.

Bảng 3.2. Một số mẫu dữ liệu sau khi chuẩn hóa

t1	pa1	la1	pb1	lb1	t2	pa2	la2	pb2	lb2	ncdv
0,0	1,35	-1,4	2,1	-1,6	-1,41	1,37	-1,43	2,09	-1,4	0
0,0	1,35	-1,4	2,1	-1,6	-0,71	1,38	-1,43	2,08	-1,4	0
0,0	1,35	-1,4	2,1	-1,6	0,0	1,39	-1,43	2,07	-1,4	1
0,0	1,35	-1,4	2,1	-1,6	0,71	1,4	-1,43	2,06	-1,4	1
0,0	1,35	-1,4	2,1	-1,6	1,41	1,42	-1,43	2,05	-1,4	1

Bảng 3.2 thể hiện 5 mẫu dữ liệu đầu sau khi chuẩn hóa (đã làm tròn với độ chính xác hai chữ số sau dấu phẩy). Giá trị trung bình và độ lệch chuẩn sau khi chuẩn hóa dữ liệu được thể hiện trong *Bảng 2.3*.

Bảng 2.3. Giá trị trung bình và độ lệch chuẩn sau khi đã chuẩn hóa dữ liệu

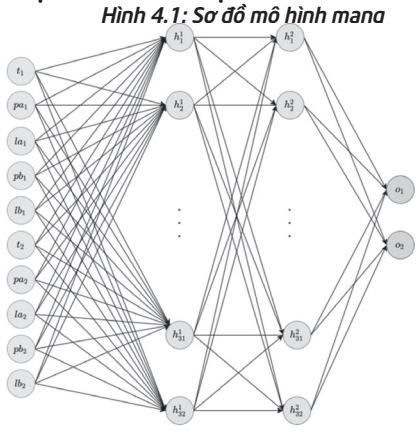
	t1	pa1	la1	pb1	lb1	t2	pa2	la2	pb2	lb2
mean	0,0	-6,36853242833899e-14	1,5090755586808e-13	-6,5055663105857157e-15	-1,1910637085663809e-14	0,0	-9,149714233818137e-14	-3,826407518291435de-14	-6,229760057319416de-15	1,5090755586808e-13
std	0,0	1,000016634801751	1,000016634801751	1,000016634801624	1,000016634801624	1,000016634801624	1,000016634801451	1,000016634801451	1,000016634801751	1,000016634801751

Để huấn luyện model, ta chia dữ liệu thành 3 tập: training set, validation set và test set theo tỉ lệ 3:1:1 (đây là tỷ lệ chia theo kinh nghiệm thông thường khi huấn luyện model khi bộ cơ sở dữ liệu không lớn lắm).

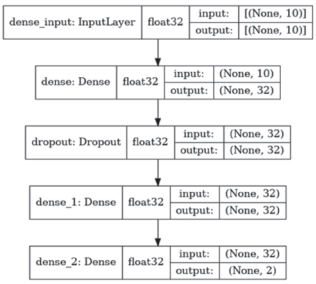
- Training set: (18144, 10), (18144)
- Validation set: (6048, 10), (6048)
- Test set: (6048, 10), (6048)

4. XÂY DỰNG MÔ HÌNH MẠNG NƠ-RON ĐỂ HUẤN LUYỆN

Hình 4.1: Sơ đồ mô hình mang



Do dữ liệu có số lượng đặc trưng (input features) và số lượng mẫu (training samples) ít nên mạng multi-layer feed-forward network [5] được lựa chọn để huấn luyện, sơ đồ mạng được thể hiện trong *Hình 4.2*.



Hình 4.2: Thông số chi tiết của mô hình

Cấu trúc mạng bao gồm 4 layers: 1 input layer, 2 hidden layers và 1 output layer. Giữa hai hidden layer sử dụng dropout [6] để tăng khả năng tổng quát hóa của mô hình và tránh hiện tượng overfitting [7]. Mô hình được tối ưu sử thuật toán Adam [8] và hàm mục tiêu (objective function/ loss function): BinaryCrossEntropy:

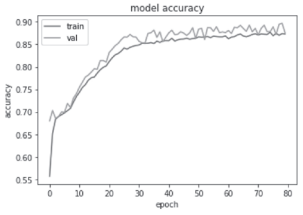
$$L_{BCE} = -\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i * logy_i' + (1 - y_i) * \log\,(1 - y_i'))$$

Trong đó: n - Số lượng sample, y_i - Đầu ra thực tế (y_true), y'_i - Đầu ra của mô hình (y_predicted).

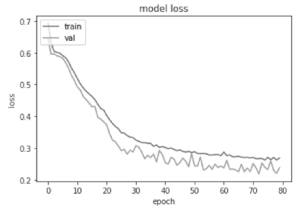
Kích thước hai lớp hidden layers được chọn dựa trên thực nghiệm trong khoảng 16 - 64. Thực nghiệm cho thấy huấn luyện mạng với kích thước hai lớp hidden layers 16, mô hình không đạt được độ chính xác cao (xảy ra hiện tượng underfitting), với kích thước [32, 64) bắt đầu xảy ra hiện tượng overfitting). Mạng đạt kết quả tốt nhất với kích thước hai lớp hidden layers là 32. Thông số chi tiết của mô hình sau khi tối ưu được mô tả chi tiết trong *Hình 4.2*.

5. KẾT QUẢ HUẤN LUYỆN

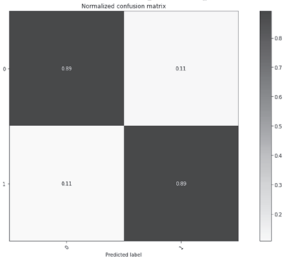
Sau khi training mô hình cho kết quả tốt trên tập validation set với accuracy ~ 90%. Chi tiết thông tin về Accuracy và Loss được ghi lại trong *Hình 5.1, 5.2*.



Hình 5.1: Độ chính xác của mô hình trên tập training và validation



Hình 5.2: Hàm loss trên tập training và validation



Hình 5.3: Normalized confusion matrix trên tập test set

Thử nghiệm mô hình trên tập test set cho kết quả tốt với Accuracy ~ 85%.

Kết quả trên test set:

189/189 [==============================] - 0s 1ms/step - loss: 0.3516 - accuracy: 0.8515

Precision, Recall và F1 (macro) trên tập test set: 0.8883345859055505, 0.8895823013058037, 0.8888411682892907

Confusion matrix trên tập test set như trong *Hình 5.3*.

Phân tích dữ liệu đánh giá nguy cơ đâm va trên tập test set sau khi được chuẩn hóa nêu trên ta thấy giá trị dự đoán nguy cơ đâm va/không có nguy cơ đâm va có độ chính xác đến gần 90%. Với bộ dữ liệu hiện hành, số lượng hơn 30.000 dữ liệu được coi là tương đối nhỏ so với các cơ sở dữ liệu huấn luyện AI. Kết quả trên là tương đối tốt với các dự đoán của máy tính. Hơn thế nữa, đánh giá nguy cơ đâm va không chỉ qua 2 lần quan sát, nó là một chuỗi các lần quan sát liên tục cho nên khả năng dự đoán nguy cơ đâm va sẽ càng tăng cường lên sau nhiều lần quan sát và qua đó tránh được các hiện tượng bỏ lọt nguy cơ đâm va giữa các tàu thuyền. Độ chính xác như trên của mô hình dự đoán nguy cơ đâm va hoàn toàn có thể chấp nhận được.

6. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, việc nghiên cứu đánh giá nguy cơ đâm va dựa trên giá trị quan sát vị trí của 2 tàu thuyền trên biển sử dụng mạng nơ-ron đã được triển khai và đạt được kết quả khả quan.

Kết quả nghiên cứu này cho phép triển khai ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong đánh giá nguy cơ đâm va giữa các tàu thuyền trên biển nhằm phát hiện một cách tự động nguy cơ đâm va và đưa ra cảnh báo đối với người điều khiển phương tiện phục vụ quản lý ATGT hàng hải.

Kết quả nghiên cứu này cũng có thể được sử dụng trong phát triển các chương trình tự động điều khiển tàu sử dụng trí tuệ nhân tạo khác.

Tài liệu tham khảo

[1]. P. Van Thuan and N. V. Thanh (2012), *International regulations for preventing collisions at sea, 1972*, Hanoi, Science and Technology Publishing House.

[2]. P. Van Thuan (2011), *Building a system of formulas to calculate the target ship's motion parameters from the observation results*, Mar. Sci. Technol., vol.28, pp.35-40.

[3]. P. Van Cuong (2012), *Research on building an aids to assisst detecting the risk of collision and warning for small ships*, Mar. Sci. Technol., vol.30, pp.25-30.

[4]. S. Mankabady (1986), *The International Maritime Organization*, vol.1: International Shipping Rules.

[5]. *https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169743997000610.*

[6]. *https://jmlr.org/papers/v15/srivastava14a.html.*

[7]. *https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1168/2/022022/meta.*

[8]. *https://arxiv.org/abs/1412.6980.*

[9]. *https://www.vietnamplus.vn/tau-cho-dau-co-lon-do-ai-lai-lan-dau-bang-qua-dai-duong/797735.vnp.*

Ngày nhận bài: 07/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 21/4/2023
Người phản biện: PGS. TS. Phan Văn Hưng
TS. Đặng Đình Chiến

Nghiên cứu xây dựng quy trình kiểm soát an toàn trong xếp/dỡ hàng nguy hiểm cho tàu hóa chất Việt Nam

■ **ThS. NCS. NGUYỄN THANH DIỆU(*); TS. MAI XUÂN HƯƠNG**
Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email: (*)nguyenthanhdieu@vimaru.edu.vn

TÓM TẮT: An toàn đối với các loại hàng hóa chất nguy hiểm luôn là yêu cầu bắt buộc đối với người khai thác, quản lý tàu cũng như đơn vị quản lý và khai thác cảng. Hiện nay, cùng với xu thế phát triển đội tàu ngày càng lớn, số lượng tàu hóa chất Việt Nam cũng không ngừng tăng lên cả về số lượng và kích cỡ tàu. Tuy nhiên, công tác kiểm soát an toàn trong quá trình làm hàng nguy hiểm hiện nay vẫn còn nhiều hạn chế do chưa đánh giá đầy đủ các rủi ro cũng như quy trình kiểm soát an toàn chưa hoàn thiện, đặc biệt là đối với những tàu hóa chất Việt Nam hoạt động ở vùng vịnh Oman và vịnh Ba Tư. Đây là một trong những khu vực khai thác và vận chuyển hàng hóa chất nhiều nhất trên thế giới. Vì vậy, trong bài báo này, tác giả phân tích các vấn đề kiểm soát an toàn xếp dỡ hàng nguy hiểm hiện nay và xây dựng quy trình kiểm soát an toàn quá trình làm hàng nguy hiểm cho tàu hóa chất Việt Nam hoạt động ở vùng vịnh Oman và vịnh Ba Tư. Kết quả nghiên cứu này được kỳ vọng là tài liệu hữu ích và thiết thực góp phần đảm bảo an toàn cho tàu và cảng trong hoạt động khai thác tàu hóa chất tại các cảng vùng biển này.

TỪ KHÓA: Kiểm soát an toàn, xếp dỡ, hàng nguy hiểm, cảng.

ABSTRACT: Safety is a mandatory requirement for operators, ship managers and port management and operators when handling dangerous chemical goods. Currently, with the trend of developing a larger fleet, the number and size of Vietnamese chemical tankers are constantly increasing. However, safety control in the process of handling dangerous goods is still limited due to incomplete risk assessment and safety control processes, especially for ships operating in the Gulf of Oman and the Persian Gulf, one of the world's most heavily mined and transported areas. In this article, the author analyzes the current safety control issues of dangerous goods loading/unloading and develops a process for safely controlling the dangerous goods handling process for Vietnamese chemical tankers operating in the region. The results of this study are expected to be useful and practical documents that contribute to ensuring the safety of ships and ports in chemical tanker activities at these seaports.

KEYWORDS: Safety control, loading and unloading, dangerous goods, port.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tàu biển dùng để vận chuyển hàng hóa chất lỏng nguy hiểm phải tuân thủ theo các quy định trong SOLAS Chương VII - Vận chuyển hàng hóa nguy hiểm và MARPOL Phụ lục II - Quy định về Kiểm soát ô nhiễm do chất lỏng độc hại với số lượng lớn. Cả hai Công ước đều yêu cầu các tàu chở hóa chất được đóng sau ngày 01/7/1986 phải tuân thủ Bộ luật Quốc tế về Kết cấu và Thiết bị của tàu chở xô hóa chất nguy hiểm (Bộ luật IBC). Bộ luật này cung cấp một tiêu chuẩn quốc tế cho việc vận chuyển an toàn bằng đường biển các hóa chất lỏng nguy hiểm và độc hại với số lượng lớn. Để giảm thiểu rủi ro đối với tàu, thủy thủ đoàn và môi trường, Bộ luật quy định các tiêu chuẩn thiết kế và đóng tàu cũng như thiết bị mà tàu mang theo, có tính đến bản chất của các sản phẩm liên quan. Vào tháng 12/1985, theo Nghị quyết MEPC.19, Bộ luật được mở rộng để bao quát các khía cạnh ô nhiễm biển và áp dụng cho các tàu được đóng sau ngày 01/7/1986. Vào tháng 10/2004, IMO đã thông qua Quy định Phụ lục II MARPOL sửa đổi để kiểm soát ô nhiễm bởi các chất lỏng độc hại với số lượng lớn. Điều này kết hợp một hệ thống phân loại thành 4 loại cho các chất độc hại và chất lỏng và nó có hiệu lực vào ngày 01/01/2007. Các sửa đổi kéo theo đối với Bộ luật IBC cũng được thông qua vào tháng 10/2004, phản ánh những thay đổi đối với Phụ lục II MARPOL. Các sửa đổi kết hợp các sửa đổi đối với việc phân loại một số sản phẩm liên quan đến đặc tính của chúng là chất gây ô nhiễm biển tiềm ẩn cũng như các sửa đổi đối với loại tàu và các yêu cầu vận chuyển được quy định bởi đánh giá hoạt động của nhóm các chất nguy hiểm. Các tàu được đóng sau năm 1986 chở các chất được xác định trong Chương 17 của Bộ luật IBC phải tuân theo các yêu cầu về thiết kế, đóng, thiết bị và vận hành tàu có trong Bộ luật. Bộ luật về kết cấu và trang thiết bị của tàu chở xô hóa chất nguy hiểm (BCH Code). Theo quy định 11 của Phụ lục II MARPOL, các tàu chở hóa chất được đóng trước ngày 01/7/1986 phải tuân thủ các yêu cầu của Bộ luật về kết cấu và thiết bị của tàu chở xô hóa chất nguy hiểm - tiền thân của Bộ luật IBC.

Vịnh Ba Tư có tổng diện tích mặt nước vào khoảng 251.000 km², nơi rộng nhất của vịnh này là 989 km từ bờ biển phía Iran tới Ả Rập Xê Út, nơi hẹp nhất là 56 km ở Eo biển Hormuz, cũng là cửa thông của vịnh ra Vịnh Oman và ra Ấn Độ dương. Vịnh Ba Tư và vùng duyên hải là nguồn cung cấp dầu thô lớn nhất thế giới. Trong khi đó, Vịnh Oman là một vịnh biển nối biển Ả Rập với eo biển Hormuz, rồi chảy ra vịnh Ba Tư, thường được coi là một nhánh của vịnh Ba Tư. Trên bờ phía bắc của vịnh này là Pakistan và Iran (Persia). Trên bờ phía nam là Oman ở phía đông và Các Tiểu vương quốc Ả Rập Thống Nhất ở phía Tây gần đó. Phía Tây của vịnh kết nối với eo biển Hormuz, tuyến đường chiến lược mà qua đó 1/3 lượng khí đốt tự nhiên hóa lỏng của thế giới và 20% lượng dầu tiêu thụ toàn cầu được vận chuyển từ

các nhà sản xuất Trung Đông. Hoạt động vận chuyển dầu mỏ, khí đốt và hóa chất ở các khu vực này nhộn nhịp bậc nhất thế giới đòi hỏi các tàu Việt Nam khi hoạt động vận chuyển hóa chất cần xây dựng quy trình chi tiết để đảm bảo an toàn, đặc biệt là khi xếp/dỡ hàng. Vì vậy, trong bài báo này, tác giả đề xuất quy trình kiểm soát an toàn hàng nguy hiểm áp dụng cho tàu hóa chất Việt Nam đang khai thác ở khu vực này.

2. CƠ SỞ PHÁP LÝ

Do đặc thù các nước khu vực vùng vịnh Oman và vịnh Ba Tư là những nước có lượng xuất khẩu dầu mỏ và hóa chất lớn trên thế giới, do đó các cảng biển khai thác về hàng hóa chất khu vực này cũng khá phong phú và đa dạng. Các tàu hóa chất khi làm hàng ở những cảng khu vực này ngoài tuân thủ theo các quy định chung áp dụng cho đặc thù tàu hóa chất theo các quy định quốc tế như: IBC Code/BCH code; International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (ISGOTT); ICS Chemical Tanker Safety Guide; Ship's "Procedure and Arrangements Manual"; Certificate of Fitness for the Carriage of Dangerous Chemicals in Bulk; Ship's "VEC System Operational Manual"; Ship to Ship Transfer Guide; Tank Cleaning Manual. Ngoài ra, cần phải đảm bảo thêm những yêu cầu về an toàn mà chính quyền cảng khu vực vùng vịnh Oman và vịnh Ba Tư gồm các tiêu chuẩn sau: Tiêu chuẩn về độ tuổi của tàu: Một số cảng như Port of Fujairah, Fujairah, United Arab Emirates thì những tàu dầu, tàu hóa chất có tuổi đời trên 25 năm sẽ không được phép vào cảng này; công tác chuẩn bị an toàn trước khi tàu đến cảng; an toàn trong quá trình tàu nằm trong cảng và trong quá trình làm hàng bao gồm: duy trì an toàn chung, an ninh và an toàn về môi trường.

3. QUY TRÌNH KIỂM SOÁT AN TOÀN QUÁ TRÌNH XẾP HÀNG NGUY HIỂM ÁP DỤNG CHO TÀU HÓA CHẤT VIỆT NAM HOẠT ĐỘNG Ở VÙNG VỊNH OMAN VÀ VỊNH BA TƯ

Quy trình kiểm soát an toàn cho hoạt động xếp hàng cần phải tính toán các yếu tố sau:

3.1. Trước khi xếp các két có liên quan và thiết bị xếp liên quan phải được kiểm tra về tính sẵn sàng về mặt kỹ thuật và khả năng tiếp nhận của chúng đối với hàng tiếp theo

Trước khi chất bất kỳ hàng hóa nào, hãy kiểm tra giấy chứng nhận phù hợp, các yêu cầu về hệ thống sưởi, khả năng tương thích của hàng hóa và tính chất bề mặt hầm hàng, tỷ trọng... đảm bảo rằng có thể xếp hàng; xem xét nghiêm ngặt tài liệu hàng hóa, bao gồm độ nhớt và điểm nóng chảy; xem xét một cách có hệ thống các yêu cầu MARPOL trước khi chuẩn bị kế hoạch làm sạch bể; hướng dẫn chuyến hành trình/ hướng dẫn hàng hóa/ hợp đồng thuê tàu phải luôn được thuyền trưởng xem xét thích đáng; dữ liệu từ các hướng dẫn vệ sinh hầm hàng phải được xem xét một cách có hệ thống, tuân theo hướng dẫn cho tàu; các thuyền viên khác của tàu trong quá trình đi ca làm hàng cần phải báo cáo bất kỳ nghi ngờ nào liên quan đến hoạt động làm hàng đang được tiến hành.

3.2. Phải tiến hành kiểm tra bằng mắt tất cả các két, mở nắp hầm hàng và kiểm tra các thiết bị liên quan

Cần chú ý đặc biệt đến: Vòm/ miệng hầm; lỗ đo hàng; doăng miệng hầm và doăng các nắp đậy; máy bơm hàng; hệ thống ống sấy hầm; tình trạng lớp phủ bề mặt hầm; hoán đổi máy bơm; tính chất của chống ăn mòn đối với hầm thép không rỉ; rò rỉ nước dằn trong các két hàng; chiếu sáng boong tàu.

3.3. Kiểm tra/thử tình trạng hoạt động

Báo động mức cao; hệ thống đo mức; thiết bị chính liên quan đến làm hàng, bao gồm thiết bị theo dõi nhiệt độ và áp suất, phải được hiệu chuẩn khi áp dụng; van an toàn áp xuất hầm hàng P/V; hệ thống ống sưởi ấm phải đảm bảo độ kín; thử áp suất khoang hàng nếu người thuê vận chuyển yêu cầu trước khi xếp hàng; độ kín của hầm hàng; điều quan trọng đó là khu vực ca-bin chỗ ở phải được duy trì dưới áp suất dương để ngăn chặn sự xâm nhập của hơi Hydrocarbon vào trong ca-bin - hoạt động của quạt hút vệ sinh và bếp sẽ tạo ra chân không và do đó không được đóng hoàn toàn cửa hút của hệ thống điều hòa không khí. Hệ thống điều hòa không khí của ca-bin phổng ở nên được duy trì tuần hoàn một phần trong quá trình vận chuyển hàng hóa; đảm bảo rằng tất cả các thiết bị cảm biến phát hiện khí đang hoạt động và được hiệu chuẩn với các loại khí cần thiết. Trong một số trường hợp, có thể cần thiết phải tổ chức kiểm tra khí định kỳ ở một số khu vực trên boong bằng thiết bị phát hiện khí di động; làm sạch vách ngăn máy bơm hàng cho máy bơm chìm; đồng hồ đo áp suất; điều kiện bề mặt hầm hàng.

3.4. Sự an toàn

Sơ đồ xếp hàng, sơ đồ hàng hóa, biểu mẫu vận hành hàng hóa và bảng dữ liệu thông tin hàng được xếp/MSDS. Hướng dẫn ngắn gọn về những điều sau đây: mức độ rủi ro của hàng hóa xếp; nơi để bộ quần áo bảo hộ chống hóa chất trong quá trình vận chuyển hàng hóa; phương tiện chữa cháy sẵn sàng sử dụng; biện pháp xử lý trong trường hợp hàng hóa bị tràn, rò rỉ, thoát hơi, cháy; trang thiết bị y tế bổ sung; hạn chế quyền tiếp cận khu vực boong của những người không cần thiết trong một số hoạt động làm hàng; khả năng một số hàng hóa thải ra hơi độc hại cao có thể có các chất phụ gia dễ nhận thấy; thuốc giải độc; thiết bị kiểm tra khí độc.

3.5. Tình trạng sạch sẽ

Kiểm tra mùi, độ sạch của két và khi thích hợp tiến hành các kiểm tra đối với clorua màu, hydrocacbon, PIT… phù hợp với yêu cầu của người thuê vận chuyển đối với hàng hóa được chất lên. Tất cả các rỉ sét và lớp sơn tróc phải được loại bỏ và làm sạch. Tham khảo Hướng dẫn trong tài liệu hướng dẫn vệ sinh hầm hàng.

3.6. Thỏa thuận với giám định viên hàng hóa

Giám định viên xác định việc chấp nhận các két hàng của tàu để xếp hàng. Tùy thuộc vào hàng hóa trước đó và hàng hóa được lên kế hoạch xếp cho két, giám định viên sẽ tiến hành kiểm tra trực quan các két và dây chuyền hoặc thêm các thử nghiệm bổ sung như mùi, rửa tường… Sau khi các két được phê duyệt, "giấy chứng nhận hầm hàng sạch" sẽ được cấp cho tàu bởi giám định viên. Giám định viên sẽ yêu cầu tàu cung cấp những thông tin sau: (1) chi tiết ba loại hàng gần nhất trước đó được xếp vào từng hầm cụ thể; (2) thông tin chi tiết về quy trình vệ sinh hầm hàng; (3) hệ số kinh nghiệm đi tàu: Hệ số này thể hiện độ hao hụt

hàng hóa của con tàu so với cảng; (4) loại sơn phủ bề mặt hầm hàng và tính phù hợp; (5) trước khi bắt đầu chất tải Đại phó và Giám định viên sẽ thảo luận về chương trình chất tải.

4. KIỂM SOÁT AN TOÀN CHO HOẠT ĐỘNG DỠ HÀNG

Quy trình kiểm soát an toàn cho hoạt động dỡ hàng cần phải tính toán các yếu tố sau:

4.1. Trước khi bắt đầu hoạt động dỡ hàng, đặc biệt chú ý khi hàng hóa có độc tính cao, đặc tính dễ cháy hoặc đôi khi bao gồm cả 2 tính chất này

Đảm bảo nhiệt độ hàng hóa được xác định chính xác; kiểm tra và thử hoạt động cảnh báo mức cao mức hàng trong hầm; chuẩn bị hệ thống đo mức hàng trong hầm; kiểm tra xem van an toàn áp xuất hầm (P/V) có hoạt động không và đường ống kết nối P/V có thông không; chuẩn bị đường hồi hơi - nếu cần sử dụng trong quá trình làm hàng; đảm bảo sự sẵn sàng hệ thống đầu nối đầu đường ống nhận hàng, các khay trống tràn và hệ thống ống hàng dây dẫn hàng; miệng ống hàng - các thiết bị nối giảm tốc; kế hoạch và quy trình bơm ballast trong qua trình dỡ hàng; chuẩn bị/kiểm tra ống nối giữa các hầm hàng hoặc các kết nối cố định; kiểm tra hệ thống nitơ; kiểm tra xem tất cả các hạng mục cho dỡ hàng đã sẵn sàng để xả kín chưa…

4.2. Sự an toàn

Kế hoạch dỡ hàng, các biểu mẫu liên quan đến hoạt động dỡ hàng và bảng dữ liệu tính chất lý hóa, tính độc của hàng nguy hiểm (MSDS) cần được kiểm soát chặt chẽ. Hướng dẫn ngắn gọn về những điều sau đây: mức độ rủi ro của hàng hóa được dỡ; phải luôn mặc quần áo bảo hộ chống hóa chất phù hợp trong suốt quá trình vận hành hàng hóa; phương tiện chữa cháy sử dụng; biện pháp ứng cứu xử lý trong trường hợp đổ tràn, phơi nhiễm; thiết bị y tế bổ sung…

4.3. Đo hàng và lấy mẫu hàng hóa

Giám định hàng hóa sẽ cùng với Đại phó kiểm tra lượng hàng của các két mà sẽ được dỡ xuống. Việc lấy mẫu hàng hóa của giám định viên phải được tiến hành với sự có mặt của sỹ quan tàu được phân công. Phương pháp được sử dụng để tính tỷ trọng riêng tại cảng dỡ hàng phải giống như phương pháp được sử dụng tại cảng xếp hàng. Khi lấy mẫu đảm bảo các hộp lấy mẫu, chai, dây thừng và dụng cụ lấy mẫu kín được làm sạch hoàn toàn trước khi lấy mẫu.

4.4. Họp an toàn trước khi dỡ hàng

Quy trình này mô tả các điểm chính sẽ được thảo luận khi đến nơi trước khi có thể bắt đầu hoạt động dỡ hàng. Sự phức tạp của các hoạt động dỡ hàng trên tàu chở hóa chất khiến việc lập kế hoạch tất cả các hoạt động liên quan đến tàu và bến cảng là cần thiết. Các bên họp gồm sỹ quan cảng phụ trách hoạt động làm hàng; thuyền trưởng/đại phó; giám định viên hàng hóa. Nếu vì bất kỳ lý do gì mà một bên có khiếu nại liên quan đến mẫu hàng hóa lấy ở cảng load được giữ trên tàu. Trong trường hợp này, những khiếu nại đó có thể được trao cho những người được quy định sau khi tham khảo ý kiến của văn phòng quản lý.

4.5. Các thỏa thuận giữa tàu với cảng

Thuyền trưởng tàu phải xuất trình thông báo sẵn sàng (NOR) cho phụ trách cảng để ký xác nhận ngay khi tàu đến. Chính quyền cảng sẽ tiếp nhận giải quyết tất cả các kháng cáo liên quan đến việc dỡ hàng. Đại phó và sỹ quan cảng phụ trách hoạt động làm hàng sẽ thảo luận về chương trình dỡ hàng. Tất cả các mục có liên quan trong "Danh sách kiểm tra an toàn tàu/bờ" do cảng cung cấp phải được Đại diện cảng và Đại phó hoàn thành.

4.6. Thỏa thuận giữa tàu và giám định viên

Giám định viên phải thảo luận với Đại phó về quy trình dỡ hàng và lấy mẫu hàng, đặc biệt nếu hàng hóa trong hầm được điền nitơ. Giám định viên nhận các mẫu hàng hóa gửi cho người nhận từ cảng xếp hàng để đổi lấy biên lai.

5. KẾT LUẬN

Bài báo đã xây dựng quy trình kiểm soát an toàn quá trình xếp, dỡ hàng nguy hiểm áp dụng cho tàu hóa chất Việt Nam hoạt động ở vùng vịnh Oman và vịnh Ba Tư được xem là yêu cầu cần thiết và thiết thực góp phần đảm bảo an toàn cho tàu và cảng trong hoạt động khai thác tàu tại các cảng biển hóa chất nói chung, đặc biệt đối với những tàu hóa chất hoạt động ở vùng vịnh Oman và vịnh Ba Tư là một trong những khu vực khai thác và vận chuyển hàng hóa chất nhiều nhất trên thế giới. Kết quả nghiên cứu này được kỳ vọng là tài liệu tham khảo quan trọng cho các bên liên quan đến hoạt động vận chuyển hóa chất nhằm nâng cao an toàn, an ninh và phòng ngừa ô nhiễm môi trường trong hoạt động của tàu hóa chất.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong Đề tài mã số DT22-23.07.

Tài liệu tham khảo

[1]. *The International Maritime Dangerous Goods code*, 2018 Edition, ed, IMO Publishing 2018, Lon Don.

[2]. *International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (IGC Code)*, IMO, 1993.

[3]. *IBC Code / BCH code.*

[4]. *International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (ISGOTT).*

[5]. *ICS Chemical Tanker Safety Guide.*

[6]. Ship's *"Procedure and Arrangements Manual"* (Approved by Class).

[7]. *Certificate of Fitness for the Carriage of Dangerous Chemicals in Bulk.*

[8]. Ship's *"VEC System Operational Manual"* (Approved by Class).

[9]. *Ship to Ship Transfer Guide (Petroleum).*

[10]. *Tank Cleaning Manual.*

[11]. *http://www.chemicaltankerguide.com/preparation-for-unloading.html.*

[12]. *https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/IBCCode.aspx.*

Ngày nhận bài: 28/02/2023
Ngày chấp nhận đăng: 19/3/2023
Người phản biện: PGS. TS. Nguyễn Kim Phương
PGS. TS. Nguyễn Minh Đức

Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ mô hình đến sự thay đổi đặc tính dòng chảy bao quanh thân tàu bằng phương pháp CFD

■ **PGS. TS. TRẦN NGỌC TÚ(*); ThS. PHẠM THỊ THANH HẢI; ThS. NGUYỄN MẠNH CHIẾN**
Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email: (*)tutn@vimaru.edu.vn

TÓM TẮT: Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ mô hình đến sự thay đổi đặc tính dòng chảy bao quanh thân tàu container KCS bằng phương pháp CFD. Sự khác nhau về hình dáng sóng bề mặt do tàu tạo ra khi chuyển động, phân bố áp suất động, ứng suất tiếp trên bề mặt thân tàu và dòng theo phía sau thân tàu giữa tàu mô hình và tàu thực được chỉ ra và phân tích trong bài báo. Kết quả tính toán mô phỏng được so sánh với kết quả thực nghiệm để khẳng định độ tin cậy của kết quả mô phỏng.

TỪ KHÓA: Dòng chảy, CFD, lực cản tàu, mô phỏng.

ABSTRACT: This paper presents the numerical results of scale effect on flow characteristics around the hull of KCS containerships by using CFD method. Differences in wave pattern of the free surface and wave profile along the ship, dynamic pressure and wall shear stress distributions on the hull surface and nominal wake field between the model scale and full scale ship are shown and analyzed in this paper. The simulation results are compared with the experimental results to confirm the reliability of the simulation results.

KEYWORDS: Flow, CFD, Ship resistance, full-scale.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong thiết kế tàu, việc xác định được chính xác lực cản tàu có ý nghĩa đặc biệt quan trọng bởi nó là thông số đầu vào trong nhiều bài toán thiết kế tiếp theo trong đó có bài toán liên quan đến thiết kế thiết bị đẩy, lựa chọn công suất máy để tàu đạt được tốc độ thiết kế đặt ra. Hiện tại, phương pháp thử mô hình trong bể thử sau đó tính chuyển ra tàu thực là phương pháp cho kết quả về lực cản tàu tin cậy nhất. Tuy nhiên, như chúng ta đã biết, việc thử mô hình trong bể thử chỉ đảm bảo được sự đồng dạng về mặt hình học và đồng dạng về số Froude giữa tàu mô hình và tàu thực, còn số Reynolds thì không đảm bảo được sự đồng dạng. Đây chính là lý do dẫn tới sự khác nhau về đặc tính dòng chảy bao quanh thân tàu giữa tàu mô hình và tàu thực. Chính vì vậy, việc nghiên cứu sự khác nhau về đặc tính chòng chảy bao quanh thân tàu ở các tỷ lệ khác nhau có ý nghĩa đặc biệt quan trọng, giúp chúng ta có được các thông tin chính xác hơn về đường dòng bao quanh thân tàu ở tỷ lệ thực để phục vụ cho nhiều bài toán thiết kế khác nhau như bài toán tối ưu hình dáng thân tàu, thiết kế chong chóng... ở tỷ lệ thực.

Ngày nay, với sự phát triển mạnh mẽ của máy tính điện tử và phương pháp số, CFD đang được ứng dụng rất rộng rãi trên thế giới trong việc giải quyết các bài toán động lực học tàu thủy. Ưu điểm của phương pháp CFD so với phương pháp thử mô hình trong bể thử là nó cho kết quả tương đối tin cậy, tiết kiệm được thời gian và chi phí do không phải chế tạo mô hình vật lý để thử. Ngoài ra, CFD còn có ưu điểm nữa là nó có thể mô phỏng tính toán được lực cản tàu ở tỷ lệ thực, việc xử lý sau tính toán bằng CFD có thể cung cấp cho chúng ta tất cả các thông tin về đặc tính đường dòng bao quanh thân tàu.

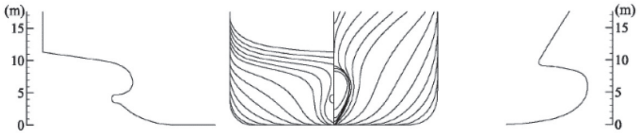
Việc nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ mô hình đến sự thay đổi đặc tính đường dòng bao quanh thân tàu đã được nhiều các tác giả khác nhau thực hiện [1-5]. Các kết quả nghiên cứu của tác giả này đều chỉ ra ảnh hưởng của tỷ lệ mô hình đến sự khác biệt về đặc tính dòng chảy bao quanh thân tàu. Mức độ ảnh hưởng sẽ phụ thuộc vào sự khác nhau về tỷ lệ mô hình và đặc điểm hình dáng thân tàu.

Nghiên cứu này, trên cơ sở kế thừa kết quả của các nghiên cứu đi trước sẽ tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ mô hình đến sự khác nhau về đặc tính dòng chảy bao quanh thân tàu container KCS bằng phương pháp CFD.

2. MÔ PHỎNG SỐ

2.1. Giới thiệu về mô hình tàu container KCS

Đối tượng nghiên cứu được sử dụng trong bài báo này là tàu container KCS. Đây là mô hình tàu được các nhà thủy động lực học sử dụng khá phổ biến trong nghiên cứu đặc tính dòng chảy bao quanh thân tàu bằng CFD bởi đây là mô hình tàu mà mô hình 3D, kết quả thử mô hình được công bố rộng rãi, công khai ở trên mạng [6, 7]. Các thông số hình học và hình dáng tàu tàu container KCS ở tỷ lệ mô hình 1/31.6 và tỷ lệ thực được trình bày trên *Bảng 2.1* và *Hình 2.1*.



Hình 2.1: Mô hình tàu container KCS

Bảng 2.1. Các thông số kích thước chủ yếu của tàu container KCS

Các thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị	
			Tàu thực	Tàu mô hình
Chiều dài hai đường vuông góc	L_{PP}	[m]	230,00	7,2786
Chiều rộng tàu	B	[m]	32,20	1,0190
Chiều chìm	T	[m]	10,80	0,3418
Lượng chiếm nước thể tích	∇	[m^3]	52030	1,6489
Diện tích mặt ướt	S	[m^2]	9530	9,544
Hệ số béo thể tích	C_B	[-]	0,6505	

2.2. Thiết lập mô phỏng

2.2.1. Các trường hợp tính và điều kiện tính toán

Việc nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ mô hình đến sự thay đổi đặc tính đường dòng bao quanh thân tàu được tiến hành với các trường hợp tính và điều kiện tính toán như sau:

- Mô phỏng ở hai tỷ lệ khác nhau gồm tàu thực và tàu mô hình có tỷ lệ là 1/31,6. Lý do lựa chọn 2 tỷ lệ này là có thể so sánh, kiểm tra kết quả mô phỏng tính toán bằng CFD với kết quả thử mô hình trong bể thử và kết quả tính chuyển ra tàu thực đã được công bố trong tài liệu [6, 8, 9].

- Điều kiện môi trường tính đối với tàu ở tỷ lệ mô hình được lấy giống như điều kiện thử nêu trong [6, 8]. Đối với tàu thực, điều kiện tính toán cũng tương tự.

2.2.2. Kích thước miền tính toán và điều kiện biên

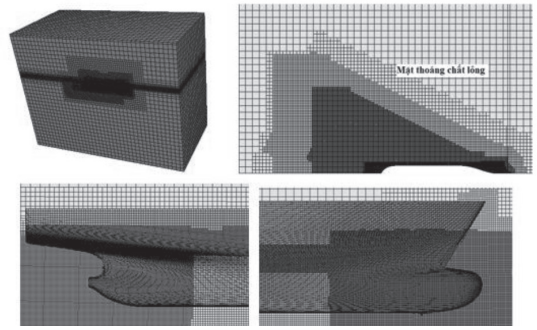
Kích thước của miền tính toán được lựa chọn theo hướng dẫn của Hiệp hội Bể thử quốc tế ITTC [10]. Cụ thể, miền chất lỏng phía trước tàu nằm cách mũi tàu một đoạn 1,5 L_{PP}, miền chất lỏng phía lái tàu nằm cách đuôi tàu một đoạn 2,5 L_{PP}, phía đáy và phía trên bể thử ảo cách mặt thoáng chất lỏng một đoạn tương ứng là 2,5 L_{PP} và 1,5 L_{PP}. Cạnh bên của bể thử ảo cách mặt phẳng dọc tâm tàu một đoạn bằng 2,5 L_{PP}.

Loại điều kiên biên được sử dụng trong bài toán này được lựa chọn như sau: Miền chất lỏng phía trước, phía đáy và phía trên là velocity inlet, dòng chảy phía sau thân tàu pressure outlet, hai mặt cạnh của miền chất lỏng tính toán là symmetry plane, điều kiện biên áp dụng tàu là No-slip wall.

2.2.3. Chia lưới và lựa chọn mô hình vật lý

Loại lưới và cách chia lưới là một trong những yếu tố ảnh hưởng lớn đến kết quả mô phỏng bằng CFD. Trong bài toán mô phỏng tính toán lực cản tàu bằng CFD, 3 loại lưới được sử dụng gồm: lưới bề mặt, lưới khối và lưới lăng trụ [11]. Để số lượng lưới cần dùng là nhỏ nhất trong khi vẫn đảm bảo được độ chính xác về kết quả mô phỏng, lưới sẽ chia mịn các khu vực gần tàu (đặc biệt là tại khu vực mũi và đuôi tàu nơi có độ cong phức tạp), tại bề mặt thoáng của chất lỏng để có thể bắt được tốt nhất sóng Kelvin. Việc chia lưới sẽ được thực hiện giống như nhau giữa tàu ở tỷ lệ mô hình và tàu thực, điểm khác biệt ở đây chỉ ở chỗ chiều dày cách tường của lớp lưới lăng trụ đầu tiên của tàu thực và tàu mô hình là khác nhau để đảm bảo giá trị trung bình Y+ của tàu mô hình là 50, còn giá trị trung bình của Y+ ở tàu thực là khoảng 400. Kết quả chia lưới trên cho tàu mô hình và tàu thực được trình bày trên *Hình 2.2.*

Mô hình vật lý được sử dụng trong mô phỏng lực cản tàu là mô hình chất lỏng thực (chất lỏng có nhớt và không nén được) với việc sử dụng phương trình Unsteady Reynolds Averaged Navier-Stokes equations (RANSE). Mô hình dòng rối SST K-Omega được sử dụng để đóng kín phương trình RANSE bởi theo [12] việc sử dụng mô hình dòng rối SST K-Omega mang lại kết quả tương đối chính xác trong việc tính toán thủy động lực học tàu thủy nói chung và lực cản tàu nói riêng. Phương pháp thể tích chất lỏng VOF được sử dụng để mô phỏng mặt thoáng chất lỏng.



Hình 2.2: Kết quả chia lưới

3. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

3.1. Xác định sự hội tụ của lưới

Nghiên cứu sự hội tụ của lưới là bước đầu tiên cần thực hiện trong tính toán mô phỏng bằng CFD. Theo hướng dẫn của ITTC [14], trong nghiên cứu này, nhóm tác giả thực hiện nghiên cứu sự hội tụ của lưới tại số Fr = 0,260 với 3 kích thước lưới gồm lưới mảnh, lưới cỡ trung và lưới mịn với tỷ lệ thay đổi độ mịn giữa các loại lưới là $r_G = \sqrt{2}$ .Theo đó, số lượng lưới được sử dụng trong mô phỏng dòng chảy bao quanh thân tàu ở tỷ lệ mô hình lần lượt là 0,79, 1,77 và 3,71 triệu lưới. Trong mô phỏng tàu ở tỷ lệ thực lần lượt là 1,02, 2,08, 4,79 triệu lưới.

Tỷ lệ hội tụ của lưới được xác định theo biểu thức:

$$R_G = \varepsilon_{21} / \varepsilon_{32} \quad (1)$$

Biểu thức (1) có thể sảy ra 3 trường hợp gồm: Nếu R_G > 1 thì được coi là không hội tụ; nếu R_G < 0 là hội tụ phân kỳ và nếu 0 < R_G< 1 là hội tụ đơn điệu.

Trong công thức (1), ε_{12} và ε_{23} được xác định theo công thức:

$$\varepsilon_{12} = (S_1 - S_2) / S_1; \varepsilon_{23} = (S_2 - S_3) / S_2 \quad (2)$$

Trong đó: S_1, S_2, S_3 - Kết quả tính lực cản tàu khi sử dụng lưới mịn, lưới cỡ trung và lưới mảnh.

Sai số giữa kết quả mô phỏng bằng CFD (S) và kết quả đo trong bể thử (D) (EFD) được xác định theo công thức:

$$E\%D = \frac{(D-S)}{D}.100\% \quad (3)$$

Trên *Bảng 3.1* trình bày kết quả nghiên cứu sự hội tụ của lưới đối với tàu ở tỷ lệ mô hình và tàu ở tỷ lệ thực. Từ kết quả trên *Bảng 3.1* ta thấy rằng, kết quả thu được là hội tụ đơn điệu khi tăng số lượng lưới. Kết quả mô phỏng tính toán khi sử dụng lưới mịn rất gần so với kết quả do đạc trong bể thử (đối với tàu ở tỷ lệ mô hình) và kết quả tính chuyển ra tàu thực từ kết quả đo trong bể thử (đối với tàu

thực). Cụ thể, sai số về hệ số lực cản tổng giữa thực nghiệm và mô phỏng đối với tàu ở tỷ lệ mô hình là 1,05% và đối với tàu thực là 3,66%. Do vậy, lưới mịn sẽ được nhóm nghiên cứu sử dụng vào trong so sánh sự khác nhau về dòng chảy bao quanh thân tàu ở các tỷ lệ mô hình khác nhau.

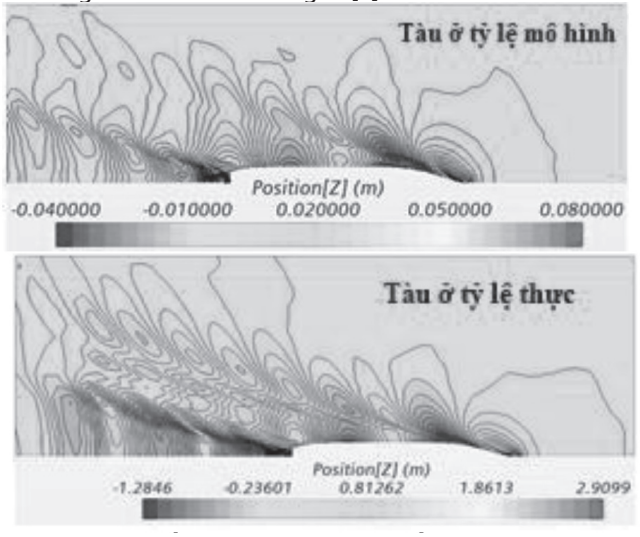
Bảng 3.1. Kết quả nghiên cứu sự hội tụ của lưới tại tốc độ Fr = 0,260

Các thông số		EFD (D) [7] Lưới mảnh	Kích thước lưới			ε_{32} %	ε_{12} %	R_G
			Lưới cỡ trung	Lưới mịn				
Tàu ở tỷ lệ mô hình								
$C_T x10^3$	Giá trị	3,711	3,84	3,785	3,75	-0,93	-1,45	0,6
	E%D	/	-3.48	-1,99	-1,05	/	/	/
Tàu ở tỷ lệ thực								
$C_T x10^3$	Giá trị	2,023	2,152	2,122	2,097	-1,19	-1,41	0,8
	E%D	/	-6,38	-4,89	-3,66	/	/	/

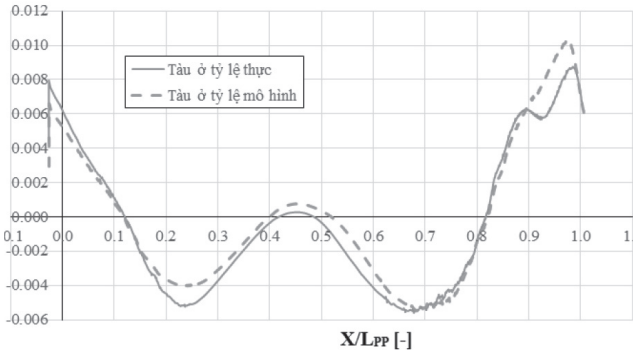
3.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ mô hình đến đặc tính đường dòng bao quanh thân tàu

3.2.1. Hình dáng sóng tại mặt thoáng chất lỏng và profile sóng dọc thân tàu

Ảnh hưởng của tỷ lệ mô hình đến sự khác nhau về hình dáng sóng tại mặt thoáng chất lỏng và profile sóng dọc thân tàu tại các tốc độ khác nhau được trình bày trên *Hình 3.1 và 3.2*. Như ta có thể quan sát thấy trên *Hình 3.1 và 3.2*, sự khác nhau về hình dạng sóng bề mặt giữa tàu ở tỷ mô hình và tỷ lệ thực nằm ở khu vực dòng theo phía sau thân tàu. Cụ thể, sóng do tàu tạo ra tại khu vực đuôi tàu thực lớn hơn so với tàu mô hình. Đối với profile sóng dọc thân tàu ta có thể nhận thấy sự khác biệt chủ yếu nằm ở vị trí mũi và đuôi tàu. Cụ thể, profile sóng của tàu thực lớn hơn so với tàu ở tỷ lệ mô hình ở các tốc độ tàu khác nhau. Các kết quả thu được này cũng trùng khớp với kết quả nghiên cứu của các tác giả đi trước trên thế giới [1].



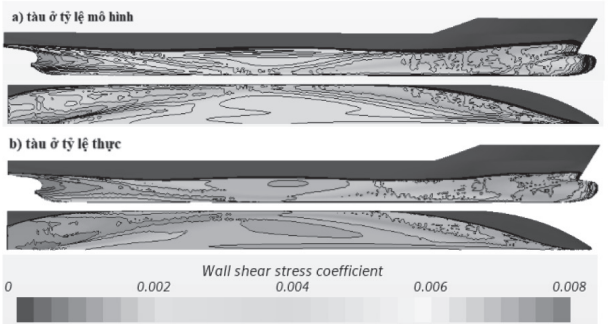
Hình 3.1: Ảnh hưởng của tỷ lệ mô hình đến hình dạng sóng bề mặt do tàu tạo ra khi chuyển động tại Fr=0,26



Hình 3.2: Sự khác nhau về profile sóng giữa tàu mô hình và tàu thực ở số Froude 0,260

3.2.2. Phân bố ứng suất tiếp trên bề mặt thân tàu

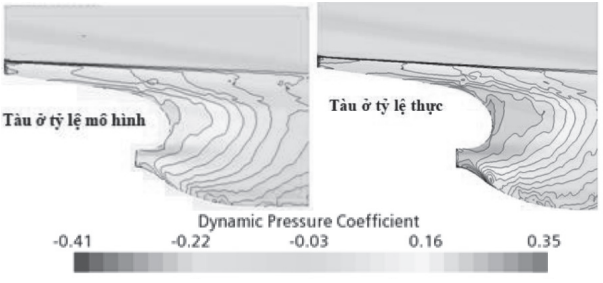
Ảnh hưởng của tỷ lệ mô hình đến sự khác nhau trong phân bố ứng suất tiếp trên bề mặt thân tàu tại các tốc độ khác nhau được trình bày trên *Hình 3.3*. Từ *Hình 3.3* ta có thể nhận thấy tỷ lệ mô hình ảnh hưởng rất lớn đến hệ số ứng suất tiếp trên bề mặt thân tàu. Tỷ lệ mô hình càng lớn (tàu càng nhỏ) thì hệ số này càng lớn và ngược lại. Điều này được giải thích là do sự khác nhau về số Reynolds giữa tàu mô hình và tàu thực. Sự khác nhau này cũng giải thích một phần cho việc hệ số lực cản ma sát của tàu ở tỷ lệ mô hình lớn hơn so với tàu thực.



Hình 3.3: Ảnh hưởng của tỷ lệ mô hình đến phân bố ứng suất tiếp trên bề mặt thân tàu ở số Froude 0,260

3.2.3. Phân bố áp suất động trên bề mặt thân tàu

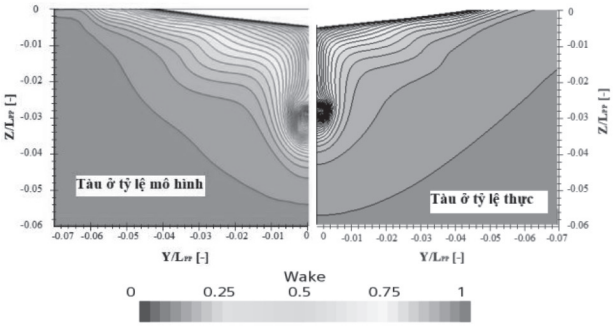
Trên *Hình 3.4* biểu diễn ảnh hưởng của tỷ lệ mô hình đến phân bố áp suất động trên bề mặt thân tàu khi chuyển động ở các tốc độ khác nhau. Từ *Hình 3.4* ta có thể quan sát thấy mức độ ảnh hưởng của tỷ lệ mô hình đến phân bố áp suất động trên bề mặt thân tàu không lớn bằng phân bố ứng suất tiếp. Sự khác nhau về áp suất động giữa tàu mô hình và tàu thực chủ yếu ở khu vực đuôi tàu, cụ thể áp suất động ở phía đuôi tàu tăng lên khi giảm tỷ lệ mô hình.



Hình 3.4: Ảnh hưởng của tỷ lệ mô hình đến phân bố áp suất động trên bề mặt thân tàu ở số Froude 0,260

3.2.4. Dòng theo tại vị trí đĩa chong chóng

Ảnh hưởng của tỷ lệ mô hình đến dòng theo tại vị trí đĩa chong chóng (x=0,0175 L_{pp}) được thể hiện trên *Hình 3.5*. Từ *Hình 3.5* ta có thể nhận thấy tỷ lệ mô hình ảnh hưởng khá lớn đến trường dòng theo. Tỷ lệ mô hình càng lớn (tàu mô hình) thì trường dòng theo càng lớn do tàu ở tỷ lệ mô hình có số Reynold nhỏ hơn so với tàu ở tỷ lệ thực.



Hình 3.5: Ảnh hưởng của tỷ lệ mô hình đến dòng theo phía sau thân tàu tại vị trí đĩa chong chóng ở số Froude 0,260

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã thành công trong việc ứng dụng phương pháp CFD vào trong nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ mô hình đến sự thay đổi đặc tính đường dòng bao quanh thân tàu. Các kết quả thu được, cụ thể như sau:

- Đã tính toán được lực cản tàu ở tỷ lệ mô hình và tỷ lệ thực, kết quả tính toán rất gần với kết quả thực nghiệm trong bể thử và kết quả tính chuyển ra tàu thực theo các hướng dẫn của ITTC, với sai số lần lượt là 1,05% và 3,66%.

- Đã đưa ra và phân tích được ảnh hưởng của tỷ lệ mô hình đến sự thay đổi đặc tính đường dòng bao quanh thân tàu gồm sự khác nhau về hình dáng sóng bề mặt do tàu tạo ra, profile sóng dọc thân tàu; sự khác nhau trong phân bố ứng suất tiếp và áp suất động trên bề mặt thân tàu; sự khác nhau về dòng theo phía sau thân tàu tại đĩa chong chóng. Đây là các hình ảnh rất quan trọng giúp ích cho người thiết kế rất nhiều trong thiết kế tuyến hình tàu để kết quả tính toán với tàu thực được chính xác hơn.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong Đề tài mã số DT22-23.29.

Tài liệu tham khảo

[1]. Hänninen, S. and J. Sehweighofer (2006), *Numerical investigation of the scale effect on the flow around a ship hull*, Ship Technology Research, 53(1): pp.17-25.

[2]. Dogrul, A., S. Song and Y.K. Demirel (2020), *Scale effect on ship resistance components and form factor*, Ocean Engineering, 209, p.107428.

[3]. Song, K.-w., et al. (2020), *Experimental and numerical study on the scale effect of stern flap on ship resistance and flow field*,15(9), pp.981-997.

[4]. Hochkirch, K. and B. Mallol (2013), *On the importance of full-scale CFD simulations for ships*, in 11th International conference on computer and IT applications in the maritime industries, COMPIT.

[5]. Terziev, M., T. Tezdogan and A. Incecik (2022), *Scale effects and full-scale ship hydrodynamics: A review*, Ocean Engineering, 245, p.110496.

[6]. SIMMAN 2008 Workshop*, http://www.simman2008.dk/kcs/container.html.*

[7]. Hino, T., et al. (2020), *Numerical Ship Hydrodynamics: An Assessment of the Tokyo 2015 Workshop*, vol.94, Springer Nature.

[8]. Kim, W., S. Van and D. Kim (2001), *Measurement of flows around modern commercial ship models*, Experiments in fluids, 31(5), pp.567-578.

[9]. *Technical report results of resistance test for containership KCS*, CTO, Poland 2017.

[10]. ITTC (2014), *Recommended procedures and guidelines 7.5-03-02-04 (https://ittc.info/media/4198/75-03-02-04.pdf)*.

[11]. Choi, J., et al. (2010), *Resistance and propulsion characteristics of various commercial ships based on CFD results*, Ocean engineering, 37(7), pp.549-566.

[12]. Yong, Z., et al. (2015), *Turbulence model investigations on the boundary layer flow with adverse pressure gradients*, Journal of Marine Science, 14(2), pp.170-174.

[13]. Tu, T.N., et al. (2021), *Effects of Turbulence Models On RANSE Computation Of Flow Around DTMB 5415 Vessel*, Naval Engineers Journal, 133(3), pp.137-151.

[14]. ITTC. ITTC Specialist Committee (2017), *Recommended procedures and guidelines - uncertainty analysis in CFD verification and validation methodology and procedures*, Available from: *https://www.ittc.info/media/8153/75-03-01-01.pdf* .

Ngày nhận bài: 10/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 15/4/2023
Người phản biện: GS. TSKH. Đỗ Đức Lưu
TS. Phạm Minh Ngọc

Gia tăng tiện ích và công năng sử dụng tại các điểm dừng nhà chờ xe buýt nhằm nâng cao chất lượng dịch vụ và tăng tính thu hút cho dịch vụ vận tải xe buýt TP. Hồ Chí Minh

■ **PGS. TS. NGUYỄN THỊ BÍCH HẰNG**
Phân hiệu tại TP. Hồ Chí Minh, Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: hangntb@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Trong bài báo này, tác giả sẽ so sánh giữa các yêu cầu kỹ thuật và xu hướng phát triển các điểm dừng, nhà chờ xe buýt trên thế giới với thực trạng hoạt động cũng như các công năng, tiện ích được cung cấp cho hành khách tại các điểm dừng, nhà chờ xe buýt tại TP. Hồ Chí Minh hiện nay để xác định những ưu, nhược điểm của hệ thống và đề xuất các giải pháp nhằm gia tăng tiện ích và công năng sử dụng tại các điểm dừng nhà chờ xe buýt, góp phần nâng cao chất lượng dịch vụ và mức độ thu hút cho dịch vụ vận tải xe buýt TP. Hồ Chí Minh.

TỪ KHÓA: Điểm dừng, nhà chờ xe buýt, tiện ích, chức năng phục vụ, chất lượng dịch vụ xe buýt.

ABSTRACT: In this article, the author will compare the technical requirements and development trends of bus stop/bus shelters worldwide with the current situation and the services provided to passengers at bus stop/bus shelters in Ho Chi Minh City to identify the advantages and disadvantages of this system. Therefore, some solutions are proposed to enhance the convenience and functionality at bus stops/bus shelters, contributing to improving the quality of service and attracting more passengers for Ho Chi Minh City's bus transportation service.

KEYWORDS: Bus stop, bus shelters, convenience, functionality, quality of bus service.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dịch vụ vận tải hành khách công cộng bằng xe buýt tại TP. Hồ Chí Minh chưa thu hút được hành khách do nhiều nguyên nhân khác nhau. Một trong những nguyên nhân khiến cho hành khách "thiếu thiện cảm" và "ngại" sử dụng dịch vụ xe buýt là điều kiện không gian chờ tại các điểm dừng xe buýt hiện nay an toàn, tiện nghi và thoải mái. Khảo sát, đánh giá một cách khách quan điều kiện hiện nay về không gian chờ, các tính năng và tiện ích phục vụ hành khách tại các điểm dừng, nhà chờ xe buýt tại TP. Hồ Chí Minh là rất cần thiết để tìm ra giải pháp nhằm tạo cho hành khách cảm giác an toàn, thoải mái, tiện lợi khi đợi xe, khiến cho họ cảm thấy thời gian đợi không vô ích và buồn chán. Đây là một giải pháp không thể bỏ qua trong các nỗ lực nhằm khuyến khích người dân sử dụng dịch vụ xe buýt.

2. VAI TRÒ VÀ CHỨC NĂNG CỦA ĐIỂM DỪNG, NHÀ CHỜ TRONG VẬN TẢI HÀNH KHÁCH CÔNG CỘNG BẰNG XE BUÝT

Điểm dừng xe buýt là những vị trí xe buýt phải dừng để đón hoặc trả khách theo quy định của cơ quan có thẩm quyền. Tại các điểm dừng xe buýt trong đô thị, nếu có bề rộng vỉa hè từ 5 m trở lên và ngoài đô thị nếu có bề rộng lề đường từ 2,5 m trở lên phải xây dựng nhà chờ xe buýt. Nhà chờ xe buýt là công trình được xây dựng trên đất thuộc phạm vi bảo vệ kết cấu hạ tầng giao thông và được cấp có thẩm quyền phê duyệt [3].

Đối với hệ thống vận tải xe buýt, điểm dừng, nhà chờ là nơi hành khách tiếp cận hệ thống và bắt đầu hành trình, cũng là nơi họ kết thúc hành trình và rời khỏi hệ thống. Do vậy, điểm dừng có chức năng là điểm tiếp xúc đầu tiên giữa hành khách và nhà khai thác vận tải. Nó không chỉ là điểm tiếp xúc đầu tiên về mặt vật lý mà còn là nơi diễn ra "cái chạm" đầu tiên của dịch vụ với tâm lý của hành khách, tạo ấn tượng ban đầu và quy định hình ảnh tâm lý của hành khách về dịch vụ, từ đó nó tác động đáng kể đến cảm xúc, thái độ, quyết định, hành vi của khách hàng đối với dịch vụ xe buýt. Chính vì vậy, các đặc điểm (về thiết kế và tiện nghi) của điểm dừng phản ánh hình ảnh của hệ thống vận tải, thông qua nó, đơn vị quản lý và vận hành gửi đến khách hàng thông điệp về cách họ tự nhìn nhận và xác định giá trị tự thân của hệ thống vận tải, cũng như thái độ của họ đối với khách hàng. Thông điệp này không chỉ gửi đến những hành khách hiện tại mà còn được gửi đến cộng đồng dân cư và những hành khách tiềm năng trong tương lai. Một số hệ thống vận tải xe buýt trên thế giới đã hình thành và sử dụng khái niệm tiếp thị thương hiệu điểm tiếp xúc để tác động vào tâm lý hành khách [2].

Vì hầu như tất cả những hành khách đi xe buýt đều phải đợi ở điểm dừng trước khi xe buýt đến, khiến thời gian ở điểm dừng là một phần không thể thiếu của bất kỳ chuyến đi nào bằng phương tiện công cộng. Do trong hầu hết các trường hợp không có người đại diện của nhà vận chuyển tại điểm dừng nên các đặc điểm vật lý của điểm dừng sẽ đóng vai trò là "đại sứ hình ảnh", là lời mời chào của nhà vận chuyển [2]. Do đó, các tính năng của điểm dừng, nhà chờ cho thấy sự hiếu khách của nhà vận chuyển. Vậy, làm thế nào để mỗi điểm dừng, nhà chờ xe buýt có thể thay nhà vận chuyển gửi lời mời hiếu khách đến các hành khách của mình. Hành khách sẽ cảm thấy được hoan nghênh, trân trọng khi các điểm dừng xe buýt khang trang, sạch sẽ, được trang bị các tiện ích để hành khách trú chân an toàn (mái che, đèn chiếu sáng), thoải mái (ghế ngồi), có nước uống (kios cafe, quầy bán nước tự động) và phương tiện giải trí (kios thông tin, kết nối internet…) [1].

3. THỰC TRẠNG CÁC ĐIỂM DỪNG, NHÀ CHỜ XE BUÝT TẠI TP. HỒ CHÍ MINH HIỆN NAY

Hiện nay, trên địa bàn thành phố hiện có 4.477 điểm dừng xe buýt, bao gồm 704 nhà chờ xe buýt; 3.064 trụ dừng xe buýt và 59 biển treo thông tin xe buýt. Trong các năm từ 2019 - 2022, trên 70% các điểm dừng, nhà chờ xe buýt tại TP. Hồ Chí Minh đã được đầu tư xây dựng mới và cải tạo, chỉnh trang. Trong đó, ưu tiên những nơi có nhu cầu cao như cửa ngõ phía Đông (Đại học Quốc gia, Bến xe Miền Đông mới); cửa ngõ Tây Bắc (các huyện Củ Chi, Hóc Môn...).

Sau quá trình cải tạo và chỉnh trang, những nhà chờ xe buýt đã có diện mạo hoàn toàn mới như: bố trí lối tiếp cận phục vụ người khuyết tật, phần mái che được lắp đặt rộng hơn, có thể đảm bảo che mưa, nắng cho hành khách tốt hơn, hệ thống đèn chiếu sáng, camera giám sát, bảng thông tin hành khách theo thời gian thực được lắp đặt tại một số nhà chờ để đảm bảo an toàn và thuận lợi hơn cho hành khách. Quang cảnh xung quanh các điểm dừng cũng được cải thiện, trở nên sạch sẽ, khang trang hơn so với trước.

Hình 3.1: Nhà chờ xe buýt được xây dựng mới tại TP. Hồ Chí Minh

Các trụ dừng xe buýt mới cũng được thiết kế có hình thức độc đáo, dễ nhận diện và tiện ích hơn như: có mái che, bảng thông tin hành khách.

Hình 3.2: Trụ dừng xe buýt được xây dựng mới tại TP. Hồ Chí Minh

Để thuận tiện cho tài xế xe buýt và các phương tiện khác nhận diện vị trí dừng đỗ của xe buýt, hạn chế hiện tượng các phương tiện cá nhân đậu xe, cản trở xe buýt vào đón/trả hành khách, Trung tâm Quản lý giao thông công cộng TP. Hồ Chí Minh đã sơn phản quang vạch dừng xe buýt tại một số điểm dừng.

Hình 3.3: Vạch sơn phản quang tại điểm dừng xe buýt

Bên cạnh những kết quả đáng ghi nhận nêu trên, hệ thống điểm dừng nhà chờ xe buýt tại TP. Hồ Chí Minh vẫn còn tồn tại một số hạn chế cần nghiên cứu khắc phục.

Thứ nhất, việc đầu tư xây dựng mới và chỉnh trang các điểm dừng, nhà chờ xe buýt đã được thực hiện nhưng công tác quản lý khai thác và vận hành các công trình này sau khi hoàn thành dường như bị "bỏ quên" nên chỉ một thời gian ngắn sau khi đưa vào khai thác, nhiều trụ dừng, nhà chờ đã nhanh chóng xuống cấp (bong tróc sơn, bám bụi bẩn…), một số thiết bị lắp đặt tại trạm dừng (camera giám sát, bảng thông tin hành khách…) đã không còn hoạt động. Đặc biệt, tình trạng vệ sinh tại các điểm dừng, nhà chờ hầu như không được cải thiện. Không có đơn vị chuyên trách công tác dọn vệ sinh, ý thức giữ gìn vệ sinh của hành khách kém (xả rác bừa bãi ngay tại điểm dừng), người dân sinh sống xung quanh tập kết rác sinh hoạt do không có ai bảo vệ, nhắc nhở… là những lý do nhiều trạm dừng xe buýt bị biến thành bãi rác khiến cho hành khách không thể sử dụng không gian này để chờ xe buýt, từ đó nảy sinh tâm lý ngại đi xe buýt và mất thiện cảm với dịch vụ xe buýt.

Thiếu đơn vị khai thác vận hành, trách nhiệm quản lý trật tự, vệ sinh tại các trạm dừng "chia đều" cho Trung tâm Quản lý giao thông thông công cộng và các phường, xã tại địa phương cũng là lý do khiến cho nhiều trụ dừng, nhà chờ xe buýt bị các quán bán hàng rong, tài xế xe ôm, người vô gia cư… lấn chiếm, đẩy hành khách xuống lề đường đứng chờ xe buýt, vừa mất an toàn cho hành khách vừa lãng phí các công trình đã được đầu tư.

Hình 3.4: Thực trạng một số điểm dừng, nhà chơ xe buýt tại TP. Hồ Chí Minh

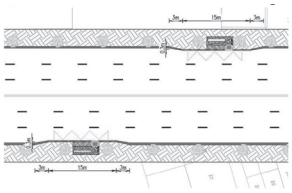
Thứ hai, các điểm dừng, nhà chờ xe buýt hiện nay mới được đầu tư tiện nghi ở mức độ cơ bản, cần tiếp tục trang bị thêm các thiết bị và tích hợp các tiện ích công cộng đô thị khác để tăng tính phục vụ cho các điểm dừng.

Thứ ba, thiết kế các điểm dừng, nhà chờ xe buýt cần quan tâm hơn đến việc khắc phục các tác động của thời thiết, khí hậu đặc thù (mưa lớn và nắng gắt quanh năm) tại TP. Hồ Chí Minh đến không gian chờ của hành khách.

4. ĐỀ XUẤT GIA TĂNG TIỆN ÍCH VÀ CÔNG NĂNG SỬ DỤNG TẠI CÁC ĐIỂM DỪNG, NHÀ CHỜ XE BUÝT

4.1. Bổ sung các ke đón/trả hành khách tại các điểm dừng xe buýt

Ke đón/trả hành khách là phần mở rộng của lề đường giúp điều chỉnh điểm dừng xe buýt với làn đường xe chạy, cho phép xe buýt dừng và đón hành khách mà không cần rời khỏi làn đường di chuyển. Ke đón/trả khách giúp xe buýt di chuyển nhanh hơn và đáng tin cậy hơn bằng cách giảm thời gian xe buýt ra/vào điểm dừng [1]. Ke đón/trả khách cho phép mở rộng không gian chờ của hành khách và cho phép hành khách lên xuống xe an toàn mà không phải "băng qua đầu" các phương tiện khác. Hiện nay, hầu hết các điểm dừng xe buýt tại TP. Hồ Chí Minh chưa bố trí ke đón/trả khách mà tận dụng vỉa hè, lề đường để hành khách chờ và lên xuống xe. Do vậy, thường xảy ra hiện tượng xe buýt do khó khăn khi ra/vào trạm nên đậu cách xa vỉa hè, lề đường, buộc hành khách phải vượt qua dòng xe máy đang lưu thông để lên/xuống xe buýt, đe dọa sự an toàn của hành khách khi lên xuống xe buýt.



Hình 4.1: Thiết kế các ke đón/trả hành khách tại các điểm dừng xe buýt

4.2. Tăng khả năng nhận diện vị trí điểm dừng xe buýt

Hiện nay, do chiều cao của các trụ dừng, nhà chờ xe buýt thấp nên hành khách gặp khó khăn khi xác định vị trí điểm dừng xe buýt. Do vậy, cần bổ sung trên các biển báo và cột nhận diện với chiều cao đủ để hành khách nhìn thấy từ khoảng cách 100 - 150 m. Vị trí cột nhận diện cần được tính toán đảm bảo rằng nó không gây cản trở hoạt động của các phương tiện khác nhưng tất cả các tài xế xe buýt biết chính xác nơi cần dừng xe và tất cả hành khách biết chính xác nơi để lên xe. Hình thức, màu sắc và biểu tượng nhất quán của biển báo và cột nhận diện sẽ góp phần nâng cao khả năng nhận diện vị trí điểm dừng xe buýt.

4.3. Tăng "sức sống" cho các điểm dừng, nhà chờ xe buýt

"Chờ đợi là giai đoạn đáng chán nhất của mọi người trong chuyến đi. Nó bị chi phối chủ yếu bởi tần suất và độ tin cậy của dịch vụ xe buýt, nhưng tất nhiên chất lượng của môi trường chờ đợi cũng có tác động lớn đến cách chúng ta cảm nhận thời gian trôi qua" [2]. Vì vậy, hiện nay các điểm dừng, nhà chờ xe buýt nên được thiết kế theo hướng tạo môi trường tiện nghi cho hành khách và kết nối đa dịch vụ để giúp cho việc đi lại của hành khách thoải mái hơn. Điều này làm tăng sức sống cho hoạt động sử dụng vận tải hành khách công cộng, do đó tăng chất lượng dịch vụ, tăng tính thu hút của dịch vụ và tăng lượng hành khách sử dụng dịch vụ. Muốn vậy, các điểm dừng, nhà chờ xe buýt có thể được kết hợp với các tiện nghi đô thị khác như: tích hợp dịch vụ bán sách báo, tạp chí ấn phẩm, cửa hàng bán đồ ăn nhanh, cafe, khu vui chơi trẻ em, dịch vụ ATM, máy bán nước, máy bán vé tự động… để nâng cao trải nghiệm tổng thể của người dùng phương tiện công cộng.

4.4. Bổ sung các trang thiết bị cần thiết tại các điểm dừng

Cần lắp đặt đủ ánh sáng xung quanh các điểm dừng xe buýt và nhà chờ để đảm bảo an toàn và an ninh cá nhân, nên được bao gồm cả hệ thống chiếu sáng trên cao hướng tới khu vực lên xuống bến xe buýt và chiếu sáng bên trong nhà chờ xe buýt. Mục tiêu là cung cấp ánh sáng từ 1,5 - 2 m xung quanh khu vực điểm dừng xe buýt.

Thùng rác nên được đặt ở các trạm dừng có mái che, số lượng hành khách chờ tại trạm lớn và những nơi có khả năng tích tụ rác rõ ràng.

Camera giám sát và trung tâm giám sát, cảnh báo thường xuyên cũng rất cần thiết để đảm bảo an ninh tại các điểm dừng và có những can thiệp kịp thời khi hành khách gặp nguy hiểm khi đợi xe.

4.5. Thiết kế điểm dừng đỗ thân thiện môi trường và giảm thiểu các tác động của thời tiết khí hậu đến không gian chờ của hành khách

Do công trình trụ dừng, nhà chờ xe buýt là công trình kiến trúc mở, thường chịu ảnh hưởng lớn của yếu tố thời tiết khí hậu nên trong thiết kế trụ dừng, nhà chờ cần quan tâm đến việc lựa chọn vật liệu, kích thước hình học, tận dụng cảnh quan, cây xanh… để các điểm dừng đỗ trở lên thân thiện với môi trường như giữ ấm vào mùa lạnh, mát mẻ vào mùa nóng, tránh được mưa gió, không cần vệ sinh và bảo dưỡng quá nhiều.

Hình 4.2: Tích hợp cây xanh vào thiết kế trụ dừng, nhà chờ xe buýt

4.6. Xây dựng các cơ chế, chính sách cho hoạt động vận hành khai thác các điểm dừng nhà chờ xe buýt

Như đã trình bày ở trên, hiện nay còn thiếu cơ chế, chính sách và chi phí cho việc quản lý và khai thác có hiệu quả các điểm dừng, nhà chờ xe buýt tại Việt Nam nói chung và TP. Hồ Chí Minh nói riêng. Điều này dẫn đến hệ quả là sau khi xây lắp các trụ dừng, nhà chờ xe buýt không được bảo dưỡng, sửa chữa nên không đảm bảo vệ sinh và nhanh chóng xuống cấp. Không gian chờ của hành khách do không có đơn vị quản lý chuyên trách nên thường xuyên bị lấn chiếm, các trang thiết bị lắp đặt tại trạm không hoạt động, một số tiện ích công cộng có thể khai thác chưa được tổ chức khai thác hiệu quả.

Để khắc phục, UBND thành phố cần nhanh chóng xây dựng và thông qua các quy định về vận hành khai thác các điểm dừng, nhà chờ xe buýt; giao cho Trung tâm Quản lý giao thông công cộng tổ chức thực hiện cho thống nhất và đồng bộ với công tác quản lý hệ thống xe buýt. Để tận dụng nguồn vốn đầu tư và năng lực, kinh nghiệm khai thác các tiện ích công cộng của các nhà đầu tư, có thể xem xét kêu gọi đầu tư các trạm dừng, nhà chờ xe buýt theo hình thức đối tác công tư PPP. Sự tham gia của các nhà đầu tư có thể cho phép tích hợp điểm dừng xe buýt với các trạm dừng nghỉ quy mô nhỏ vừa tăng tính phục vụ hành khách, vừa tận dụng chi phí để vệ sinh, bảo dưỡng các trụ dừng, nhà chờ trong hệ thống.

5. KẾT LUẬN

Thông qua việc khảo sát, thu thập dữ liệu, bài báo đã đánh giá hiện trạng hoạt động, tiện ích và công năng của các điểm dừng, nhà chờ xe buýt tại TP. Hồ Chí Minh để xác định các ưu điểm và hạn chế của hệ thống điểm dừng xe buýt hiện nay. Kết quả đánh giá này cùng với các nghiên cứu về yêu cầu kỹ thuật đối với điểm dừng, nhà chờ xe buýt và kinh nghiệm phát triển các điểm dừng, nhà chờ xe buýt trên thế giới là cơ sở để tác giả đề xuất một số giải pháp gia tăng tiện ích, công năng và hiệu quả sử dụng các điểm dừng nhà chờ xe buýt TP. Hồ Chí Minh.

Tài liệu tham khảo

[1]. Fitzpatrick, Kay, *Guidelines for the Location and Design of Bus Stops*, TCRP Report 19, Transportation Research Board, Washington, DC.

[2]. Keith Bartholomew, Ja Young Kim, Divya Chandrasekhar, Reid Ewing, Arlie Adkins, Samuel Jensen (October, 2020), *The Role of Bus Stop Features in Facilitating Accessibility*, NITC-RR-1214, from the NITC program of TREC at Portland State University.

[3]. *Luật Giao thông Đường bộ số 23/2008/QH12*.

Ngày nhận bài: 16/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 21/4/2023
Người phản biện: PGS. TS. Phạm Phú Cường
TS. Lê Văn Phúc

Nghiên cứu sự khác biệt trong đánh giá hiệu quả theo quan điểm doanh nghiệp và Nhà nước - trường hợp dịch vụ buýt Hà Nội

■ **PGS. TS. NGUYỄN THANH CHƯƠNG(*); TS. NGUYỄN MINH HIẾU; ThS. HÀ THANH TÙNG**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: (*)ntchuong@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Đánh giá hiệu quả là cơ sở quan trọng để xây dựng các phương án phát triển cũng như chính sách hỗ trợ tài chính đối với vận tải hành khách công cộng (VTHKCC) bằng xe buýt. Tuy nhiên, việc đánh giá hiệu quả có thể không đồng nhất giữa các nhóm đối tượng có liên quan, gồm hành khách, doanh nghiệp và cơ quan quản lý nhà nước. Nghiên cứu này được thiết kế để xem xét liệu có hay không sự khác biệt trong cách quan niệm hiệu quả giữa doanh nghiệp và cơ quan quản lý nhà nước. Chúng tôi tiến hành khảo sát 50 cán bộ quản lý của doanh nghiệp vận tải và 50 cán bộ của cơ quan quản lý nhà nước để xem xét quan niệm của họ về sự so sánh giữa trợ giá và các yếu tố đầu ra. Kết quả chỉ ra rằng, doanh nghiệp quan tâm nhiều đến những yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến hoạt động sản xuất kinh doanh của họ trong khi cơ quan quản lý nhà nước quan tâm đến cả những kết quả đầu ra liên quan tới doanh nghiệp, xã hội và môi trường.

TỪ KHÓA: Hiệu quả, vận tải hành khách công cộng, doanh nghiệp buýt, cơ quan quản lý nhà nước, Hà Nội.

ABSTRACT: Evaluation of efficiency is an important basis for formulating development planning and supporting strategies to the public transport. However, efficiency assessment may differ across passengers, local transport authority, and bus companies. The current study is designed to explore whether there are differences in conceptualizing the efficiency from the perspectives of providers and transport authorities. We surveyed 50 staff of bus companies and 50 staff of transport bodies to investigate their views on the comparison between the subsidy and outcomes. The findings indicate that companies pay more attention to production-related factors while transport authorities focus more on social, environmental, and company-based benefits.

KEYWORDS: Efficiency, public transport, bus providers, transport authorities, Hanoi.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phát triển VTHKCC là giải pháp quan trọng để hạn chế UTGT, ô nhiễm môi trường và TNGT tại các đô thị [1]. Tuy nhiên, việc cung ứng dịch vụ buýt thường được giao/đặt hàng cho các doanh nghiệp vận tải [2]. Chính vì thế, vấn đề hiệu quả của xe buýt thường được phân tích và đánh giá ở các góc độ khác nhau, gồm góc độ doanh nghiệp và góc độ nhà quản lý. Chứng minh được hoạt động xe buýt là hiệu quả sẽ giúp Nhà nước tạo lập được niềm tin cho người dân vào các quyết sách liên quan tới vận tải buýt nói riêng và vận tải đô thị nói chung [3, 4]. Đối với các doanh nghiệp, hiệu quả là cơ sở cho việc duy trì và tăng cường chất lượng dịch vụ buýt.

Các tài liệu và các nghiên cứu trước đây [5, 6] thường nhấn mạnh rằng hiệu quả ở góc độ doanh nghiệp sẽ gắn với kết quả tài chính của chính doanh nghiệp, trong khi ở góc độ quản lý nhà nước, hiệu quả là một khái niệm rộng bao trùm nhiều khía cạnh khác nhau gồm xã hội, môi trường, hành khách [7]. Tuy nhiên, cho đến nay chưa có bằng chứng thực nghiệm nào chứng minh những nhận định này [8]. Do đó, nghiên cứu này được thiết kế để xem xét liệu có hay không sự khác biệt trong cách quan niệm hiệu quả giữa doanh nghiệp và cơ quan quản lý nhà nước hay không. Phần tiếp theo của bài báo trình bày quá trình khảo sát và phân tích dữ liệu để tìm ra các kết quả chính.

2. NỘI DUNG

2.1. Thiết kế nghiên cứu

Hiệu quả là khái niệm dùng để chỉ mối quan hệ giữa thực hiện các mục tiêu hoạt động và các hao phí phải bỏ ra. Do đó, nghiên cứu này thiết kế các câu hỏi so sánh giữa chi phí bỏ ra và kết quả thu về. Các chỉ tiêu được chọn để phân tích là các chỉ tiêu được kỳ vọng mà cả doanh nghiệp và cơ quan quản lý nhà nước đều quan tâm. Đối với bảng hỏi, bên cạnh các thông tin cá nhân của người được hỏi, chúng tôi yêu cầu người tham gia khảo sát cho biết về quan điểm đánh giá hiệu quả khi so sánh yếu tố đầu vào là trợ giá và 12 yếu tố đầu ra, gồm: (1) khối lượng vận chuyển, (2) số km xe chạy, (3) số vụ tai nạn giảm, (4) số người bị thương giảm, (5) số người chết giảm nhờ sự hoạt động của VTHKCC bằng xe buýt, (6) mức phát thải giảm, (7) số lượng việc làm được tạo ra, (8) số lượng vé ưu tiên, (9) độ phủ của mạng lưới, (10) tỷ lệ đảm nhiệm của VTHKCC bằng xe buýt, (11) lợi nhuận, và (12) chất lượng dịch vụ.

Chúng tôi tiến hành khảo sát đối với 50 người là các cán bộ hiện đang công tác tại các doanh nghiệp VTHKCC bằng xe buýt ở Hà Nội. Trong đó, phần lớn là các cán bộ nam - chiếm 76%. Về mặt vị trí công tác, 36% có chức

vụ phó phòng hoặc thấp hơn và 36% người tham gia là trưởng phòng. Những người tham gia khảo sát là lãnh đạo đơn vị lần lượt là 9 phó giám đốc và 5 giám đốc. Số năm kinh nghiệm công tác trong lĩnh vực VTHKCC bình quân của người khảo sát là 15,58 năm. Theo cam kết khi tiến hành khảo sát, tất cả người tham gia đều ẩn danh.

Bảng 2.1. Đặc điểm của mẫu khảo sát đối với doanh nghiệp buýt

Biến	Giá trị	Số lượng	Phần trăm
Giới tính	Nam	38	76,00
	Nữ	12	24,00
Vị trí công tác	Phó phòng	18	36,00
	Trưởng phòng	18	36,00
	Phó giám đốc hoặc tương đương	9	18,00
	Giám đốc hoặc tương đương	5	10,00
Năm kinh nghiệm trong lĩnh vực VTHKCC		15,58*	7,219**
*Ghi chú: * thể hiện giá trị bình quân; ** thể hiện giá trị độ lệch chuẩn*			

Bên cạnh đó, chúng tôi tiến hành khảo sát đối với 50 người là các cán bộ hiện đang công tác tại các cơ quan quản lý nhà nước về VTHKCC bằng xe buýt ở Hà Nội như Sở GTVT hay Trung tâm Quản lý điều hành giao thông đô thị... Trong đó, phần lớn là các cán bộ nam - chiếm 72%. Về mặt vị trí công tác, 80% là có chức vụ phó phòng hoặc thấp hơn và 12% người tham gia là trưởng phòng. Những người tham gia khảo sát là lãnh đạo đơn vị lần lượt là 3 phó giám đốc và chỉ có 1 giám đốc. Số năm kinh nghiệm công tác trong lĩnh vực VTHKCC bình quân của người khảo sát là 16,1 năm. Theo cam kết khi tiến hành khảo sát, tất cả người tham gia đều ẩn danh.

Bảng 2.2. Đặc điểm của mẫu khảo sát đối với cơ quan quản lý nhà nước

Biến	Giá trị	Số lượng	Phần trăm
Giới tính	Nam	36	72,00
	Nữ	14	28,00
Vị trí công tác	Phó phòng hoặc thấp hơn	40	80,00
	Trưởng phòng	6	12,00
	Phó giám đốc hoặc tương đương	3	6,00
	Giám đốc hoặc tương đương	1	2,00
Năm kinh nghiệm trong lĩnh vực VTHKCC		16,1*	6,402**
*Ghi chú: * thể hiện giá trị bình quân; ** thể hiện giá trị độ lệch chuẩn*			

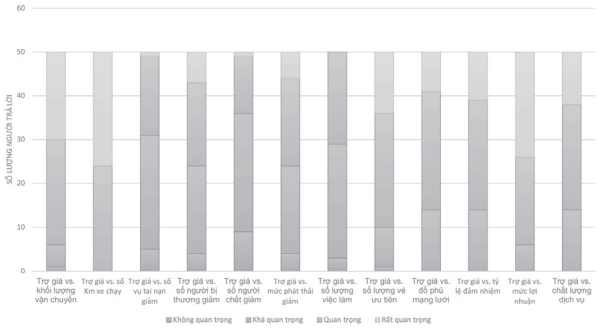
2.2. Kết quả khảo sát đối với doanh nghiệp buýt

Với 4 mức thể hiện các quan điểm khác nhau đối với các nhận xét gồm: 1 =' không quan trọng', 2 =' khá quan trọng', 3 =' quan trọng', và 4 =' rất quan trọng', có thể thấy rằng nếu giá trị bình quân lớn hơn 3 sẽ thể hiện mức độ đánh giá quan trọng. Nói cách khác, người được hỏi đánh giá các tiêu chí so sánh là phù hợp, cần thiết khi xem xét hiệu quả. Ngược lại, nếu mức đánh giá thấp hơn 3 sẽ cho thấy người được hỏi không thật sự đánh giá cao các tiêu chí khi xem xét hiệu quả.

Bảng 2.3. Kết quả của cuộc khảo sát (điểm bình quân)

TT	Biến	Trung bình	*Độ lệch chuẩn*
1	Trợ giá vs. khối lượng vận chuyển	3,26	0,723
2	Trợ giá vs. số Km xe chạy	3,52	0,504
3	Trợ giá vs. số vụ tai nạn giảm	2,30	0,677
4	Trợ giá vs. số người bị thương giảm	2,58	0,835
5	Trợ giá vs. số người chết giảm	2,12	0,718
6	Trợ giá vs. mức phát thải giảm	2,56	0,812
7	Trợ giá vs. số lượng việc làm	2,36	0,597
8	Trợ giá vs. số lượng vé ưu tiên	3,06	0,739
9	Trợ giá vs. độ phủ mạng lưới	2,90	0,677
10	Trợ giá vs. tỷ lệ đảm nhiệm	2,94	0,711
11	Trợ giá vs. mức lợi nhuận	3,36	0,692
12	Trợ giá vs. chất lượng dịch vụ	2,96	0,727

Bảng kết quả điểm bình quân chỉ ra rằng doanh nghiệp sẽ quan tâm các chỉ tiêu đầu ra khi so sánh các yếu tố đầu vào gồm: khối lượng vận chuyển (3,26), số km xe chạy (3,52), số lượng vé ưu tiên phát ra (3,06) và mức lợi nhuận (3,36). Khi xem xét từng đáp án cụ thể đối với các so sánh trên thì người được hỏi đều chọn ở mức 3 và 4, rất ít người chọn mức 2 và gần như không có người chọn mức 1. Kết quả này phản ánh doanh nghiệp nhìn chung quan tâm chủ yếu kết quả gắn liên với hoạt động sản xuất kinh doanh của họ trong khi các kết quả ở góc độ xã hội và môi trường ít được quan tâm đến.



Hình 2.1: Kết quả của cuộc khảo sát theo các mức điểm (quan điểm doanh nghiệp)

2.3. Kết quả khảo sát đối với nhà quản lý

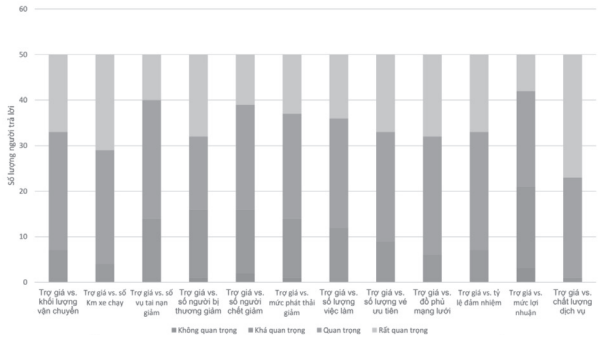
Bảng 2.4 thể hiện số điểm bình quân của 12 phát biểu mà các nhà quản lý của cơ quan quản lý nhà nước quan tâm. Bảng kết quả điểm bình quân chỉ ra rằng cơ quan quản lý nhà nước sẽ quan tâm đến hầu như tất cả các chỉ tiêu đầu ra khi so sánh các yếu tố đầu vào. Điều này chứng minh rằng cơ quan quản lý nhà nước tiếp cận hiệu quả dưới quan điểm hài hòa, cân bằng hiệu quả dưới cả góc độ doanh nghiệp và xã hội, môi trường.

Bảng 2.4. Kết quả của cuộc khảo sát (điểm bình quân)

TT	Biến	Trung bình	Độ lệch chuẩn
1	Trợ giá vs. khối lượng vận chuyển	3,20	0,670
2	Trợ giá vs. số Km xe chạy	3,34	0,626

3	Trợ giá vs. số vụ tai nạn giảm	2,92	0,695
4	Trợ giá vs. số người bị thương giảm	3,02	0,868
5	Trợ giá vs. số người chết giảm	2,86	0,808
6	Trợ giá vs. mức phát thải giảm	2,96	0,781
7	Trợ giá vs. số lượng việc làm	3,04	0,727
8	Trợ giá vs. số lượng vé ưu tiên	3,16	0,710
9	Trợ giá vs. độ phủ mạng lưới	3,24	0,656
10	Trợ giá vs. tỷ lệ đảm nhiệm	3,20	0,670
11	Trợ giá vs. mức lợi nhuận	2,68	0,819
12	Trợ giá vs. chất lượng dịch vụ	3,52	0,543

Trong các yếu tố, cơ quan quản lý nhà nước quan tâm nhiều nhất đến chất lượng dịch vụ (3,52), số km xe chạy (3,34) và độ phủ mạng lưới (3,24). Điều này phù hợp với thực tế rằng chính quyền thành phố tiến hành trợ giá trên cơ sở số km xe chạy và mức chất lượng dịch vụ doanh nghiệp phải đảm bảo. Thêm vào đó, độ phủ mạng lưới có thể coi là một trong những chỉ tiêu quan trọng nhất để đánh giá mức độ phục vụ và hiệu ứng của dịch vụ buýt. Trong các đề án hay quy hoạch, độ phủ là một trong những chỉ tiêu quan trọng nhất được chính quyền quan tâm.



Hình 2.2: Kết quả của cuộc khảo sát theo các mức điểm (quan điểm nhà nước)

3. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày một cách khoa học và chi tiết về việc thiết kế và phân tích sự khác biệt trong cách thức đánh giá hiệu quả của doanh nghiệp buýt và cơ quan quản lý nhà nước. Kết quả của nghiên cứu này là bằng chứng thực nghiệm về sự khác biệt trong cách đánh giá về hiệu quả giữa 2 nhóm đối tượng này. Do đó, trong phân tích đánh giá hiệu quả của VTHKCC bằng xe buýt, cần thiết phải có sự phân tích đa khía cạnh và xác định rõ quan điểm đánh giá.

Tài liệu tham khảo

[1]. H.T. Vu, T.T. Ha (2016), *Developing Public Transport Systems - Experience from Practical Activities of Hanoi Bus System*, Journal of Transport - Ministry of Transport. 11/2016, 80-83.

[2]. T.T. Ha, M.H. Nguyen (2017), *Sử dụng đa yếu tố phân tích tuyến bus nhanh (BRT) Kim Mã - Yên Nghĩa ở Hà Nội*, Tạp chí Khoa học GTVT, 61.

[3]. M.G. Karlaftis, P. McCarthy (1998), *Operating subsidies and performance in public transit: an empirical study*, Transportation Research Part A: Policy and Practice, 32, 359-375, *https://doi.org/10.1016/S0965-8564(98)00002-0*.

[4]. M.G. Karlaftis (2004), *A DEA approach for evaluating the efficiency and effectiveness of urban transit systems*, European Journal of Operational Research, 152, 354-364, *https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00029-8*.

[5]. H. Fitzová, M. Matulová, Z. Tomeš (2018), *Determinants of urban public transport efficiency: case study of the Czech Republic*, Eur. Transp. Res. Rev. 10, 42, *https://doi.org/10.1186/s12544-018-0311-y*.

[6]. J.-S. Hahn, D.-K. Kim, H.-C. Kim, C. Lee (2013), *Efficiency analysis on bus companies in Seoul city using a network DEA model*, KSCE J Civ Eng. 17, 1480-1488, *https://doi.org/10.1007/s12205-013-0467-x*.

[7]. T.C. Nguyen (7/2015), *Revenue Management Solution for Hanoi public Transport Firms*, Journal of Transport - Ministry of Transport, 76-78.

[8]. Khac D.T., Quoc C.D. (2020), *Efficiency measurement of bus routes in Hanoi city: an application of data envelopment analysis (DEA)*, 1, 71, 368-379, *https://doi.org/10.25073/tcsj.71.4.6*.

Ngày nhận bài: 01/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 21/4/2023
Người phản biện: PGS. TS. Nguyễn Thị Phương
PGS. TS. Trần Thị Lan Hương

Smart Cities Unfolding and its Potentials: What it is and how citizens initially perceive?

■ **Dr. NGUYEN VAN TIEP; Dr. NGUYEN HOAI NGHIA**(*)
School of Civil Engineering and Management, International University
Vietnam National University Ho Chi Minh City
■ **A. Professor LEONIE HALLO**
Adelaide Business School, The University of Adelaide
Email: (*)nhnghia@hcmiu.edu.vn

ABSTRACT: Smart city development is an important topic that has received a great amount attention from both the local government and the public in Vietnam. There have many debates about the advantages and drawbacks of smart cities, but there is a paucity of studies focusing on citizens' perceptions about smart cities. This study is carried out with the involvement of experts and 112 respondents who are currently living in smart urban areas. The findings revealed that people seem to be optimistic about smart city utilities and its potentials; and the top priorities that should be addressed according to respondents are reducing time for daily activities, mitigating the possibility of personal information leaks, providing opportunities for local entrepreneurs, the ability for health self - monitoring, and safety of travel. The research results provide initial insights on citizens' expectations about the potentials of the smart city; and highlight aspects of smart cities that should be captured during smart city development strategies in the future.

KEYWORDS: Smart cities; developing countries; citizens' perceive.

1. BACKGROUND

Today, 56% of the world's population (about 4.4 billion people) live in cities; and continuous movement of people from rural locations to cities is being experienced worldwide (Bodo, 2019b). Growing urbanization actually creates many problems that reduce quality of life, including inequality, pollution, ageing populations, and insecurity (Fernandez-Anez, Fernández-Güell, & Giffinger, 2018). Rapid urbanization creates a vital need for cities to seek better ways to respond to ensuing challenges; for example, traffic congestion, pollution, high crime rates, difficulties in the management and consumption of waste, and so on (Nam & Pardo, 2011a, 2011b). The average size of cities is also increasing (Simonofski, Vallé, Serral, & Wautelet, 2021). However, once a city is existing, its format and land-use is somewhat established and there can be a wide sprawl leading to an expansion of urban land build up, putting further pressure on natural resources with undesirable outcomes such as greater greenhouse gas emissions. For some this challenge seems quite frightening with declining quality of life and many millions now living in substandard or even subhuman environments in slums (Bodo, 2019a).

Modern cities should aim to function well for all citizens, with opportunities for all residents, regardless of their socio-economic status and other factors. The main goal of implementing a smart city is to improve citizens' quality of life, and promote investment via sustainability in the city using intelligent solutions (Mutiara, Yuniarti, & Pratama, 2018). Malecki (2002) argued that higher expectations of service are placing pressure on governments. Other authors emphasize that smart governance needs to produce plans to promote knowledge-based industries if they are to retain highly qualified human capital (Winters, 2011). The concept of the "smart city" is one novel and popular way to address the current difficulties experienced living in cities and is a method of rendering them more sustainable. This idea was first proposed in the 1990s as a way of approaching some of the difficulties caused by rapid urbanization, often using information and communication technology (ICT) (Alawadhi & Scholl, 2016).

Studies have defined the smart city in several ways. Within the realm of technology, some authors have focused on the significant potential that smart technologies can bring to urban systems, including smart grids and smart transport systems. ICT is often used as a backbone for smart city definition. Research more recently has criticized this focus upon technology and argued instead that smart cities need to evolve considering the needs and expectations of citizens (Vácha, Přibyl, Lom, & Bacúrová, 2016). With time, some definitions have moved beyond the focus on ICT and attend instead to the equilibrium between technology, institutions and people (Letaifa, 2015). At their very best, "smart cities promise to generate economic, social and environmental value through the seamless connection of urban services and infrastructure by digital technologies" (Evans et al., 2019, p. 557).

From the initial survey of the literature, the table below presents a summary of some of the indicators involved in technical, economic, social, environmental and political/ legal categories as these relate to smart cities.

Table 1.1. Smart Cities Perceived Factors

List	Types	Variables
1	Technical	New technologies provide effective solutions for personal communication
2		Data driven technology allows people access and gather information every where
3		Cyber security technology enables people reducing personal information leak risk
4		Smart technologies allow people travelling safety and convenience
5		Predictive technologies applied in smart cities provides early warnings and safety solutions for emergence cases (e.g., earthquake, flood, storm, etc.)
6	Economic	Smart technologies allow small entrepreneurs and investors to seek collaboration opportunities
7		Real-time data allows suppliers to connect and provide quick service to customers
8		Open platform provides new solutions for industrial sectors (e.g., online education, high-tech agricultural, smart logistics, construction, etc.)
9		Technology provides active communication channels between the local government and entrepreneurs in which establish strategic economic goals for smart cities
10		New technology allows small local entrepreneurs to overcome geographical barriers and be able seek opportunities in the global market
11	Social	New technologies enable citizens to self-monitor the health status and seek quality healthcare centers
12		New technologies provide chances for citizens communicating with the local government
13		Smart technologies allow local citizens to reduce the time spent for daily activities (travelling, payment, invoice, etc.)
14		Social activities are encouraged via the technological support (e.g., volunteer, donation, participation)
15		Social network allows people to build up relationships and improve experience
16		New technology embedded in smart cities encourages labor learn new skills that create more values in work
17	Environment	Smart technologies allow people to monitor and control their house energy consumption
18		New technologies provide new solutions for green transportation (e.g., electric vehicles)
19		Smart city vision encourages local people to proactively categorize and recycle daily rubbish
20		Smart city concept allows people to understand the environmental sustainability goals
21	Political & Legal	Online communication channels help to build the trust between citizens and the local government
22		Legal procedure and associated processes are improved through the use of online platforms and technologies applied (e.g., big data, artificial intelligence, etc.)
23		Political issues are monitored via online feedback mechanism between citizens and the councils (e.g., corruptions, bureaucracy, etc.)
24		The workload of legal paper works is reduced via the adoption of new technology (e.g., iCloud, big data, digital signature, etc.)
25		The smart city governance provides holistic solutions to ensure the sustainable development

2. RESEARCH METHOD

The literature review was undertaken in three phases. The first phase retrieved a broad range of papers through an advanced search query in Web of Science, Scopus and Science Direct. The term 'smart city' was used to retrieve articles, conference proceedings, books, book chapters and doctoral theses. The second phase of the literature review refined the search. Abstracts and introduction sections were analyzed, and articles of a specific technical nature were not considered. This second phase produced a sample of 47 research outputs. In the third phase of the literature review, papers selected in the second phase were read and those that were relevant to the research question retained in the database. Next a qualitative content analysis was undertaken. The final database consisted of 31 papers published in international journals, books, conference proceedings or other research outputs.

Based on the results of this literature search, a questionnaire was prepared reflecting the major functional categories of smart cities. The questionnaire was shared with three experts in the field to obtain their feedback and suggested improvements. Then the questionnaire was distributed to 146 respondents who had been living in smart urban areas; and their responses were analyzed using exploratory factor analysis (EFA). After data cleaning, 112 valid questionnaires were included in the analysis. EFA identified the main factors emerging from the questionnaire. This is a common technique used in survey research and has the advantage of being able to show relationships between variables (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009)

3. FINDINGS

3.1. Reliability Test

The value of Cronbach's Alpha coefficient of 25 variables was examined. In this study, the Cronbach's Alpha coefficients for 25 variables is 0.939, which is greater than the acceptable threshold of 0.7, indicating that the items have relatively high internal consistency (Cronbach, 1951).

3.2. Demographics

In this study, 146 questionnaires had been sent to people living in 'smart' urban areas and only 112 people agreed to respond and participated in this survey; a 76.7% response rate. Of the 112 people who participated, 28.6% participants are female while 71.4% are male. Most participants come from the construction industry and therefore may have some understanding about 'smart cities' implementation compared with others from a range of industrial sectors (e.g. finance, information technology, human resource, marketing, sale, etc). Even though the sample is not as large as expected it does reflect the viewpoints of people living in smart urban areas within Ho Chi Minh City.

3.3. Descriptive Analysis

In this study, a five-point likert scale was utilised as follows: 1-Totally disagree; 2-Slightly disagree; 3-Neutral; 4-Highly agree; and 5-Totally agree. Most variables used in this survey received an average score of above 3.0. From the survey, the top six main variables are F13, F25, F3, F10, F11 and F4 and these items received high agreement (around 4.0/5.0) from respondents regarding the advantages of technologies used in smart cities. The details are presented in

Table 3.1. Interestingly, new technology that enables citizens to reduce the amount of time spent in doing certain activities received the highest priority among the variables presented.

Table 3.1. Top variable priorities

Factors	Mean	Std. Deviation
F13. Smart technologies allow local citizens to reduce the time spent for daily activities (travelling, payment, invoice, etc.)	4.10	.890
F25 The smart city governance provides holistic solutions to ensure the sustainable development	4.04	.799
F3 Cyber security technology enables people reducing personal information leak risk	4.01	.833
F10 New technology allows small local entrepreneurs to overcome geographical barriers and be able seek opportunities in the global market	4.00	.949
F11 New technologies enable citizens to self-monitor the health status and seek quality healthcare centers	3.99	.885
F4 Smart technologies allow people travelling safety and convenience	3.99	.895

3.4. Factor Rotation

In the current study, Bartlett's test of sphericity was 1167.223 ($p < 0.001$), which indicates that the data collected are appropriate for such analysis. In addition, the results of the KMO test to measure the sampling adequacy was 0.898, which is greater than the required value (KMO > 0.6) (Ghosh & Jintanapakanont, 2004). In addition, the cumulative variances explained value of the five factors identified is 62.817%, which is greater than 50%; and such values are considered sufficient for research in the humanities (Williams *et al*., 2010). Next, the study used varimax rotation to maximize the distribution of loadings within factors (Weide and Andre, 2019). In this study, five main factors, after rotation, were extracted from 21 variables (after four variables were removed).

Table 3.2. Rotated Component Matrix

	Component				
	1	2	3	4	5
F13	.727				
F1	.721				
F24	.640				
F4	.593				
F11	.578				
F6	.513				
F21		.711			
F7		.672			
F22		.586			
F17		.566			
F23		.538			
F25					
F8			.813		
F18			.638		
F3			.616		
F5				.661	
F9				.590	
F19				.577	
F14				.539	
F2					.765
F10					.634
F16					.550

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.
a. Rotation converged in 9 iterations.

Table 3.2 shows that the variables loadings range from 0.513 to 0.813, higher than the minimum value of 0.3, which is a good rule of thumb (Brown, 2009; Tabachnick, Fidell, & Ullman, 2007). This indicates that all correlations between variables and factors are important. Based on the extracted groups and findings of previous studies, the authors re-coded the name for groups as shown in Table 3.3 which provide a different viewpoint on the correlation between 'smart cities' factors.

Table 3.3. Factor coding

ID	Factors	Variables
Factor 1	Smart City Utility	F1- New technologies provide effective solutions for personal communication; F4 - Smart technologies allow people travelling safety and convenience; F11 - New technologies enable citizens to self-monitor the health status and seek quality healthcare centres; F13 - Smart technologies allow local citizens to reduce the time spent for daily activities; F24 - The workload of legal paper works is reduced via the adoption of new technology.
Factor 2	Feedback Mechanism	F21 - Online communication channels help to build the trust between citizens and the local government; F7 - Real-time data allows suppliers to connect and provide quick service to customers; F22 - Legal procedure and associated processes are improved through the use of online platforms and technologies applied; F23 - Political issues are monitored via online feedback mechanism between citizens and the councils.
Factor 3	Potentials of New Technology	F8 - Open platform provides new solutions for industrial sectors; F18 - New technologies provide new solutions for green transportation; F3 - Cyber security technology enables people reducing personal information leak risk.
Factor 4	Proactive Reactions and Collaboration	F5 - Predictive technologies applied in smart cities provides early warnings and safety solutions for emergence cases; F9 - Technology provides active communication channels between the local government and entrepreneurs in which establish strategic economic goals for smart cities; F19 - Smart city vision encourages local people to proactively categorize and recycle daily rubbish; F14 - Social activities are encouraged via the technological support.

ID	Factors	Variables
Factor 5	Opportunities and Value created	F2 - Data driven technology allows people access and gather information every where; F10 - New technology allows small local entrepreneurs to overcome geographical barriers and be able seek opportunities in the global market; F16 - New technology embedded in smart cities encourages labour learn new skills that create more values in work.

Table 3.3 shows the strong correlation between variables within factors identified. Interestingly, the meaning of factors strongly reflects the expectation of people rather than reflecting the usually found PESTEL academic aspects (technical, economic, social, environmental and political & legal). Respondents seem to be quite optimistic about the advantages of smart cities; and may not be concerned about the drawbacks of technology in practice.

4. CONCLUSION

This study provides citizens' initial perceptions about the potential of smart cities. 112 out of 146 potential respondents participated in this survey and findings revealed that citizens seem to be optimistic about the promise of new technology used in smart city and associated utilities. The top priorities that emerged from a survey are reducing time for daily activities, mitigating personal information leaks, opportunities for local entrepreneurs, health self-monitoring and safe travel. The results following analysis produced new factors that were named as follows: smart city utility, feedback mechanism, potentials of new technology, proactive reactions and collaboration, opportunities and value created, and show a strong correlation among variables within factors. The significance of this research is to identify the citizens' expectations, based on their viewpoint about the potentials of smart cities in practice.

Acknowledgement: This research is funded by International University, VNU-HCM under grant number T2021-01-CE.

References

[1]. Alawadhi, S., & Scholl, H. J. (2016), *Smart governance: A cross-case analysis of smart city initiatives*, Paper presented at the 2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS).

[2]. Bodo, T. (2019a), *Garden city or garbage city: The case of Port Harcourt metropolis, Rivers State, Nigeria*, Asian Journal of Advanced Research and Reports, 3(3), 1-11.

[3]. Bodo, T. (2019b), *Rapid urbanisation: theories, causes, consequences and coping strategies*, Annals of Geographical Studies, 2(3), 32-45.

[4]. Brown, J. D. (2009), *Statistics Corner*, Questions and answers about language testing statistics: Choosing the right number of components or factors in PCA and EFA. Shiken: JALT Testing & Evaluation SIG Newsletter, 13(2), 19-23.

[5]. Cronbach, L. J. (1951), *Coefficient alpha and the internal structure of tests*, Psychometrika, 16(3), 297-334.

[6]. Evans, J., Karvonen, A., Luque-Ayala, A., Martin, C., McCormick, K., Raven, R., & Palgan, Y. V. (2019), *Smart and sustainable cities? Pipedreams, practicalities and possibilities*, In (vol.24, pp.557-564), Taylor & Francis.

[7]. Fernandez-Anez, V., Fernández-Güell, J. M., & Giffinger, R. (2018), *Smart City implementation and discourses: An integrated conceptual mode,* The case of Vienna. Cities, 78, 4-16.

[8]. Ghosh, S., & Jintanapakanont, J. (2004), *Identifying and assessing the critical risk factors in an underground rail project in Thailand: a factor analysis approach*, International Journal of Project Management 22(8), 633-643.

[9]. Letaifa, S. B. (2015), *How to strategize smart cities: Revealing the SMART model*, Journal of Business Research, 68(7), 1414-1419.

[10]. Mutiara, D., Yuniarti, S., & Pratama, B. (2018), *Smart governance for smart city*, Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.

[11]. Nam, T., & Pardo, T. A. (2011a), *Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people and institutions*, Paper presented at the Proceedings of the 12th annual international digital government research conference: digital government innovation in challenging times.

[12]. Nam, T., & Pardo, T. A. (2011b), *Smart city as urban innovation: Focusing on management, policy and context*, Paper presented at the Proceedings of the 5th international conference on theory and practice of electronic governance.

[13]. Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009), *Research methods for business students: Pearson Education.*

[14]. Simonofski, A., Vallé, T., Serral, E., & Wautelet, Y. (2021), *Investigating context factors in citizen participation strategies: A comparative analysis of Swedish and Belgian smart cities*, International Journal of Information Management, 56, 102011.

[15]. Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. (2007), *Using multivariate statistics*, vol.5, Pearson Boston, MA.

[16]. Vácha, T., Přibyl, O., Lom, M., & Bacúrová, M. (2016), *Involving citizens in smart city projects: Systems engineering meets participatio*n, Paper presented at the 2016 Smart Cities Symposium Prague (SCSP).

[17]. Weide, A. C. and Beauducel, A. (2019), *Varimax rotation based on gradient projection is a feasible alternative to SPSS*, Frontiers in psychology, vol.10, pp.645, doi: 10.3389/fpsyg.2019.00645.

[18]. Williams, T. (2003), *Assessing extension of time delays on major projects*, International Journal of Project Management, vol.21, pp.19-26, doi: 10.1016/S0263-7863(01)00060-6.

Receipt date: 17/3/2023
Acceptance date for posting: 28/4/2023
Reviewer: Dr. Nguyen Hong Phuc
Mba. Nguyen Minh Duc

Giải pháp quản lý, đầu tư, khai thác hiệu quả kho, bãi hàng tại các ga đường sắt trên hành lang vận tải Bắc - Nam

■ **ThS. LÊ THỊ TRÂM(*); ThS. PHẠM NGỌC SƠN**
Viện Chiến lược và Phát triển Giao thông vận tải
Email: (*)letramtdsi@gmail.com

TÓM TẮT: Bài báo phân tích, đánh giá thực trạng quản lý, đầu tư, khai thác các kho, bãi hàng tại các ga đường sắt, làm rõ các tồn tại, hạn chế và nguyên nhân, đề xuất các giải pháp quản lý, đầu tư khai thác hiệu quả các kho, bãi hàng đường sắt trên hành lang vận tải Bắc - Nam.

TỪ KHÓA: Đường sắt, kho bãi hàng, ga đường sắt.

ABSTRACT: This article focuses on analyzing and evaluating the current statuses of management, invesment and exploitation of warehouses and yards at railway stations. Moreover, the authors clarified the limitations, shortcomings and causes to propose the solutions for managing and investing effectively the railway warehouses and yards on the North - South railway transportation corridor.

KEYWORDS: Railway, railway station, railway yard.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chủ trương thu hút nguồn lực xã hội tham gia đầu tư phát triển đường sắt đã được luật hóa và ngày càng cho thấy đây là hướng đi tất yếu trong bối cảnh nguồn vốn từ ngân sách nhà nước hạn hẹp so với nhu cầu. Quy hoạch mạng lưới đường sắt thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 được phê duyệt tại Quyết định số 1769/QĐ-TTg ngày 19/10/2021 tiếp tục lấy việc xây dựng, ban hành cơ chế khuyến khích, hỗ trợ tổ chức, cá nhân kinh doanh vận tải, khai thác quỹ đất, thu hút vốn đầu tư vào kết cấu hạ tầng đường sắt (KCHTĐS). Hệ thống kho, bãi hàng tại các ga đường sắt quốc gia hiện tại sở hữu quỹ đất lớn nhưng khai thác còn hạn chế, khối lượng xếp dỡ hàng hóa ít, nhỏ lẻ. Do vậy, nếu giải pháp, cơ chế chính sách được tháo gỡ thì chưa phát huy được lợi thế để tạo ra nguồn lực tái đầu tư phát triển ngành Đường sắt trong bối cảnh khó khăn từ ngân sách nhà nước và đầu tư phát triển đường sắt. Đây sẽ là một trong những thế mạnh tạo ra nguồn lực cho ngành Đường sắt nếu được tập trung đầu tư, khai thác và quản lý hiệu quả.

2. CÁC KẾT QUẢ CỦA NGHIÊN CỨU

2.1. Sự cần thiết phải nghiên cứu giải pháp quản lý, đầu tư, khai thác hiệu quả kho, bãi hàng đường sắt tại các ga đường sắt trên hành lang vận tải Bắc - Nam

Trên thực tế, vốn ngân sách đầu tư cho đường sắt rất thấp, trong khi thu hút vốn ngoài ngân sách đầu tư vào KCHTĐS nói chung và kho bãi hàng tại ga là không đáng kể. Vì vậy, mặc dù là phương thức vận tải có rất nhiều lợi thế do có giá thành vận tải thấp, vận chuyển được hàng hóa có khối lượng lớn, an toàn... nhưng năng lực và sản lượng vận tải đường sắt chỉ đạt rất khiêm tốn, chưa có sự cân đối giữa các loại hình vận tải.

Thực tế cho thấy, hạn chế của giao thông đường sắt không chỉ trên tuyến đường sắt mà còn có nhiều hạn chế tại các ga đường sắt, đặc biệt là khu vực kho, bãi hàng hóa vốn là thế mạnh của giao thông đường sắt. Một số điểm hạn chế tồn tại lớn nhất làm cho thị phần đường sắt về hàng hóa sụt giảm tiêu cực là: cơ sở vật chất, thiết bị xếp dỡ tại ga lạc hậu và thiếu đầu tư; kết nối đường bộ vào kho, bãi hàng không đảm bảo cho xe container ra vào; cơ chế quản lý khai thác, cơ chế đầu tư chưa được tháo gỡ, kiện toàn theo hướng tích cực.

Vì vậy, việc nghiên cứu giải pháp quản lý, đầu tư, khai thác các kho, bãi hàng tại các ga đường sắt là cần thiết, đảm bảo đồng bộ, hiệu quả, hài hòa giữa vai trò quản lý của Nhà nước và tính hấp dẫn, cạnh tranh cùng phát triển của các thành phần kinh tế trong lĩnh vực đường sắt.

Đầu tư cho hạ tầng đường sắt cần nguồn lực lớn, thời gian dài, nhưng khả năng hoàn vốn thấp, dễ gặp nhiều rủi ro cho nhà đầu tư. Đầu tư vào kho bãi đường sắt chỉ cần nguồn lực thấp hơn, sớm có hiệu quả hơn.

2.2. Nhu cầu phát triển vận tải container đường sắt và hệ thống kho bãi hàng hóa đường sắt trên hành lang Bắc - Nam

Các mặt hàng truyền thống có khối lượng lớn được đường sắt đảm nhận vận chuyển trước đây gồm có quặng các loại, than đá, xăng dầu, xi măng, vật liệu xây dựng khác... đều thuộc nhóm hàng rời. Tuy nhiên, hiện nay, các mặt hàng quặng, than, sắt thép, xi măng đã giảm đáng kể do chính sách khai thác quặng và xu thế dịch chuyển của sản xuất - tiêu thụ đối với vật liệu xây dựng.

Trong khi đó, nhu cầu vận chuyển hàng hóa bằng container đang tăng lên, hiện khai thác trên hành lang Bắc - Nam cho chặng nội địa và chặng liên vận quốc tế (chặng nội địa giữa ga Sóng Thần và ga các Giáp Bát/Yên Viên/Đông Anh, chặng quốc tế được gom từ ga Yên Viên đi qua ga Đồng Đăng).

Hiện nay, vẫn tồn tại các hạn chế về cơ sở hạ tầng đường sắt tại các khu vực trọng điểm (Đồng Đăng, Yên Viên - Đông Anh) khi đường sắt Việt Nam gia tăng vận chuyển đường sắt liên vận quốc tế như năng lực đón, lập và giải thể tàu liên vận quốc tế; hệ thống kho bãi tại các khu vực quá tải gây tắc nghẽn vào một số thời điểm nhất định (ga Yên Viên, Đồng Đăng, Sóng Thần…).

2.3. Thực trạng kết cấu hạ tầng tuyến và kho, bãi hàng trên hành lang vận tải Bắc - Nam

Trên hành lang Bắc - Nam hiện có 2 tuyến đường sắt là tuyến Hà Nội - TP. Hồ Chí Minh và tuyến Hà Nội - Đồng Đăng. Tuyến Hà Nội - TP. Hồ Chí Minh dài 1.726 km, có 166 ga, là tuyến đường đơn, khổ 1.000 mm, chạy theo trục Bắc - Nam, nối liền các đô thị lớn và các khu công nghiệp, bao gồm Hà Nội, Nam Định, Thanh Hóa, Vinh, Huế, Đà Nẵng, Nha Trang, Quy Nhơn, Biên Hòa và TP. Hồ Chí Minh, đóng vai trò huyết mạch, chủ chốt trong phát triển kinh tế trên trục chính Bắc - Nam. Tuyến Hà Nội - Đồng Đăng dài 167 km, có 21 ga, là tuyến đường lồng, tuyến đi qua 4 tỉnh thành Hà Nội, Bắc Ninh, Bắc Giang, Lạng Sơn, kết nối với tuyến đường sắt Nam Ninh - Bằng Tường của Trung Quốc. Tốc độ khai thác tàu hàng chỉ khoảng 50 km/h.

Chỉ một số ít trong cả hệ thống ga đường sắt có hệ thống kho, ke, bãi hàng mới được đầu tư nâng cấp gần đây (ga Yên Viên, Đông Anh, Phan Thiết, Trảng Bom), còn lại đều đã xuống cấp, nhỏ lẻ, không đáp ứng nhu cầu xếp dỡ cơ giới, đặc biệt là xếp dỡ container.

Tuyến đường sắt Hà Nội - TP. Hồ Chí Minh chỉ có 15 ga/166 ga có từ 2 đường đón gửi tàu trở lên. Có 9 ga có bãi xếp dỡ hỗn hợp có thể bố trí xếp dỡ container là Yên Viên 16.926 m^2, Giáp Bát 8.900 m^2, Hải Phòng 3.985 m^2, Kim Liên 3.000 m^2, Đông Anh 9.500 m^2, Đông Hà 9.000 m^2, Sóng Thần 7.040 m^2, Trảng Bom 13.000 m^2, Đồng Đăng 5.000 m^2, trong đó chỉ có 3 ga có bãi hàng và thiết bị xếp dỡ, bảo quản container (Đông Anh 85.000 TEU/năm, Yên Viên 578.000 TEU/ năm, Trảng Bom 120.000 TEU/năm).

Kho ga hiện có 38.533 m^2, chủ yếu đã đầu tư từ nhiều năm trước, phần lớn là kho hàng tổng hợp đã xuống cấp, không có kho nào đạt tiêu chuẩn để lưu trữ, bảo quản các mặt hàng tươi sống, hàng hóa có giá trị cao.

Hầu hết công tác xếp dỡ tại các kho hàng thực hiện bằng thủ công, một số ít ga được trang bị sẵn xe nâng, cẩu gắp để phục vụ xếp dỡ hàng hóa (Yên Viên, Đông Anh, Giáp Bát, Trảng Bom, Sóng Thần).

Một số tuyến đường bộ kết nối với ga đường sắt chính có bề rộng đường nhỏ (ga Kép, ga Diêu Trì), tải trọng hoặc tĩnh không đường hạn chế không phù hợp với tải trọng hàng hóa trung chuyển từ phương tiện đường sắt (ga Kim Liên), ngoài ra còn bị hạn chế về mật độ giao thông đường bộ tại khu vực đô thị, đông dân cư (ga Giáp Bát, ga Vinh, ga Sóng Thần).

Năng lực khai thác hàng hóa tại một số ga đã tới giới hạn trong khi năng lực thông qua của tuyến chưa được khai thác hết.

2.4. Thực trạng quản lý, đầu tư, khai thác kinh doanh đường sắt và kinh doanh kho bãi hàng hóa

Bộ GTVT là cơ quan quản lý nhà nước về GTVT, trong đó có đường sắt. Cục Đường sắt Việt Nam là cơ quan quản lý nhà nước chuyên ngành về đường sắt. Tổng công ty Đường sắt Việt Nam là doanh nghiệp kinh doanh, đang trong lộ trình tách bạch chức năng quản lý nhà nước với kinh doanh.

Chính sách chung về thu hút đầu tư kinh doanh đường sắt đã thể hiện rõ chủ trương cho phép các tổ chức, cá nhân được đầu tư kinh doanh hạ tầng, vận tải đường sắt, tuy nhiên chưa có các quy định cụ thể về cơ chế, phương thức để có thể thực hiện thực tế đảm bảo tuân thủ các quy định khác nhau về quản lý tài sản, tài chính…

Quy định về phương thức khai thác KCHTĐS được ban hành từ năm 2018 nhưng để áp dụng thì cần có đề án khai thác tài sản KCHTĐS được phê duyệt. Đến nay, Bộ GTVT đã tổ chức xây dựng đề án quản lý, sử dụng, khai thác KCHTĐS quốc gia do Nhà nước đầu tư nhưng chưa phê duyệt, đồng thời cũng chưa có nội dung cụ thể về phương án khai thác tài sản KCHTĐS đối với từng nhóm KCHTĐS.

Trên thực tế, trước khi có Nghị định số 46/2018/NĐ-CP, Tổng công ty Đường sắt Việt Nam cho thuê kho, bãi hàng căn cứ theo Quyết định số 84/2007/QĐ-TTg ngày 11/6/2007 (quy định về phương thức và mức thu phí, giá thuê sử dụng ĐSQG do Nhà nước đầu tư; Quết định số 1129/QĐ-BTC năm 2014 ban hành giá tối thiểu cho thuê sử dụng công trình KCHTĐS Quốc gia do Nhà nước đầu tư).

Sau khi có Nghị định số 46/2018/NĐ-CP quy định việc quản lý, sử dụng và khai thác tài sản KCHTĐS Quốc gia do Nhà nước đầu tư, quản lý (quy định 3 phương thức khai thác TSKCHTĐS: Cơ quan được giao quản lý tài sản trực tiếp tổ chức khai thác tài sản; cho thuê quyền khai thác tài sản; chuyển nhượng có thời hạn quyền khai thác tài sản), việc thu hút đầu tư vào đường sắt (đặc biệt là kho, bãi hàng) từ các công ty tư nhân đang tạm dừng do chưa có Đề án khai thác tài sản KCHTĐS được phê duyệt.

2.5. Một số giải pháp quản lý, khai thác hiệu quả kho, bãi hàng đường sắt

- Về tổ chức quản lý, cơ chế, chính sách:

+ Công bố thêm ga liên vận quốc tế để linh hoạt tổ chức chạy tàu và giảm tải cho ga Yên Viên, Sóng Thần;

+ Hoàn thiện, phê duyệt Đề án quản lý, sử dụng, khai thác KCHT đường sắt quốc gia do Nhà nước đầu tư. Trong đó, bước quan trọng nhất là giao doanh nghiệp hoặc giao cơ quan thực hiện quản lý, sử dụng, khai thác tài sản đường sắt theo lộ trình phù hợp năng lực quản lý;

+ Giao nhiệm vụ lập Đề án Khai thác tài sản KCHTĐS Quốc gia gồm nguyên tắc chung và cho từng nhóm hạng mục;

+ Triển khai lập quy hoạch chi tiết tuyến và ga đường sắt, trong đó xác định chức năng, vị trí, quy mô, kết nối của ga để thu hút đầu tư;

+ Tăng cường liên kết, hợp tác giữa các doanh nghiệp kinh doanh KCHTĐS, vận tải đường sắt, dịch vụ logistics để cùng khai thác bãi hàng, kho ga đường sắt;

+ Tổng công ty Đường sắt Việt Nam và các thành viên chủ động đầu tư phương tiện, bố trí chạy tàu phù hợp, hoàn thiện dịch vụ khách hàng;

+ Sớm kiện toàn mô hình Tổng công ty Đường sắt Việt Nam, tái cơ cấu, xắp sếp lại các doanh nghiệp thành viên để ổn định tổ chức;

+ Nghiên cứu, ban hành cơ chế chính sách theo hướng giao cho Tổng công ty Đường sắt Việt Nam quản lý tài sản một số khu ga hàng hóa theo hình thức giao bổ sung vốn nhà nước tại doanh nghiệp.

- Đầu tư tăng năng lực hạ tầng tại ga:

+ Cải tạo nâng cấp đường bộ kết nối vào bãi hàng, kho ga đường sắt đáp ứng cho xe tải lớn, xe container ra vào tác nghiệp. Vốn đầu tư ưu tiên từ nguồn đầu tư công từ Trung ương hoặc địa phương. Trường hợp bãi hàng, kho ga liền kề quốc lộ, đường tỉnh, đường đô thị đủ lớn cho xe container thì đơn vị kinh doanh bãi hàng, kho ga chủ động

đầu tư lối ra/vào (ga Kép, Sen Hồ, Kim Liên, Diêu Trì);

+ Xây dựng thêm đường xếp dỡ tại bãi hàng của ga để tăng năng lực xếp dỡ, giải phóng toa xe, tiết kiệm thời gian lưu vỏ container, thời gian giao nhận hàng hóa đường sắt (các ga Đồng Đăng, Kép, Sen Hồ, Kim Liên, Diêu Trì);

+ Xây dựng, cải tạo phần mặt bê tông xi măng cho các bãi hàng cũ nhưng có nhu cầu xếp dỡ container (các ga Đồng Đăng, Kép, Sen Hồ, Kim Liên, Diêu Trì);

+ Đầu tư cải tạo kho ga (chủ yếu là phần mái che và cửa) để tận dụng khai thác các loại hàng hóa có yêu cầu bảo quản đối với những kho ga đã có nhưng đang để không (các ga Đồng Đăng, Đông Anh, Kép, Sen Hồ);

+ Đầu tư hệ thống hạ tầng đáp ứng yêu cầu tác nghiệp hải quan tại các ga liên vận quốc tế như: hàng rào, hệ thống giám sát, nhà công vụ (các ga Đồng Đăng, Đông Anh, Kép, Sen Hồ).

- Áp dụng 3 phương thức khai thác kinh doanh kho bãi:

+ Tổng công ty Đường sắt Việt Nam cho thuê khai thác nguyên trạng bãi hàng, kho ga với các quy định về mức thu, phương thức thu như hiện nay. Việc đầu tư cải tạo bãi hàng, kho ga chỉ thực hiện bằng nguồn đầu tư công.

+ Tổng công ty Đường sắt Việt Nam tự đầu tư cải tạo nâng cấp bãi hàng, kho ga bằng nguồn vốn SXKD, được hạch toán vào vốn nhà nước đầu tư tại doanh nghiệp, sau đó thực hiện cho thuê khai thác nguyên trạng bãi hàng, kho ga với các quy định về mức thu, phương thức thu như hiện nay. Tuy nhiên, cơ chế này chưa được quy định nên cần phải có kiến nghị và chấp thuận bởi Thủ tướng Chính phủ theo thẩm quyền quy định tại Luật Đường sắt.

+ Tổng công ty Đường sắt Việt Nam ký hợp đồng hợp tác kinh doanh có điều kiện với doanh nghiệp kinh doanh vận tải đường sắt thuê khai thác và có thực hiện đầu tư đối với bãi hàng, kho ga với các quy định về mức thu, phương thức thu như hiện nay. Cơ chế này đã được áp dụng tại ga Yên Viên, Đông Anh nhưng hiện nay chưa thực hiện thêm được do chưa có đề án khai thác tài sản KCHTĐS được phê duyệt.

3. KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ

3.1. Kết luận

- Nghiên cứu về khai thác hiệu quả các kho, bãi hàng tại các ga đường sắt là rất cần thiết (các kho, bãi hàng đường sắt khi được đầu tư, khai thác hiệu quả sẽ góp phần nâng cao sản lượng vận tại tại các ga, tuyến đường sắt; nâng cao chất lượng vận tải, giảm chi phí vận tải đường sắt).

- Bên cạnh những tồn tại, nguyên nhân khách quan như thay đổi phân bố của chuỗi sản xuất/tiêu thụ thì còn nhiều nguyên nhân chủ quan như sụt giảm phân bổ vốn đầu tư cho đường sắt, chậm đổi mới trong cơ chế, chính sách, tổ chức, kinh doanh.

- Để khai thác hiệu quả và bền vững hệ thống kho, bãi hàng đường sắt, về lâu dài cần phải thực hiện nhiều giải pháp đồng bộ để vận hành hiệu quả cả hệ thống kết cấu hạ tầng và kinh doanh vận tải đường sắt. Trước mắt có thể triển khai một số giải pháp trực tiếp tác động đến từng khu ga cụ thể để có thể khai thác hiệu quả hơn, tương ứng với năng lực thông qua của hạ tầng tuyến đường sắt.

- Đối với các bãi hàng, kho ga đang được khai thác nhưng thiếu năng lực so với nhu cầu, ưu tiên những giải pháp: cải tạo nâng cấp đường bộ vào bãi hàng; đầu tư thêm đường xếp dỡ; đầu tư cho bãi container; bố trí thêm trang thiết bị xếp dỡ.

- Đối với các bãi hàng, kho ga có năng lực nhưng chưa đưa vào khai thác hoặc chưa thu hút được nhu cầu sử dụng, ưu tiên những giải pháp: công bố thành ga liên vận quốc tế; tăng cường liên kết hợp tác kinh doanh với các doanh nghiệp logistics, cung ứng dịch vụ tốt...

3.2. Kiến nghị

- Bộ GTVT ưu tiên bố trí vốn đầu tư công bổ sung (nếu có) hoặc từ nguồn Chương trình phục hồi và phát triển kinh tế - xã hội để cải tạo nâng cấp các hạng mục nhằm nâng cao năng lực thông qua hàng hóa tại ga, đặc biệt là đối với hạng mục đường bộ kết nối, đường xếp dỡ trong ga.

- Bộ GTVT và Ủy ban Quản lý vốn nhà nước tại doanh nghiệp kiến nghị với Thủ tướng Chính phủ cho phép Tổng công ty Đường sắt Việt Nam tự đầu tư cải tạo nâng cấp bãi hàng, kho ga (không gồm giá trị quyền sử dụng đất) bằng nguồn vốn sản xuất kinh doanh, được hạch toán vào vốn nhà nước đầu tư tại doanh nghiệp, sau đó thực hiện cho thuê khai thác nguyên trạng bãi hàng, kho ga.

- Bộ GTVT và Ủy ban Quản lý vốn nhà nước tại doanh nghiệp kiến nghị với Thủ tướng Chính phủ cho phép Tổng công ty Đường sắt Việt Nam ký hợp đồng hợp tác kinh doanh có điều kiện với doanh nghiệp kinh doanh vận tải đường sắt thuê khai thác và có thực hiện đầu tư đối với bãi hàng, kho ga.

- Bộ GTVT đề xuất với Thủ tướng Chính phủ giao cho Tổng công ty Đường sắt Việt Nam lập Đề án khai thác tài sản KCHTĐS Quốc gia do Nhà nước đầu tư.

- Bộ GTVT sớm triển khai lập quy hoạch chi tiết một số ga đường sắt chính của mạng lưới đường sắt quốc gia.

Tài liệu tham khảo

[1]. Bộ GTVT (2021), *Đề án Quản lý, khai thác tài sản KCHTĐS do Nhà nước đầu tư.*

[2]. Tổng công ty Đường sắt Việt Nam(2021), *Đề án cơ cấu lại Tổng công ty Đường sắt Việt Nam giai đoạn 2017 - 2020.*

[3]. *Báo cáo thường niên của Công ty CP VTĐS Hà Nội, Công ty CP VTĐS Sài Gòn, Công ty CP VT&TM đường sắt các năm 2018 - 2021.*

[4]. Viện Chiến lược và Phát triển GTVT (8/2022), *Phương án nâng cao năng lực vận tải liên vận quốc tế bằng đường sắt đến năm 2030.*

Ngày nhận bài: 02/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 21/4/2023
Người phản biện: TS. Vũ Linh
TS. Phạm Hoài Chung

Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến tính kết nối hàng hải của cảng biển

■ **TS. PHẠM THỊ YẾN(*); TS. NGUYỄN THỊ LÊ HẰNG; ThS. NGUYỄN THỊ HƯƠNG GIANG**
Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email: (*)phamyen@vimaru.edu.vn

TÓM TẮT: Vận chuyển tập trung vào vận tải biển tiếp tục là phương thức quan trọng nhất đối với thương mại hàng hóa quốc tế, hầu hết thương mại hàng hóa sản xuất được đóng trong container và vận chuyển thông qua các dịch vụ vận tải biển thông thường. Kết nối vận tải gắn liền với năng lực cạnh tranh của một vùng trong hoạt động giao thương. Hiệu quả của hoạt động logistics và mức độ kết nối vận tải biển có vai trò quan trọng trong việc tác động đến dòng chảy thương mại. Vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu này là tìm hiểu chỉ số kết nối hàng hải quốc gia và các yếu tố tác động đến chỉ số kết nối hàng hải quốc gia.

TỪ KHÓA: Kết nối hàng hải, cảng biển, LSCI.

ABSTRACT: Shipping focused on ocean freight continues to be the most important mode of international freight trade, and most manufactured goods trade is packed in containers and transported through conventional ocean freight duties. Load connectivity is associated with a region's competitiveness in trade. The efficiency of logistics operations and the level of shipping connectivity play an important role in influencing trade flows. Therefore, the objective of this study is to understand the national maritime connectivity index and the factors affecting the national maritime connectivity index.

KEYWORDS: Maritime connectivity, seaport, LSCI.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vận tải biển đóng một vai trò quan trọng trong thương mại và kinh tế toàn cầu do khả năng vận chuyển khối lượng lớn với chi phí vận chuyển thấp hơn so với các phương thức vận tải khác. Theo ước tính rằng ngoại trừ thương mại nội khối EU, thương mại đường biển chiếm 90% khối lượng và 70% giá trị thương mại quốc tế (UNCTAD, 2008). Mối quan hệ giữa kết nối và chi phí đã được UNCTAD (2019) làm rõ, trong đó nhấn mạnh vai trò chính của các cảng và sự kết nối hàng hải trong việc giảm thiểu chi phí vận chuyển, liên kết chuỗi cung ứng và hỗ trợ thương mại quốc tế.

Theo nghĩa rộng, kết nối hàng hải là kết quả mạng lưới GTVT và bao gồm các khía cạnh như số lượng điểm đến được phục vụ, tần suất dịch vụ và chi phí logistics (Parola và cộng sự, 2017). Như vậy, kết nối hàng hải có thể được hiểu một quốc gia hoặc một cảng được kết nối tốt như thế nào với mạng lưới vận chuyển toàn cầu. Kết nối tốt hơn cho phép tiếp cận nhiều hơn các nguồn lực vật chất và mở đường cho lợi thế kinh tế theo quy mô và chuyên môn hóa bằng cách cho phép các nhà sản xuất khai thác tốt hơn các khả năng trong thị trường trong và ngoài nước (Trace và cộng sự, 2009).

Thế giới toàn cầu hóa, do đó kết nối được cải thiện đóng vai trò thiết yếu vai trò quan trọng trong thương mại quốc tế và phát triển kinh tế, "sự kết nối", được xác định ở cấp quốc gia và song phương, đang trở thành đồng nghĩa với năng lực cạnh tranh thương mại quốc gia. Đổi lại, kết nối hàng hải kém, biểu hiện thông qua sự thiếu hiệu quả trong logistics và vận tải sẽ ảnh hưởng tiêu cực thương mại và phát triển do tăng thời gian chuyến đi và tăng chi phí xử lý và giao hàng (Lun và Hoffmann, 2016). Vì vậy, nghiên cứu này thực hiện nhằm tìm hiểu chỉ số kết nối hàng hải quốc gia và các yếu tố tác động đến chỉ số kết nối hàng hải quốc gia, từ đó có cái nhìn sâu sắc và tổng quát về sự kết nối hàng hải, yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến tính cạnh tranh của cảng biển.

2. CHỈ SỐ KẾT NỐI HÀNG HẢI QUỐC GIA

Chỉ số kết nối kết nối hàng hải quốc gia (The Liner Shipping Connectivity Index - LSCI) được Hội nghị Liên hiệp quốc về thương mại và phát triển (UNCTAD - United Nations Conference on Trade and Development) xây dựng nhằm mục đích nắm bắt mức độ tích hợp vào mạng lưới vận tải biển hiện có bằng cách đo lường khả năng kết nối vận tải biển. Nó có thể được tính ở cấp quốc gia và cấp cảng. LSCI có thể được coi là đại diện cho khả năng tiếp cận thương mại toàn cầu thông qua mạng lưới vận tải. Chỉ số này càng cao thì càng dễ dàng tiếp cận hệ thống vận tải hàng hóa đường biển toàn cầu có công suất và tần suất cao, đồng thời tham gia hiệu quả vào thương mại quốc tế. Do đó, LSCI có thể được coi là thước đo kết nối với vận tải biển và là thước đo thuận lợi hóa thương mại. Nó phản ánh chiến lược của các hãng tàu container đang tìm cách tối đa hóa doanh thu thông qua việc bao phủ thị trường. Chỉ số được tính toán dựa trên 6 thành phần chính:

- Các lượt tàu cập cảng theo lịch trình, điều này liên

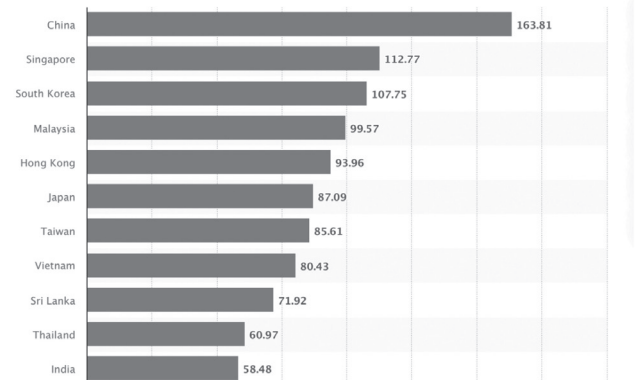
quan đến số lượng tàu ghé thăm hàng tuần. Các cuộc gọi này có thể liên quan đến hoạt động nhập khẩu, xuất khẩu hoặc trung chuyển. Trong trường hợp số lượng ghé cảng trung chuyển cao, số lượng ghé cảng có thể gây nhầm lẫn phần nào vì những ghé cảng đó không liên quan đến khả năng kết nối với hệ thống thương mại toàn cầu mà liên quan đến sự hiện diện của một trung tâm trung chuyển. Tuy nhiên, các dịch vụ hàng hải vẫn sẵn có cho các nhà nhập khẩu và xuất khẩu.

- Trọng tải khai thác: Biện pháp trước đó chủ yếu được liên kết với tần suất của các dịch vụ trong khi việc bổ sung tổng dung lượng của các dịch vụ này cho phép liên kết giữa các cuộc gọi cổng và dung lượng vật lý liên quan. Công suất càng cao, tiềm năng giao dịch trên thị trường toàn cầu càng lớn, tuy nhiên điều đó không nhất thiết, có nghĩa là năng lực sẵn có để nhập khẩu hoặc xuất khẩu.

- Số lượng các công ty vận chuyển và dịch vụ vận chuyển: Điều này liên quan đến số lượng công ty vận chuyển đang phục vụ quốc gia hoặc cảng cũng như số lượng dịch vụ theo lịch trình mà họ đang sử dụng để cung cấp phạm vi thị trường này.

- Kích thước tàu trung bình: Một đại diện cho lợi thế nhờ quy mô vì chúng mang lại chi phí vận chuyển trên mỗi TEU thấp hơn. Một số cảng hạn chế có thể tiếp nhận tàu trên 8.000 - 10.000 TEU. Những cảng này có thể có kết nối cao hơn.

- Kết nối cảng trực tiếp: Đây là số cổng được kết nối trực tiếp với cổng tham chiếu. Do cấu trúc của các dịch vụ vận tải biển được định hướng dọc theo một chuỗi các ghé cảng (vòng lặp), kết nối trực tiếp ngụ ý rằng một cảng được kết nối với một cảng khác miễn là chúng là một phần của vòng lặp đó và bất kỳ container nào được vận chuyển giữa chúng không cần phải được trung chuyển.



Hình 2.1: Chỉ số kết nối hàng hải quốc gia của một số quốc gia tiêu biểu, quý I /2021 (nguồn: UNTACD)

Hiện nay, quốc gia hoặc cảng nhận được điểm số cao nhất trong năm tham chiếu 2006 được chỉ định giá trị là 100, dùng làm điểm chuẩn để chỉ định giá trị cho các cảng và quốc gia khác.

Sự phân bố của LSCI cảng cho thấy mức độ tập trung cao trong một nhóm nhỏ các cảng có tính kết nối cao, là cửa ngõ và trung tâm thương mại toàn cầu. Các quốc gia có giá trị LSCI cao nhất đang tích cực tham gia vào thương mại quốc tế. Cụ thể, các nền kinh tế định hướng xuất khẩu của Trung Quốc và Hồng Kông đứng đầu, với trung tâm trung chuyển Singapore đứng thứ ba. Các quốc gia lớn như Vương quốc Anh, Đức, Hàn Quốc, Hoa Kỳ và Nhật Bản xếp hạng trong top 15. Các quốc gia như Malaysia, Tây Ban Nha, Các Tiểu vương quốc Ả Rập Thống nhất, Ai Cập và Oman cũng xếp hạng cao với hệ thống cảng biển có chức năng trung chuyển lớn.

3. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN TÍNH KẾT NỐI HÀNG HẢI CỦA CẢNG BIỂN

3.1. Vị trí, thuế quan và mức độ phát triển logistics

Vị trí của cảng là một trong những yếu tố quan trọng nhất khi xem xét kết nối cảng. Các hãng tàu ưu tiên chọn các cảng có độ lệch tối thiểu so với các tuyến vận chuyển chính để giảm thời gian di chuyển và chi phí liên quan (Chang, Lee, & Tongzon, 2008). Cụ thể, đối với các cảng trung chuyển, vị trí càng gần các tuyến vận tải chính là lợi thế để thu hút nhiều tàu, đồng thời cung cấp một cơ cấu thuế quan đơn giản và thấp hơn cũng là một yếu tố quan trọng để tiếp nhận nhiều tàu hơn và tăng khả năng kết nối cảng (Yeo, Roe, & Dinwoodie, 2008).

Nhiều quốc gia trên thế giới trở thành trung tâm logistics toàn cầu nhờ kết nối tốt hơn với các quốc gia thương mại khác. Nhìn chung, một khi hoạt động logistics có hiệu quả cao, cảng sẽ hội nhập tốt hơn với chuỗi cung ứng toàn cầu và khả năng kết nối về vận tải sẽ tăng lên. Hơn nữa, mức độ kết nối cao hơn của cảng sẽ tạo điều kiện cho việc vận chuyển hàng hóa thuận tiện hơn, giảm chi phí vận tải đồng thời tăng khả năng cạnh tranh của cảng (Toy & Cullinane, 2000). Do đó, việc có một chiến lược hậu cần cảng phát triển tốt sẽ làm tăng khả năng kết nối và khả năng cạnh tranh của một cảng.

Khi đủ khối lượng hàng hóa được vận chuyển giữa các cảng và các dịch vụ giá trị gia tăng có liên quan được cung cấp hiệu quả, tần suất dịch vụ vận chuyển cao hơn có thể được kỳ vọng về mặt vận chuyển. Hơn nữa, nó cũng làm tăng độ tin cậy và chất lượng của các dịch vụ. Chỉ số hiệu quả logistics (LPI) do UNCTAD đưa ra là thước đo thể hiện sức mạnh hoạt động logistics của một quốc gia cụ thể. Theo Hoffmann J (2012), có mối tương quan cao hơn giữa thành phần đo lường của LSCI và LPI. Điều đó cho thấy rằng các hoạt động logistics cảng ở mức độ cao hơn sẽ thu hút nhiều hãng tàu hơn.

Đồng thời, chính quyền cảng và các nhà hoạch định chính sách có vai trò lớn hơn trong việc xây dựng các chiến lược nhằm tăng cường kết nối cảng. Hơn nữa, việc giảm thiểu chi phí logistics và chi phí giao dịch trong hoạt động hậu cần cảng thúc đẩy khả năng cạnh tranh và kết nối của cảng. Do đó, các hoạt động logistics của cảng là thước đo khả năng kết nối của một cảng.

3.2. Các phương pháp tiếp cận công nghệ và bền vững

Các cảng có nhiều giải pháp công nghệ cảng thông minh. Tuy nhiên, việc triển khai và lựa chọn các chiến lược công nghệ phụ thuộc vào loại cảng. Do đó, trung tâm trung chuyển sẽ tập trung vào năng suất cao và có thể thực hiện các ứng dụng sau:

- Hệ thống xử lý hàng hóa thông minh;
- Quản lý, điều hành thiết bị;

- Cảng tự động hóa;
- Giải pháp quản lý an toàn.

Cách tiếp cận công nghệ ảnh hưởng lớn đến khả năng cạnh tranh của cảng và thu hút nhiều hãng tàu hơn. Công nghệ thông tin về khả năng cạnh tranh và kết nối của cảng. Có thể thấy rằng, khi khẳng định bản chất bền vững vốn có của vận tải đường biển, các hãng tàu đã áp dụng một cách tiếp cận bảo thủ đối với tính bền vững ngay từ khi bắt đầu vận tải container. Tuy nhiên, chiến thuật này không còn khả thi với những thay đổi cơ bản trong kinh doanh vận tải container kể từ năm 2008.

Theo đó, các hãng tàu dần chuyển sang đổi mới công nghệ và cách tiếp cận bền vững nhằm đạt được lợi thế về chi phí trên thị trường. Hơn nữa, các quy định mới về môi trường và giới hạn lưu huỳnh năm 2020 tạo thêm áp lực cho các hãng tàu để có các phương pháp tiếp cận bền vững. Do đó, các cảng phải cung cấp cơ sở vật chất cần thiết hỗ trợ các chiến lược mới của các hãng tàu. Việc thực hiện các sáng kiến "cảng xanh" của Cảng vụ Singapore là một trong những cách tiếp cận như vậy để tạo điều kiện cho các cách tiếp cận bền vững (MPA, 2016). Hơn nữa, các cách tiếp cận tương tự ở Cảng Busan đã giúp tăng khả năng cạnh tranh và khả năng kết nối của cảng về mặt vận tải hàng hải.

3.3. Hiệu quả khai thác cảng

Mặc dù LSCI được phát triển nhằm mục đích đo lường sự thuận lợi hóa thương mại, đặc biệt là ở các cảng tập trung tải, nhưng các yếu tố hiệu quả khai thác của cảng có ảnh hưởng lớn hơn đến LSCI. Theo đó, ngoài 5 thành phần ban đầu của LSCI, mối quan hệ giữa LSCI và năng suất cảng cần được đánh giá.

Một số nghiên cứu thực hiện theo một số phương pháp để xây dựng mối quan hệ giữa các tham số. Samuel (2014) tiến hành một nghiên cứu để xác định các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả hoạt động của cảng container bằng cách sử dụng Gói thống kê cho khoa học xã hội (SPSS) và Microsoft Excel. Hơn nữa, Vítor, Andreia, & Augusto (2015) đề xuất phân tích khái niệm với các phương trình cấu trúc để hình thành mối quan hệ giữa biến. Một trong những phương pháp hồi quy phổ biến của ứng dụng này là mô hình hồi quy tuyến tính cổ điển (CLRM) để xác định mối quan hệ và đóng góp của từng biến độc lập.

4. KẾT LUẬN

Khả năng kết nối hàng hải của một quốc gia khác với quốc gia khác tùy thuộc vào một số yếu tố. Theo đó, sau khi xác định được các yếu tố đó, UNCTAD đã phát triển LSCI để thể hiện khả năng kết nối của một quốc gia dưới góc độ thuận lợi hóa thương mại. Một số học giả đã tiến hành nghiên cứu về LSCI, coi chỉ số này là một công cụ để cải thiện việc tạo thuận lợi cho thương mại của một quốc gia. Trung Quốc - quốc gia có giá trị chỉ số cao nhất đã tổng hợp hầu hết các yếu tố của UNCTAD, là thành phần tính toán chỉ số. Đặc biệt, với vai trò là một trung tâm xếp dỡ, Trung Quốc có tiềm năng lớn hơn để đáp ứng tất cả các tiêu chí của LSCI do chỉ số này đã được phát triển để tạo thuận lợi cho thương mại. Tuy nhiên, trong trường hợp của Singapore - trung tâm trung chuyển hàng đầu thế giới, lại có ít LSCI hơn so với Trung Quốc. Nguyên nhân chính của kịch bản này là do LSCI không thể nắm bắt được đặc điểm của các cảng trung chuyển. Vì vậy, điều cần thiết là kết hợp các đặc điểm của cảng trung chuyển với LSCI để phản ánh chính xác việc xếp hạng các cảng trung chuyển. Hơn nữa, các tác động đối với vị trí cảng, thuế quan, logistics, công nghệ thông tin và các phương pháp tiếp cận bền vững là cần thiết để phân tích khả năng kết nối cảng, vì khả năng kết nối của một cảng bị ảnh hưởng bởi các yếu tố đó.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong Đề tài mã số DT22-23.94.

Tài liệu tham khảo

[1]. Chang, Y., Lee, S., & Jose, L. (2008), *Port Selection Factors by Shipping Lines: Different Perspectives between Trunk Liners and Feeder Service Providers*, Marine Policy vol.32, 877-885.

[2]. Hoffmann, J. (2012), *UNCTAD Ad Hoc Expert Meeting on Assessing Port Performance*, Geneva: UNCTAD.

[3]. Hoffmann, J., Wilmsmeier, G., Lun, Y.V. (2017), *Connecting the world through global shipping networks*,J. Ship. Trade 2, 2 (*https://doi.org/10.1186/s41072-017-0020-z)*.

[4]. Lun, Y.H.V., Hoffmann, J. (2016), *Connectivity and trade relativity: the case of ASEAN*, J. Ship. Trade 1, 11 *(https://doi.org/10.1186/s41072-016-0015-1)*.

[5]. Parola, F., Risitano, M., Ferretti, M., Panetti, E. (2017), *The drivers of port competitiveness: a critical review*, Transp. Rev. 37 (1), 116-138.

[6]. Samuel, N. M. (2014), *FACTORS INFLUENCING CONTAINER TERMINALS EFFICIENCY: A CASE STUDY OF MOMBASA ENTRY PORT*, European Journal of Logistics Purchasing and Supply Chain Management, 39-78.

[7]. Toy, N., & Cullinane, K. (2000), *Identifying Influential Attributes in Freight Route/Mode Choice Decisions: A Content Analysis*, Transportation Research: Part E 36, 41-53.

[8]. Trace, K., Frielink, B., Hew, D. (2009), *Maritime Connectivity in Archipelagic Southeast Asia: An Overview*, ADB Working Papers, Asian Development Bank, Manila.

[9]. Vítor, C., Andreia, D., & Augusto, F. (2015), *The effect of port and container terminal characteristics on terminal performance*, Maritime Economics & Logistics, 493-514.

[10]. Yeo, G.-T., Roe, M., & Dinwoodie, J. (2008), *Evaluating the competitiveness of container ports in Korea and China*, Transportation Research, 910-921.

Ngày nhận bài: 05/3/2023
Ngày chấp nhận đăng: 19/4/2023
Người phản biện: TS. Phạm Thị Hằng Nga
TS. Lê Sơn Tùng

ĐỀ XUẤT CÁC PHƯƠNG ÁN THI CÔNG NỀN ĐƯỜNG SỬ DỤNG CÁT BIỂN

Cát biển đang ngày càng được sử dụng nhiều trong xây dựng cơ sở hạ tầng ở nhiều nước trên thế giới. Còn tại Việt Nam, trong bối cảnh bùng nổ làm hạ tầng đường cao tốc dẫn tới thiếu hụt nguồn vật liệu đắp nền đường nên việc nghiên cứu, sử dụng cát biển làm vật liệu thay thế đắp nền đường đặt ra cấp bách. Tuy nhiên thực tiễn cho thấy, vấn đề này mới chỉ có một số nghiên cứu trong phòng thí nghiệm mà chưa được áp dụng trên dự án đường ô tô lớn. Ngoài ra, công nghệ thi công, nghiệm thu chưa có hoặc chưa hoàn chỉnh (đặc biệt đối với trường hợp dung kết hợp với các loại vật liệu khác) và chưa có hệ thống đơn giá định mức đầy đủ. Điều này khiến việc sử dụng cát biển vào việc đắp nền đường đến nay vẫn ở dạng tiềm năng.
Để giúp các cơ quan hữu quan, bạn đọc có cái nhìn toàn diện về việc nghiên cứu, ứng dụng vật liệu cát biển làm lớp nền, móng, mặt đường ô tô cao tốc, Tạp chí GTVT khởi đăng loạt bài "Đề xuất các phương án thi công nền đường sử dụng cát biển" để làm rõ vấn đề từ các khía cạnh nghiên cứu lý thuyết, nghiên cứu thử nghiệm trong phòng, thí nghiệm, kiểm tra trong quá trình thi công và theo dõi, đánh giá trong thời gian khai thác...

Bài 1: Phương án thi công thí điểm nền đường sử dụng cát biển

BẢO CHÂU

TỪ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Các nghiên cứu trên thế giới và Việt Nam đã chỉ rõ vật liệu cát khai thác ngoài biển thường tròn, đều hạt nên khi sử dụng làm vật liệu đắp nền đường sẽ khó lu lèn và khó đảm bảo tính ổn định lâu dài của nền đường khi chịu tác động của tải trọng động, nhất là trong điều kiện bị ngập nước. Vì vậy, hiện nay nhìn chung không sử dụng độc lập cát biển để xây dựng nền đường, nếu sử dụng thường phải được xử lý ổn định (bằng xi măng, đắp xen kẽ hoặc các giải pháp gia cường khác). Ngoài ra, hầu hết cỡ hạt của cát biển là hạt mịn, trong quá trình vận chuyển vật liệu và nền đường thi công chịu tác động của thời tiết (gió, nắng) sẽ gây bụi ra xung quanh môi trường và khu dân cư. Bên cạnh đó, cát biển có chứa một lượng nhất định muối hòa tan. Vì vậy, sử dụng cát biển làm nền đường, trong quá trình xây dựng và hoạt động, do ảnh hưởng của thời tiết, khí hậu, điều kiện thủy văn, các muối hòa tan và các ion sẽ có thể cuốn theo dòng nước ảnh hưởng đến xung quanh, đặc biệt là đất nông nghiệp, có thể ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và năng suất cây trồng, cuộc sống khu dân cư quanh dự án, do vậy cần phải có giải pháp và có đánh giá tác động môi trường về việc sử dụng cát biển đắp nền đường trong thời gian khai thác.

Thời gian vừa qua, đội ngũ các nhà khoa học, chuyên gia của Viện Khoa học và Công nghệ GTVT phối hợp với các nhà khoa học trong và ngoài ngành, các cơ quan hữu quan tập trung nghiên cứu đánh giá đầy đủ, toàn diện các phương án sử dụng cát biển, đoạn đường thí điểm đại diện cho các điều kiện thực tế của khu vực (địa hình, địa chất, thủy văn, lưu lượng xe...). Đồng thời các nhà khoa học cũng tính toán và lựa chọn đoạn đường thí điểm để tính toán, thiết kế, thi công đầy đủ các lớp kết cấu áo đường và đưa vào khai thác thực tế để theo dõi, đánh giá. Tùy theo điều kiện thực tế địa hình, địa chất, thủy văn mà có thể có các giải pháp xử lý nền đường, kết cấu áo đường phù hợp. Trong bài viết này chỉ đề cập đến các phương án sử dụng cát biển cho phần nền đắp (nền K95, lớp K98).

Về mặt lý thuyết, cát biển có thể đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật quy định trong tiêu chuẩn để làm vật liệu đắp nền đường. Tuy nhiên, do một số đặc tính của cát biển như kích thước hạt mịn, bề mặt tròn, đều hạt, thể tích giảm khi tiếp xúc với môi trường ẩm ướt nên khi sử dụng làm vật liệu đắp nền đường sẽ khó lu lèn và khó đảm bảo tính ổn định lâu dài của nền đường khi chịu tác động của tải trọng động, nhất là trong điều kiện bị ngập nước. Trên thế giới thường sử dụng các giải pháp tăng cường như:

- Giải pháp tăng cường bằng hiệu ứng hóa học: Có thể sử dụng bổ sung các hỗn hợp chất kết dính như xi măng, vôi, puzzolan, chất kết dính nhựa đường để làm tăng khả năng kết dính cho khối đắp cát.

- Giải pháp cơ học: Là phương pháp trộn cát với các loại vật liệu khác nhưng không có phản ứng hóa học xảy ra nhằm cải thiện cấp phối thành phần hạt, từ đó làm tăng chỉ số CBR, giảm hệ số thấm, giảm hàm lượng nước tối ưu, tăng khả năng đầm chặt cho hỗn hợp vật liệu cát. Ngoài ra, có thể sử dụng các phương pháp thi công khác như sử dụng các lớp vải địa kỹ thuật, màng chống thấm, ô địa kỹ thuật Geocell để tăng cường độ ổn định của lớp cát đắp.

Trên cơ sở kết quả nghiên cứu của thế giới, kết quả đã nghiên cứu ở Việt Nam, ý kiến góp ý của các cơ quan, đơn vị, các chuyên gia tại các văn bản và Thông báo Kết luận số 146/TB-BGTVT ngày 15/4/2022 của Bộ GTVT, Viện Khoa học và Công nghệ GTVT đề xuất các phương án thử nghiệm như sau:

Về loại cát: Tiến hành lựa chọn mỏ cát biển phù hợp nhất. Nếu các kết quả thử nghiệm cho thấy có thể sử dụng trực tiếp được cát sau khi khai thác thì sẽ sử dụng trực tiếp, nếu không sẽ phải có giải pháp giảm mặn trong cát biển (phơi cát hoặc rửa cát).

ĐẾN CÁC PHƯƠNG ÁN THÍ ĐIỂM ĐẮP NỀN ĐƯỜNG BẰNG CÁT BIỂN

Đề xuất 3 phương án trên 4 đoạn liền kề nhau, mỗi đoạn dài không ít hơn 100 m *(Hình 1)*:

- Phương án 1: Đắp nền K95 sử dụng nguyên cát biển (có thể có hoặc không gia cường các lớp vải/lưới địa kỹ thuật).
- Phương án 2: Lớp đỉnh nền K98 sử dụng cát biển gia cố bằng ô địa kỹ thuật Geocell.
- Phương án 3: Lớp đỉnh nền K98 sử dụng cát gia cố xi măng.

Phương án 1	Phương án 2	Phương án 3
Kết cấu mặt/móng đường		
Lớp K98 thông thường	**Lớp K98: Đắp bằng cát biển gia cường bằng ô địa kỹ thuật Geocell**	**Lớp K98: Cát biển gia cố xi măng**
Đắp nền K95 sử dụng nguyên cát biển (gia cường các lớp vải/lưới địa kỹ thuật, màng chống thấm)	Lớp K95 thông thường	Lớp K95 thông thường
100 m	100 m	100 m

Thi công nền đường gia cường bằng vải địa kỹ thuật

Thi công nền đường gia cố bằng ô địa kỹ thuật Geocell

Hình 1: Sơ đồ dự kiến bố trí các đoạn thử nghiệm

Việc bố trí lớp vật liệu cụ thể trong nền đường sẽ được tính toán, thiết kế cụ thể phù hợp với đoạn đường do Ban QLDA Mỹ Thuận đề xuất, trên cơ sở các số liệu do Ban QLDA Mỹ Thuận cung cấp và các kết quả thí nghiệm trong phòng.

** Phương án 1 - Đắp nền K95 sử dụng nguyên cát biển (có hoặc không gia cường các lớp vải/lưới địa kỹ thuật):*

Phương án này ứng xử cát biển như loại vật liệu đắp thông thường. Theo phương án này, đáy nền đắp được rải lớp vải địa kỹ thuật, màng chống thấm (dùng cho nền đắp trên nền đất yếu); nền đường K95 được đắp bằng các lớp cát biển, có thể có hoặc không có các lớp vải địa kỹ thuật/lưới địa kỹ thuật; đất đắp bao nền đường sử dụng đất sét.

Giải pháp này có thuận lợi là: Công nghệ thi công, nghiệm thu cơ bản theo TCVN 9436, TCVN 9844, TCVN 11322 và các quy định hiện có; có điều chỉnh, bổ sung một số nội dung cho phù hợp. Vật liệu có sẵn thi công nhanh, thuận lợi.

Khó khăn, hạn chế: Giá thành cao hơn phương án đắp thông thường; có thể có khó khăn trong việc lu lèn đạt độ chặt yêu cầu.

** Phương án 2 - Lớp đỉnh nền K98 sử dụng cát biển gia cố bằng ô địa kỹ thuật Geocell:*

Theo phương án này, nền đường K95 được đắp bằng các loại vật liệu thông thường khác; lớp đỉnh nền đường K98 được thi công bằng lớp cát biển gia cố bằng ô địa kỹ thuật Geocell. Hệ thống ô địa kỹ thuật Geocell là mạng lưới các ô ngăn hình mạng dạng tổ ong được đục lỗ và tạo nhám. Ô ngăn hình mạng được sản xuất bằng cách hàn nhiệt các tấm HDPE liền kề với một khoảng cách nhất định. Các mạng lưới ô ngăn hình mạng tổ ong sẽ phân bố tải trọng trên một diện tích rộng hơn, tạo ra một lớp đệm ba chiều có cường độ chịu uốn và độ cứng cao. Ưu điểm của Geocell là làm giảm độ lún thẳng đứng trong nền đất yếu, cải thiện được sức chống cắt và tăng cường độ chịu tải của kết cấu. Các tấm này sau khi được kéo giãn ra sẽ tạo thành các ô, khi lấp đầy vật liệu vào các ô đó sẽ tạo thành một kết cấu có khả năng gia cường lớp nền đất; lớp vật liệu bên trong ổn định cũng làm giảm chuyển dịch ngang của nền đường.

Hình 2: Thi công nền đường gia cố bằng Geocell

Phương án này có thuận lợi là: Công nghệ thi công, nghiệm thu cơ bản theo TCVN 10544: 2014 và các quy định hiện có; có điều chỉnh, bổ sung một số nội dung cho phù hợp. Khó khăn, hạn chế: Kinh nghiệm thực tế tại Việt Nam còn rất hạn chế; vật liệu Geocell chưa sẵn có (cần đặt hàng trước); dùng cho lớp K98 nên lượng sử dụng cát biển là ít.

** Phương án 3 - Lớp đỉnh nền K98 sử dụng cát biển gia cố xi măng:*

Theo phương án này, nền đường K95 được đắp bằng các loại vật liệu thông thường khác; lớp đỉnh nền đường K98 được thi công bằng lớp cát biển gia cố xi măng theo TCVN10186:2014 - Móng cát gia cố xi măng trong kết cấu áo đường ô tô - Thi công và nghiệm thu.

Tiêu chuẩn này được áp dụng cho việc thi công và nghiệm thu các lớp móng cát gia cố xi măng trong kết cấu áo đường mềm hoặc cứng của đường ô tô cũng như trong kết cấu tầng phủ của sân bay. Theo tiêu chuẩn này, cát gia cố xi măng là một hỗn hợp gồm cát tự nhiên trộn với xi măng theo một tỷ lệ nhất định rồi lu lèn chặt ở độ ẩm tốt nhất trước khi xi măng ninh kết. Cát dùng để gia cố với xi măng có thể là các loại khác nhau theo phân loại về cỡ hạt và có thể là các loại có nguồn gốc hình thành khác nhau. Các loại cát nói trên có thể có nguồn gốc hình thành khác nhau như cát tàn tích, cát sườn tích, cát bồi tích (cát sông), cát biển, cát gió (hình thành do tác dụng của gió) và cả các loại cát nghiền nhân tạo (sản phẩm của công nghệ gia công đá, sỏi cuội).

Giải pháp này có ưu điểm thuận lợi là: Công nghệ thi công, nghiệm thu cơ bản theo TCVN 10186:2014 và các quy định hiện có; có điều chỉnh, bổ sung một số nội dung cho phù hợp; vật liệu có sẵn thi công nhanh, thuận lợi.

Khó khăn, hạn chế của phương án này: Cần có thời gian chờ cát gia cố xi măng hình thành cường độ trước khi thi công các hạng mục tiếp theo. Để bảo đảm cho lớp kết cấu cát gia cố xi măng duy trì được tính toàn khối và bền vững lâu dài, phải tránh sử dụng trên các đoạn nền đất yếu xử lý lún chưa triệt để ❑

(Còn nữa)

Cách nào gỡ "tắc" đường vào cảng biển TP. Hồ Chí Minh?

MỸ LỆ

Cảng biển là đầu mối quan trọng trong chuỗi logistics, có vai trò quyết định trong việc nâng cao hiệu quả của cả quy trình này. Mục tiêu của dịch vụ cảng biển logistics chính là tập trung xây dựng các hệ thống dịch vụ khai thác cảng nhằm phát triển kinh tế, thế nhưng hiện nay TP. Hồ Chí Minh lại đang đối mặt với sự quá tải hệ thống giao thông kết nối vào cảng. Chính vì vậy, một số cảng biển có tiềm năng và lợi thế nhưng không thể khai thác tối ưu hiệu quả và mất ưu thế cạnh tranh hơn so với các cảng đối thủ khác trong khu vực.

VỐN VẪN "TẮC" TRÊN ĐƯỜNG ĐẾN CẢNG

Từ ngày 01/4/2022, TP. Hồ Chí Minh đã tổ chức thu phí hạ tầng cảng biển. Mỗi ngày, hệ thống này thu vào khoảng 7,7 tỷ đồng và tính đến nay tổng số tiền thu được khoảng 3.000 tỷ đồng. Việc tổ chức thu phí hạ tầng cảng biển ngay từ đầu được xác định là để đầu tư các tuyến đường vào cảng biển hiện đang ùn tắc. Thế nhưng, việc triển khai đầu tư cho hệ thống giao thông vào các cảng vẫn gặp khó. Theo ông Bùi Hòa An - Phó Giám đốc Sở GTVT TP. Hồ Chí Minh thông tin, việc đầu tư các đường vào cảng không phải muốn là làm được ngay mà phải giải ngân theo tiến độ, sắp xếp chủ trương đầu tư, ưu tiên thế nào. Số tiền phí thu được đảm bảo không ngoài mục tiêu đầu tư vào hạ tầng cảng biển. Tuy nhiên, hiện nay Thành phố mới thu được 3.000 tỷ đồng và mục tiêu đặt ra trong 5 năm tới là 15.000 tỷ đồng, con số này cũng chỉ mới đáp ứng 14 - 16% nhu cầu hiện hữu.

Theo ông An, tổng nhu cầu vốn đến năm 2025 cần tới 103.347 tỷ đồng và nguồn thu từ phí hạ tầng cảng biển chỉ bù đắp một phần so với tổng nhu cầu vốn để tập trung hoàn thiện các tuyến đường vào cảng biển. Hiện nay, có 14 dự án hạ tầng cảng biển chuẩn bị đầu tư, cụ thể là đường Nguyễn Thị Định mở rộng 8 làn xe đoạn từ Mỹ Thủy đến phà Cát Lái, kinh phí hơn 1.100 tỷ đồng. Dự án hoàn chỉnh vòng xoay Mỹ Thủy với các hạng mục còn lại như cầu vượt cho xe rẽ trái theo hướng từ cảng Cát Lái về cầu Phú Mỹ; xây cầu Kỳ Hà 4... Đường Nguyễn Duy Trinh đoạn từ Vành đai 2 đến cảng Phú Hữu cũng được mở rộng lên 30 m, vốn đầu tư hơn 800 tỷ đồng. Đồng thời, Thành

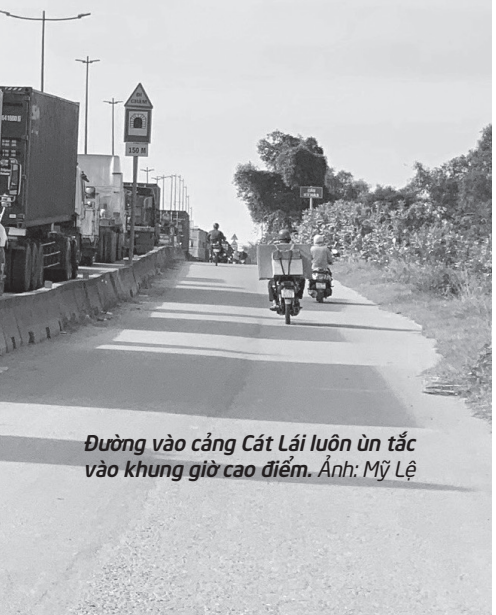
phố cũng xây thêm tuyến đường mới từ cảng Cát Lái đến Phú Hữu, dài 1,6 km, rộng 30 m, tổng mức đầu tư gần 950 tỷ đồng... và một số dự án khác.

Trước mắt, từ nay đến năm 2025, Thành phố sẽ ưu tiên vốn đầu tư hai đoạn Vành đai 2 qua TP. Thủ Đức, gồm đoạn từ cầu Phú Hữu đến Xa lộ Hà Nội (dài 3,5 km) và từ Xa lộ Hà Nội đến đường Phạm Văn Đồng (dài 2,8 km) với tổng kinh phí hơn 17.000 tỷ đồng. Các dự án này khi hoàn thành sẽ tạo trục mới nối các cụm cảng Cát Lái, Phú Hữu, Trường Thọ. Ngoài tăng năng lực khai thác hàng hóa cho các cảng, trục đường này giúp phân luồng, giảm ùn tắc cho nội đô. Bên cạnh đó, trong nhóm 14 dự án hạ tầng cảng biển đang có kế hoạch đầu tư, Thành phố ưu tiên đầu tư thêm 2 dự án gồm: nâng tĩnh không cầu Bình Triệu 1 trên QL.13 và nâng tĩnh không cầu Bình Phước 1 trên QL.1.

ƯU TIÊN KẾT NỐI HỆ THỐNG ĐƯỜNG CAO TỐC

Trước đó, Sở GTVT TP. Hồ Chí Minh đã có kiến nghị UBND Thành phố bổ sung quy hoạch tuyến đường nối khu vực cảng Cát Lái - Phú Hữu vào cao tốc TP. Hồ Chí Minh - Long Thành - Dầu Giây và đường Vành đai 3 TP. Hồ Chí Minh, đồng thời triển khai thực hiện đầu tư bằng nguồn vốn ngân sách.

Thời gian qua, Sở GTVT TP. Hồ Chí Minh đã chủ trì, phối hợp UBND TP. Thủ Đức, doanh nghiệp cảng dọc tuyến đường và các đơn vị tư vấn nghiên cứu, rà soát các đồ án quy hoạch liên quan, thông tin các dự án, công trình bị ảnh hưởng bởi tuyến đường liên cảng. Các đơn vị thống nhất phương án tuyến với điểm đầu là đường Nguyễn Thị Định, điểm cuối là nút giao đường Vành đai 3 và cao tốc TP. Hồ Chí Minh - Long Thành - Dầu Giây. Chiều dài tuyến khoảng 6 km, mặt cắt ngang rộng 60 m.



Đường vào cảng Cát Lái luôn ùn tắc vào khung giờ cao điểm. *Ảnh: Mỹ Lệ*

Hiện khu vực này có 3 tuyến đường đang và sẽ tổ chức thu phí theo hình thức hợp đồng BOT. Việc đầu tư xây dựng tuyến đường liên cảng Cát Lái - Phú Hữu theo hình thức BOT sẽ gặp nhiều khó khăn về tính khả thi thu phí hoàn vốn và dễ gặp phản ứng của các doanh nghiệp vận tải về việc "phí chồng phí".

Ngoài ra, Sở GTVT cũng kiến nghị UBND TP. Hồ Chí Minh giao Ủy ban TP. Thủ Đức chủ trì, phối hợp các sở, ngành liên quan khẩn trương tổ chức bổ sung quy hoạch tuyến đường liên cảng Cát Lái - Phú Hữu, điều chỉnh cục bộ các đồ án quy hoạch phân khu có liên quan và cập nhật vào quy hoạch chung của thành phố để làm cơ sở triển khai thực hiện các bước tiếp theo.

Các chuyên gia nhận định, cảng Cát Lái nằm trên sông Đồng Nai là cảng trọng điểm, quan trọng đối với xuất nhập khẩu hàng hóa của vùng kinh tế trọng điểm phía Nam nói chung và TP. Hồ Chí Minh nói riêng. Sản lượng hàng container của cảng này hiện chiếm khoảng 85% so với các cảng phía Nam và 50% so với các cảng trên cả nước. Nhưng trên thực tế, tình trạng giao thông ra vào khu vực cảng Cát Lái - Phú Hữu hiện rất khó khăn, thường xuyên xảy ra tình trạng ùn tắc .

Do đó, khi xây dựng tuyến đường liên cảng Cát Lái - Phú Hữu sẽ góp phần chia sẻ lưu lượng, giảm thiểu nguy cơ ùn tắc các tuyến đường Nguyễn Thị Định, Đồng Văn Cống, Nguyễn Duy Trinh…, đồng thời kết hợp điều chỉnh quy hoạch đô thị, quy hoạch sử dụng đất, bổ sung các khu vực dịch vụ logistics lân cận cụm cảng Cát Lái - Phú Hữu. Bên cạnh đó, hiện cảng Sài Gòn đang thực hiện việc quy hoạch di dời ra khu vực Cần Giờ, tương lai kết nối vào cao tốc Bến Lức - Long Thành sẽ giúp giải tỏa ùn tắc nội đô cho TP. Hồ Chí Minh.

Theo TS. Trần Du Lịch - chuyên gia kinh tế đánh giá, việc di dời cảng Sài Gòn và xây dựng cảng trung chuyển quốc tế Cần Giờ là phù hợp với chiến lược phát triển dịch vụ logistics và hình thành trung tâm tài chính quốc tế của TP. Hồ Chí Minh, đặc biệt là với kế hoạch di dời các cảng ra khỏi nội đô. Theo Nghị quyết 24 của Bộ Chính trị về phát triển Đông Nam bộ, Nghị quyết 31 của Bộ Chính trị (NQ-TW 30/12/2022), Nghị quyết 12 của Thành ủy TP. Hồ Chí Minh và Nghị quyết 81 của Quốc hội về Quy hoạch tổng thể quốc gia đã có chấp thuận cho phép đầu tư xây dựng Cảng trung chuyển quốc tế Cần Giờ. Theo Quyết định số 1579/QĐ-TTg, TP. Hồ Chí Minh sẽ nghiên cứu đầu tư cảng nước sâu phục vụ công tác di dời các cảng khu vực Quận 7 và cảng trung chuyển hàng container, cảng tàu khách quốc tế.

Đây là dự án quyết định đến sự phát triển của cảng Sài Gòn sau khi thực hiện di dời toàn bộ khu cảng Nhà Rồng Khánh Hội và Tân Thuận. Ông Nguyễn Lê Chơn Tâm - Tổng Giám đốc Cảng Sài Gòn chia sẻ: "Cảng Sài Gòn kiến nghị việc di dời Cảng Tân Thuận được thực hiện đồng bộ với việc triển khai dự án đầu tư xây dựng cảng trung chuyển quốc tế tại Cần Giờ. Đơn vị sẽ hoàn tất di dời cảng Tân Thuận cùng thời điểm với việc triển khai cảng trung chuyển quốc tế tại Cần Giờ. Đồng thời, chúng tôi đang xây dựng đề xuất phát triển tại khu vực cảng Tân Thuận theo quy hoạch của TP. Hồ Chí Minh và Quận 7, góp phần vào sự phát triển của Thành phố".

Như vậy, trong tương lai, hệ thống cảng tại khu vực phía Đông và phía Tây sẽ có sự dịch chuyển, kéo theo việc đầu tư đồng bộ hệ thống giao thông ra vào các cảng mới được "giải tỏa". Các doanh nghiệp vận tải vẫn phải chia sẻ với các tuyến đường hiện hữu đang "ùn tắc" từng ngày, do đó cần đẩy nhanh, sắp xếp nguồn vốn ưu tiên cho các dự án kết nối ra vào cảng ❑

Thế giới quy định nghiêm ngặt sát hạch, cấp GPLX

Chất lượng đào tạo, sát hạch cấp giấy phép lái xe (GPLX) là một khâu quan trọng trong công tác đảm bảo trật tự ATGT, được Chính phủ, Ủy ban ATGT Quốc gia, Bộ GTVT đặc biệt quan tâm và chỉ đạo. Để từng bước nâng cao chất lượng công tác này, chúng ta tham khảo kinh nghiệm về quy định độ tuổi, quy trình, thời gian, trình tự đào tạo, sát hạch và cấp GPLX ở một số nước làm cơ sở để chúng ta học hỏi nhằm nâng cao chất lượng công tác đào tào, sát hạch cấp GPLX.

ANH: ĐỦ 17 TUỔI MỚI ĐƯỢC THAM GIA HỌC LÁI Ô TÔ

Công dân ở Anh muốn có được GPLX phải đủ từ 17 tuổi trở lên để có thể bắt đầu tham gia khóa học lái ô tô. Thí sinh dự thi sẽ phải trải qua các bài kiểm tra về lý thuyết lái xe, bài thi trắc nghiệm và đánh giá rủi ro trên đường và bài kiểm tra lái xe thực tế. Thi lý thuyết là bắt buộc và chứng chỉ này có thời hạn 2 năm trong thời gian bạn thi thực hành. Khi đã đỗ thực hành, các lái xe được cấp bằng chính thức. Chính vì những quy định gắt gao này nên tỷ lệ đỗ sát hạch tại Anh hiện tại chỉ ở mức 47%. Mới đây, tại kỳ thi sát hạch lái xe còn được bổ sung thêm bài lùi xe ra khỏi chỗ đỗ dọc và khả năng sử dụng bản đồ ảo.

Để nâng cao hiệu quả học lái xe, các học viên thường tìm một người dạy lái xe chuyên nghiệp để có thể thoải mái, yên tâm học lái trong quãng thời gian tối thiểu 45h.

Danh sách giáo viên dạy lái xe đủ tiêu chuẩn, có giấy phép hành nghề được niêm yết công khai trên cổng thông tin của chính phủ (DVSA). Chi phí dạy kèm khoảng 20 - 25 bảng Anh mỗi giờ. Nếu học viên nhờ người thân, bạn bè hướng dẫn, pháp luật Anh quy định người hướng dẫn phải trên 21 tuổi và đã có bằng lái ít nhất 3 năm.

NHẬT BẢN: NGƯỜI HỌC TRẢI NGHIỆM TẤT CẢ TÌNH HUỐNG THỰC TẾ TRÊN ĐƯỜNG

Đất nước mặt trời mọc vốn nổi tiếng là quốc gia của kỷ luật nghiêm minh khi bạn muốn được cấp bằng lái xe tại đây. Vì vậy, tỷ lệ đỗ sát hạch lần đầu tại Nhật Bản chiếm chưa tới 35% và mặc dù chỉ là một khóa đào tạo song sẽ cho người học trải nghiệm không khác gì tình huống thực tế trên đường. Các lái xe luôn luôn phải duy trì vận tốc tối đa khoảng 30,6 km/h hoặc thấp hơn và sẽ bị đánh trượt ngay lập tức nếu lái xe lên vỉa ba-toa, không dừng trước đèn tín hiệu giao thông, các đoạn giao nhau hoặc không kiểm tra các tình huống giao thông sắp tới.

Bên cạnh đó, người thi sẽ bị đánh trượt nếu không duy trì khoảng cách theo đúng quy định khi lái xe ở làn bên trái hoặc khi xe gặp phải các chướng ngại vật như chó, mèo hay trẻ em trên đường. Đối với phần lý thuyết, các học viên sẽ được học lý thuyết trong vòng 3 buổi và 4 tiếng mỗi buổi với bài thi thử từ 150 câu. Tuy nhiên, thông thường, với phần thi lý thuyết bạn cần phải tự học vì thời gian trên lớp khá ngắn, giáo viên không thể truyền tải hết những nội dung. Bài thi lý thuyết sẽ có tất cả 50 câu và nếu đúng từ 45 câu trở lên là đạt.

Phần thi thực hành sẽ có tất cả 6 đường thi và vào ngày thi thí sinh sẽ được thông báo mình được thi ở đường nào. Ở đường thi chính thức, người dự thi sẽ phải trải qua những tình huống giao thông thường có trên đường phố và phải thực hiện đúng theo các luật lệ giao thông ở Nhật Bản. Cần chú ý việc quan sát biển báo, giữ tốc độ đúng theo quy định, xi nhan khi rẽ và xử lý nhiều tình huống khác. Trước khi tham dự thi thực hành, thí sinh sẽ có 100 điểm tối đa và ở mỗi lỗi sẽ bị trừ điểm tương ứng. Nếu sau khi hoàn thành đường chạy và phần thi còn 70 điểm là được xét duyệt đỗ nhưng nếu dưới 70 điểm sẽ phải thi lại.

ĐỨC: NGƯỜI HỌC PHẢI XỬ LÝ NHIỀU TÌNH HUỐNG NHANH VÀ CHÍNH XÁC

Sau khi vượt qua kỳ thi sát hạch và lấy được bằng lái xe, người dân nước này còn phải trải qua tiếp 2 năm thử thách. Trong khoảng thời gian này, nếu vi phạm luật giao thông mà không gây thiệt hại về người hay tài sản, họ sẽ phải tham gia các buổi tuyên truyền về Luật Giao thông đường bộ. Nếu nghiêm trọng hơn, họ có thể bị tước bằng lái vĩnh viễn. Đối với phần thi thực hành, không ít học viên phải "sởn gai ốc" bởi độ phức tạp khi phải lái xe ngoài đường thực tế với rất nhiều tình huống phải xử lý nhanh và chính xác.

PHÁP: PHẢI TÍCH LŨY ĐỦ 3.000 KM MỚI ĐƯỢC CẤP GPLX

Chính phủ Pháp quy định, để có thể tham gia học lấy được GPLX thì người học phải đủ 16 tuổi mới được đăng ký học tại trường đào tạo lái xe và hoàn thành đủ 20 giờ thực hành trước khi thi lý thuyết. Sau đó, các thí sinh đỗ kỳ thi sát hạch sẽ được cấp bằng lái xe thời hạn 3 năm, có sự giám sát của người lớn. Bài thi thực hành chỉ được tiến hành khi thí sinh từ 18 tuổi trở lên và đã lái được 3.000 km với sự giám sát của người trưởng thành. Bên cạnh đó, tốc độ tối đa cho phép là 109 km/h trên đường cao tốc.

AUSTRALIA: TRƯỚC KHI ĐƯỢC CẤP GPLX CHÍNH THỨC THÌ PHẢI CÓ NĂM THỬ THÁCH

Đầu tiên là giấy phép cho người học đủ 16 tuổi trở lên, tiếp đến là giấy phép giới hạn ở một số nội dung, sau đó là bằng lái xe tập sự. Bằng này có hiệu lực khoảng 2 năm trước khi thí sinh tham dự kỳ thi sát hạch chính thức. Các tay lái mới phải ghi lại số giờ học đã tham gia cùng người hướng dẫn để bảo đảm đã đạt đủ số giờ quy định. Song điều đó không có nghĩa bạn đã đủ điều kiện lái xe an toàn bởi trên thực tế số vụ TNGT tại Úc vẫn tăng cao ❑

HOÀNG LINH *(dịch và tổng hợp)*

CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ TRONG HẦM ĐƯỜNG BỘ Ở VIỆT NAM: Những vấn đề cần lưu ý

NGUYÊN TÀI

Hầm đường bộ là một trong những hạng mục quan trọng trong hệ thống giao thông đường bộ. Bên cạnh các lợi ích về giao thông - kinh tế - môi trường, hầm đường bộ lại là điểm tập trung cao nồng độ khí thải của phương tiện, là nơi có thể gây phơi nhiễm cấp tính do khí thải.

CẦN CÓ QUY ĐỊNH RIÊNG VỀ CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ TRONG HẦM GIAO THÔNG ĐƯỜNG BỘ

Bên cạnh các lợi ích về giao thông, hầm đường bộ lại là điểm tập trung cao nồng độ khí thải của các phương tiện vận tải, là nơi có thể gây phơi nhiễm cấp tính do khí thải đối với người tham gia giao thông thường xuyên qua hầm; người làm việc trực tiếp trong hầm (lực lượng bảo trì, bảo dưỡng, vệ sinh...); cư dân địa phương xung quanh hầm. Ở các nước phát triển, ngoài các tiêu chuẩn quốc gia quy định về chất lượng môi trường không khí xung quanh còn có tiêu chuẩn quy định ngưỡng giới hạn một số chất độc hại có trong không khí hầm đường bộ nhằm đảm bảo việc khai thác được an toàn.

Tại Việt Nam, hiện có hai Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia QCVN 05:2013/BTNMT và QCVN 06:2009/BTNMT quy định nồng độ tối đa cho phép của một số chất độc hại trong không khí xung quanh cho tất cả các hoạt động. Như vậy, nếu theo quy định thì chất lượng không khí trong hầm đường bộ hiện nay đều phải tuân thủ các ngưỡng giới hạn của hai quy chuẩn trên. Tuy nhiên, trong thực tế, theo TS. Ngô Quang Dự - Trường Đại học GTVT, quá trình thiết kế hầm (thiết kế hệ thông gió hầm) hiện thường áp dụng song song Tiêu chuẩn TCVN 4527:1998 - Hầm đường sắt và hầm đường ô tô - Tiêu chuẩn thiết kế của Việt Nam và các tiêu chuẩn thiết kế hầm khác của các nước phát triển trên thế giới (Nhật, Nauy, Mỹ...) với nồng độ CO được sử dụng để tính toán là 100 ppm (thiết kế hầm Hải Vân, hầm Đèo Cả). Có thể thấy, nếu lưu lượng xe qua hầm và hệ thống thông gió của hầm hoạt động đảm bảo công suất thiết kế thì nồng độ của CO trong hầm ở ngưỡng 100 ppm (115.000 µg/m^3), vượt ngưỡng trung bình 1h của Quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT khoảng 3,8 lần.

ĐỀ XUẤT TIÊU CHUẨN CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ TRONG HẦM

Quy định ở các nước là khác nhau, nhưng về cơ bản quy định nồng độ CO trong hầm đều cao hơn rất nhiều so với quy định đối với môi trường xung quanh. Đặc biệt, đối với chỉ dẫn của Hiệp hội Đường bộ thế giới (PIARC) về nồng độ CO trong hầm ở tốc độ chạy xe từ 50 - 100 km/h là rất phù hợp với điều kiện giao thông trong hầm của Việt Nam.

Như vậy, nếu áp dụng các quy định hiện hành của Việt Nam thì giới hạn nồng độ CO trong hầm sẽ rất thấp, điều này đòi hỏi hệ thống thông gió trong hầm phải được thiết kế để đảm bảo lượng khí sạch được cấp vào hầm đủ để pha loãng khí thải ngay cả trong trường hợp xảy ra ùn tắc, do đó chi phí đầu tư hệ thống thông gió và chi phí vận hành sẽ rất lớn.

Nếu so sánh ngưỡng nồng độ CO theo quy định hiện hành của Việt Nam cho hầm đường bộ với các nước phát triển và các nước trong khu vực thì các quy định này quá thấp và sẽ gây khó khăn cho việc vận hành hầm đường bộ trong tương lai (lưu lượng xe ngày càng tăng thì nồng độ CO sẽ ngày càng tăng theo). Từ việc so sánh quy định của các nước, phân tích các quy định hiện hành của Việt Nam và kết quả quan trắc nồng độ CO trong hầm, TS. Ngô Quang Dự và nhóm nghiên cứu đề xuất ngưỡng giá trị giới hạn của CO trong hầm đường bộ: Trung bình trong khoảng thời gian 1h: 80.500 µg/m^3 hoặc 70 ppm.

Trong hầm đường bộ, do nồng độ khí thải tập trung lớn và để phòng cho các trường hợp xảy ra sự cố như ùn tắc, cháy nổ vẫn cần thiết phải quy định về nồng độ giới hạn SO_2 trong hầm. Tham khảo các tiêu chuẩn quy định về SO_2 trong hầm đường bộ thì quy định của Australia là phù hợp hơn cả (Hồng Kông chỉ quy định cho ngưỡng thời gian 5 phút, hiện nay các phương pháp quan trắc không khí tại Việt Nam chưa có quy định cho khoảng thời gian 5 phút). Từ các vấn đề như vậy, ngưỡng giá trị giới hạn của SO_2 trong hầm đường bộ được đề xuất: Trung bình trong khoảng thời gian 1h: 500 µg/m^3.

Đối với PM10, ở Việt Nam, các quy định về ngưỡng nồng độ tiếp xúc với PM10 được quy định như sau: QCVN 05:2013/BTNMT (trung bình 24h lớn nhất là 150 µg/m^3 và trung bình năm lớn nhất là 50 µg/m3), trong khí đó Tiêu chuẩn thiết kế hầm TCVN 4527-1988 và Quyết định 3733/2002/BYT thì không quy định chỉ tiêu này. Đối tượng có nguy cơ phơi nhiễm bụi PM trong hầm chính là lực lượng bảo trì, vệ sinh hầm (người tham gia giao thông chịu tác động rất nhỏ do thời gian lưu thông qua hầm rất ngắn, hiện nay qua hầm Hải Vân mất khoảng 10 phút). Theo quy trình bảo trì hầm, mỗi ca làm việc trong hầm kéo dài trong 2 giờ, ngày làm việc 2 ca, tức là 4 giờ. Trên cơ sở đó, ngưỡng giá trị giới hạn của PM10 trong hầm đường bộ được đề xuất: Trung bình trong khoảng thời gian 4 giờ: 900 µg/m^3.

Như vậy, các thông số đặc trưng về không khí trong hầm đường bộ là: bụi lơ lửng, bụi PM10, bụi PM2,5, bụi chì, SO_2, NO_2, CO, O_3, benzen, toluen, xylen, tổng HC, acealdehyt, naphtalen.

Đề xuất tiêu chuẩn về không khí trong hầm cho 4 thông số chính như sau: CO - Trung bình trong khoảng thời gian 1 giờ: 80.500 µg/m^3 hoặc 70 ppm; NO_2 - Trung bình trong khoảng thời gian 1 giờ: 752 µg/m^3 hoặc 0,4 ppm; SO_2 - Trung bình trong khoảng thời gian 1 giờ: 500 µg/m^3 và PM10 - Trung bình trong khoảng thời gian 4 giờ: 900 µg/m^3 ❑

Danh sách Công ước và Bộ luật của IMO sửa đổi năm 2023, dự kiến có hiệu lực trong những năm tới

BỘ LUẬT IMSBC ĐƯỢC MSC 105 THÔNG QUA VÀ CÓ HIỆU LỰC NGÀY 01/12/2023

Bộ luật quốc tế về vận chuyển hàng rời dạng rắn (IMSBC) đưa vào các định nghĩa mới (bao gồm một định nghĩa cập nhật về hàng hóa nhóm A), các tham chiếu và yêu cầu đối với những hàng hóa có thể phải trải qua quá trình phân tách động. Mục 7 sẽ được sửa đổi để bổ sung các loại hàng hóa có thể bị hóa lỏng hoặc trải qua quá trình phân tách động. Phần này nhằm mục đích thu hút sự chú ý đến các rủi ro đi kèm với sự hóa lỏng hoặc phân tách động và các biện pháp phòng ngừa để giảm thiểu rủi ro này. Quy định này được đưa ra sau một nghiên cứu của Nhóm Công tác về Bauxite Toàn cầu, qua đó đã chỉ ra một hiện tượng mới ảnh hưởng đến một số hàng bauxite, được gọi là sự phân tách động, hiện tượng này có thể gây ra sự mất ổn định hàng hóa và của tàu. Các sửa đổi khác của Bộ luật IMSBC liên quan đến các cập nhật đối với lịch trình riêng và các lịch trình riêng mới. Các chính phủ ký kết Công ước SOLAS được mời áp dụng chúng từ ngày 01/01/2023 trên cơ sở tự nguyện.

SOLAS HỒ SƠ CỦA THIẾT BỊ, FSS CODE, IGF CODE, LSA CODE ĐƯỢC MSC 101 THÔNG QUA VÀ CÓ HIỆU LỰC NGÀY 01/01/2024

Các sửa đổi phụ chương của Phụ lục SOLAS 1974 liên quan đến việc bổ sung chú thích cuối trang vào mẫu C, E và P trong hồ sơ thiết bị.

Các sửa đổi Chương 15 của Bộ luật Quốc tế về Hệ thống an toàn phòng cháy chữa cháy (Bộ luật FSS), liên quan đến hệ thống khí trơ.

Sửa đổi các phần A và A-1 của Bộ luật Quốc tế về An toàn đối với tàu sử dụng khí đốt hoặc nhiên liệu có điểm bắt lửa thấp khác (Bộ luật IGF), bao gồm những phần liên quan đến quy định về giới hạn chứa hàng đối với két nhiên liệu khí hóa lỏng, các quy định về phân phối nhiên liệu bên ngoài không gian buồng máy, quy định đối với động cơ đốt trong kiểu piston và phòng cháy chữa cháy đối với khoang chứa nhiên liệu và các sửa đổi liên quan đến việc bảo vệ nguồn cung cấp nhiên liệu cho các bồn chứa nhiên liệu khí hóa lỏng, nhằm ngăn ngừa các vụ nổ.

Các sửa đổi các chương IV và VI của Bộ luật Quốc tế về Thiết bị cứu sinh (LSA Code) liên quan đến các yêu cầu chung đối với xuồng cứu sinh và các thiết bị hạ xuồng và lên xuồng.

CÔNG ƯỚC FAL SỬA ĐỔI DO FAL 46 THÔNG QUA VÀ CÓ HIỆU LỰC NGÀY 01/01/2024

Các sửa đổi đối với Công ước tạo điều kiện thuận lợi trong giao thông đường biển (FAL) sẽ khiến cơ chế trao đổi dữ liệu một cửa trở thành bắt buộc tại các cảng trên toàn thế giới, đánh dấu một bước quan trọng trong việc tăng tốc số hóa trong vận tải biển.

Các sửa đổi khác được thông qua bao gồm các bài học rút ra từ đại dịch Covid-19 và bổ sung các thực tiễn mới và các thực tiễn được khuyến nghị được sửa đổi để ngăn chặn tham nhũng và các hoạt động bất hợp pháp trong lĩnh vực hàng hải.

Cơ chế một cửa bắt buộc - Bản sửa đổi cập nhật các điều khoản của Công ước FAL về trao đổi dữ liệu điện tử bắt buộc tại cảng để thông quan tàu. Các sửa đổi đối với Phụ lục của Công ước sẽ buộc các cơ quan công quyền phải thiết lập, duy trì và sử dụng các hệ thống một cửa (SW) để trao đổi điện tử các thông tin cần thiết khi tàu đến, ở và rời cảng. Ngoài ra, các cơ quan công quyền sẽ phải kết hợp hoặc điều phối việc truyền dữ liệu điện tử để đảm bảo rằng thông tin chỉ được gửi hoặc cung cấp một lần và được tái sử dụng ở mức tối đa có thể.

Các cơ quan công quyền cũng được yêu cầu phải xác định công nhân cảng và thuyền viên là lao động chủ chốt (hoặc tương đương), bất kể quốc tịch hoặc quốc tịch tàu của họ khi ở trong lãnh thổ của mình. Các thực tiễn tốt được khuyến nghị nhằm mục đích ngăn chặn các trở ngại đối với việc hồi hương, thay người và đi lại của thuyền viên, đồng thời khuyến khích phổ biến thông tin về các vấn đề sức khỏe cộng đồng và các biện pháp bảo vệ dự kiến của các nhà khai thác tàu.

Giải quyết vấn đề tham nhũng trong ngành Hàng hải - các bản cập nhật của Công ước FAL áp dụng một cách tiếp cận có hệ thống để giải quyết vấn đề tham nhũng đi liền với việc giao tiếp giữa tàu và bờ tại các cảng. Các chính phủ ký kết hiện được yêu cầu khuyến khích các cơ quan công quyền đánh giá các rủi ro về tham nhũng và giải quyết chúng bằng cách xây dựng và thực hiện các biện pháp phòng ngừa nhằm tăng cường tính liêm chính, minh bạch và trách nhiệm giải trình. Các cơ quan công quyền được yêu cầu phải phối hợp các nỗ lực để phát hiện, điều tra và xử phạt tham nhũng liên quan đến việc các tàu ghé cảng, bao gồm cả thông qua hợp tác quốc gia và quốc tế.

Cập nhật các định nghĩa - các sửa đổi mang lại các định nghĩa được cập nhật và các quy định chung cho các thuật ngữ khác nhau được sử dụng trong Công ước, thiết lập các thuật ngữ đã được thống nhất. Điều này có nghĩa là tất cả các bên liên quan, dù là tại cảng, ở trên tàu hay một bên thứ ba (chẳng hạn như cơ quan công quyền...) giờ đây sẽ có sự đồng thuận rõ ràng về nghĩa của các thuật ngữ như "thời gian tàu đến thực tế", "thời gian dự kiến tàu đến", "xác thực"... ❑

PV

Doanh số bết bát, ô tô ngóng giảm phí trước bạ để kích cầu

Các doanh nghiệp ô tô vẫn đang mòn mỏi đợi chờ quyết định hỗ trợ lệ phí trước bạ

AN NHI

Để vượt qua chặng đường gian nan năm 2023, bên cạnh những nỗ lực tự thân, ngành công nghiệp và thị trường ô tô Việt Nam vẫn phải trông đợi vào chính sách hỗ trợ từ Chính phủ như giảm 50% lệ phí trước bạ và giảm 2% thuế GTGT.

Theo đánh giá của các chuyên gia kinh tế, ngành ô tô trong nước hiện đã và đang thật sự "ngấm đòn" của đại dịch Covid-19 và sau đó là sức ép từ tình hình địa chính trị thế giới, nguy cơ suy thoái, lạm phát toàn cầu và trước mắt là sự ảnh hưởng gián tiếp nhưng nặng nề từ thị trường bất động sản hay chứng khoán. Ngay từ giai đoạn cuối năm 2022, sức mua ô tô đã bắt đầu cho thấy dấu hiệu suy giảm. Doanh nghiệp khó khăn, nhu cầu mua sắm phương tiện của người dân cũng không còn nhiều.

Trong khi đó, sự bùng nổ của thị trường năm 2022 dẫn tới tổng dung lượng lần đầu tiên trong lịch sử vượt mốc 500.000 xe đã khiến không ít doanh nghiệp ô tô "việt vị" khi lên kế hoạch sản xuất, kinh doanh cho năm 2023. Lượng đơn hàng nhập khẩu và xe xuất xưởng tại các nhà máy lắp ráp trong nước đầu năm ở mức cao trong khi sức mua suy giảm đã khiến tình trạng tồn kho trở nên trầm trọng.

Thống kê của Hiệp hội Các nhà sản xuất ô tô Việt Nam (VAMA) và hai

doanh nghiệp lớn không thuộc khối này là VinFast và Hyundai Thành Công cho thấy, tổng sức mua ô tô trên toàn thị trường tháng 01/2023 chỉ đạt 21.186 chiếc, sụt giảm đến 56,9% so với tháng liền kề trước đó và giảm 47,4% so với cùng kỳ 2022. Tuyệt đại đa số các hãng xe đều bị sụt giảm quá nửa doanh số khi so sánh với cả tháng liền trước lẫn cùng kỳ. Sức mua lao dốc trong khi nguồn cung ra thị trường lớn đã đẩy các doanh nghiệp vào tình trạng tồn kho lớn. Theo thống kê, tại thời điểm tháng 02/2023, tổng lượng ô tô tồn kho đã lên đến gần 40.000 chiếc.

Đối mặt với những khó khăn chồng chất, ngay từ cuối tháng 02/2023, VAMA cùng Hiệp hội Doanh nghiệp Cơ khí Việt Nam và UBND tỉnh Quảng Nam đã có văn bản kiến nghị Chính phủ tiếp tục áp dụng chính sách hỗ trợ 50% lệ phí trước bạ đối với ô tô sản xuất, lắp ráp trong nước (CKD). Nếu chính sách này được áp dụng, đây sẽ là lần thứ 3 mặt hàng ô tô CKD nhận được sự hỗ trợ từ chính sách vĩ mô. Hai lần trước được áp dụng trong giai đoạn từ 28/6/2020 đến hết ngày 31/12/2020 theo quy định tại Nghị định số 20/2019/NĐ-CP ngày 21/02/2019 về lệ phí trước bạ; giai đoạn thứ 2 áp dụng từ ngày 01/12/2021 đến hết ngày 31/5/2022. Sau đó, nhóm các doanh nghiệp ô tô nhập khẩu chính hãng cũng có văn bản kiến nghị áp dụng đồng thời chính sách hỗ trợ lệ phí trước bạ đối với xe nhập khẩu (CBU) nhằm tạo sự công bằng và không vi phạm các quy tắc đối xử tại các hiệp định thương mại (FTA) mà Việt Nam là thành viên.

Tuy nhiên, Bộ Tài chính sau đó có ý kiến về việc không nên tiếp tục áp dụng chính sách hỗ trợ 50% lệ phí trước bạ đối với mặt hàng ô tô. Theo quan điểm của Bộ Tài chính, nền kinh tế vĩ mô hiện nay đang cơ bản ổn định, lạm phát được kiểm soát, các cân đối lớn của nền kinh tế được đảm bảo. Các ngành, lĩnh vực chủ yếu của nền kinh tế tiếp tục có xu hướng phục hồi, ổn định và phát triển, đồng thời dịch Covid-19 cũng đã được kiểm soát.

Khi khả năng nhận được sự hỗ trợ từ chính sách vĩ mô không cao, các doanh nghiệp ô tô buộc phải "rút ruột" để lao vào cuộc đua kích cầu. Hầu hết các hãng xe đều áp dụng chung hình thức hỗ trợ 50 - 100% lệ phí trước bạ dành cho khách hàng mua xe. Chính nhờ những động thái này mà lượng ô tô tiêu thụ trên toàn thị trường đã có hai tháng liên tiếp hồi phục. Dù vậy, đại diện một số hãng xe lớn cho rằng, khả năng áp dụng các đợt kích cầu của tự thân doanh nghiệp sẽ là không dài và điều đó chỉ giúp thị trường tạm thời chống đỡ khó khăn. Bởi trên thực tế, việc hỗ trợ 50 - 100% lệ phí trước bạ có thể xem như giảm giá 6 - 12% trên giá xe, đây là khoản tài chính rất lớn đối với doanh nghiệp, nhất là những hãng xe quy mô nhỏ và chưa có đủ tích lũy.

Vì vậy, giải pháp căn cơ để ngành ô tô trong nước vượt qua khó khăn vẫn là chính sách hỗ trợ từ Chính phủ, cụ thể là giảm 50% lệ phí trước bạ. Bên cạnh đó, các doanh nghiệp cũng cần được giãn thời gian nộp thuế tiêu thụ đặc biệt và giảm 2% thuế giá trị gia tăng.

Tin vui là mới đây, tại cuộc họp thường kỳ Chính phủ tháng 4/2023, Thủ tướng Chính phủ Phạm Minh Chính đã yêu cầu Bộ Tài chính khẩn trương trình cơ quan có thẩm quyền phương án giảm 2% thuế VAT, đồng thời tính toán giảm lệ phí trước bạ đối với mặt hàng ô tô. Trước đó, Bộ Tài chính cũng đã có văn bản báo cáo Thủ tướng Chính phủ về việc thực hiện Nghị quyết số 31/NQ-CP ngày 07/3/2023 của Chính phủ, trong đó có tính đến cả phương án giảm lệ phí trước bạ đồng thời với cả ô tô CKD lẫn CBU. Dù được thực thi hay không thì cho đến khi quyết định được đưa ra, các doanh nghiệp ô tô vẫn phải mòn mỏi trông chờ ❑

VĂN HÓA GIAO THÔNG

Thói quen xếp hàng

"Không tắc đường không phải là thành phố" hay "Hà Nội không vội được đâu" không biết từ bao giờ đã trở thành câu cửa miệng, lời nói quen thuộc mỗi khi Hà Nội UTGT. Đó là câu nói phiếm, nói vui để xua bớt cái bực dọc khi phải chịu cảnh ùn ứ vào đầu giờ sáng hay giờ tan tầm. Ùn tắc xuất phát từ nhiều nguyên nhân như hạ tầng phát triển không theo kịp sự gia tăng của phương tiện, tổ chức giao thông không hợp lý, thi công đường điện, nước... Tuy nhiên, một nguyên nhân nữa nhất định phải kể đến chính là ý thức của người tham gia giao thông.

Nói không ngoa chứ trên thế giới chắc chỉ có ở Việt Nam mới có cảnh lưu thông theo kiểu "nước chảy chỗ trũng". Nghĩa là cứ ở đâu còn khoảng trống là phương tiện, nhất là xe máy bất chấp qui tắc giao thông, bất chấp sơn kẻ vạch đường cứ thế lèn vào, lấn lên phía trước. Thế là gây ùn tắc.

Đó là ở đường phố, còn trên cao tốc thì cũng không ít lộn xộn. Làn đường khẩn cấp chỉ dành cho xe ưu tiên hoặc xe gặp sự cố, nhưng nhiều lái xe đã "len lỏi" vào để đi nhanh hơn xe khác.

Ở đây, chúng ta chưa bàn đến văn hóa giao thông mà chỉ nói đến khía cạnh thói quen xếp hàng của không ít người tham gia giao thông còn rất yếu kém. Sự tùy tiện và thiếu ý thức của một bộ phận người điều khiển phương tiện đã làm cho bộ mặt giao thông đất nước trở nên xấu xí trong mắt bạn bè quốc tế.

Hình ảnh người dân Nhật Bản xếp hàng vào siêu thị nhận đồ cứu trợ sau thảm họa kép năm 2011 xảy ra vẫn luôn là bài học quý cho chúng ta. Trong mất mát và thiếu thốn, đoàn người vẫn xếp hàng rất trật tự để chờ đến lượt mình, đó chính là văn hóa, văn minh, là nét đẹp trong cộng đồng xã hội ❑

ĐÈN VÀNG

GIA LAI

"Mắt thần" ở làng, bản giúp kéo giảm TNGT

ĐẠI THẮNG

Sau 3 năm triển khai, mô hình "Ánh sáng, camera và tiếng kẻng an ninh" được nhân rộng khắp các thôn, làng huyện Chư Pưh (tỉnh Gia Lai). Không chỉ giúp ngăn ngừa, kéo giảm TNGT, giữ gìn an ninh trật tự, mô hình còn góp phần làm cho diện mạo thôn, bản thêm khang trang, yên bình.

Mô hình được nhân dân và các tổ chức đoàn thể hưởng ứng thực hiện

KÉO GIẢM TNGT, NGĂN CHẶN NẠN TRỘM CẮP, ĐUA XE TRÁI PHÉP

Có dịp đến các thôn, bản xã la Phang, xã la Blứ (huyện Chư Pưh, tỉnh Gia Lai), chúng tôi không khỏi ngỡ ngàng khi được đi trên những con đường bê tông khang trang, sạch sẽ. Đêm xuống, điện trên địa bàn sáng trưng. Phương tiện giao thông đi lại nền nếp, trật tự, tuyệt nhiên không có cảnh xe máy chạy nhanh, vượt ẩu. Có thời điểm xuất hiện xe công nông đi lại, người đi đường cũng chậm rãi nhường đường. Học sinh đi xe đạp từng hàng ngay ngắn vào ra ngõ, đến trường.

Thấy ánh mắt chúng tôi như muốn hỏi điều gì, ông Trần Hoàng - Chủ tịch UBND xã la Phang giọng sang sảng: "Từ ngày có mô hình "Ánh sáng, camera và tiếng kẻng an ninh", diện mạo làng quê, thôn bản thay đổi hẳn. Khung cảnh thôn, bản xã la Phang bây giờ như ở thị trấn. Điện sáng cả đêm, trộm cắp giảm hẳn, còn TNGT chưa xảy ra vụ nào gây chết người".

Ông Hoàng cho hay, năm 2020, xã la Phang bắt đầu thực hiện thí điểm mô hình "Ánh sáng, camera và tiếng kẻng an ninh" do Hội Cựu chiến binh huyện Chư Pưh phát động. Đến nay, tất cả 9/9 thôn của xã đã áp dụng mô hình này, với 18 tuyến/16 km/352 bóng đèn chiếu sáng/256 camera được lắp đặt dọc các tuyến đường thôn từ Hòa Thuận đến Hòa Sơn.

"Trước năm 2019, trung bình 1 năm, địa bàn xã la Phang có 4 - 5 người chết, 8 - 9 người bị thương vì TNGT; 10 - 11 vụ trộm cắp. Nhưng sau hơn 2 năm có mô hình, tình hình TNGT ở địa phương giảm trên cả 3 tiêu chí, số vụ TNGT, người chết và người bị thương đều giảm rõ rệt. Đặc biệt, trong năm 2022 và đầu năm 2023, trên địa bàn chưa có người chết vì TNGT, chỉ xảy ra những vụ TNGT va quyệt nhỏ", ông Hoàng phấn khởi.

Ông Lê Quang Vang - Chủ tịch UBND xã la Blứ cho biết, trước đây tình trạng bắt trộm chó là vấn đề "nóng" của địa phương. Không chỉ ban ngày mà vào cả ban đêm, các đối tượng bắt trộm chó trở thành nỗi bất an của người dân địa phương. Rồi đến tình trạng con em người đồng bào dân tộc thiểu số dàn hàng ngang đua xe, đánh võng, lạng lách trên các tuyến đường trong thôn, bản khiến phụ huynh hết sức lo lắng, chính quyền địa phương cũng rất trăn trở. Tuy nhiên, từ khi đường sá được thắp sáng xuyên đêm, hệ thống camera lắp đặt tại các nút giao thông, ngã ba, ngã tư thì tình trạng này không còn. TNGT được kiềm

kế, giảm mạnh, ngăn ngừa được các vụ TNGT nghiêm trọng xảy ra.

Theo ông Nguyễn Tuấn Hiệp - Trưởng phòng Kinh tế - Hạ tầng, Phó Trưởng ban Thường trực Ban ATGT huyện Chư Pưh, để góp phần đảm bảo trật tự ATGT, thời gian qua, trên địa bàn huyện đã thực hiện xây dựng và duy trì nhiều mô hình như: "Con đường tự quản", "Cổng trường xanh, sạnh, đẹp - an toàn", nhưng nổi trội và được nhân rộng nhất là mô hình "Ánh sáng, camera và tiếng kẻng an ninh". Sau gần 3 năm triển khai, đến nay mô hình "Ánh sáng, camera và tiếng kẻng an ninh" đạt kết quả tích cực, góp phần kéo giảm TNGT, đảm bảo an ninh trật tự trên địa bàn huyện nói chung và địa bàn các xã nói riêng. Đặc biệt, nhờ mô hình mà huyện Chư Pưh từ một địa phương có tỷ lệ số vụ TNGT nhiều nhất nhì tỉnh Gia Lai trong những năm trước, nay đã trở thành một trong những huyện có tình hình TNGT xảy ra thấp.

Mô hình "Ánh sáng, camera và tiếng kẻng an ninh" đang được nhân rộng trên địa bàn huyện Chư Pưh, tỉnh Gia Lai

NHÂN RỘNG MÔ HÌNH, GÓP SỨC ĐẢM BẢO TRẬT TỰ ATGT

Lý giải vì sao mô hình "Ánh sáng, camera và tiếng kẻng an ninh" mang lại hiệu quả, ông Hiệp cho rằng do mô hình có đề án được xây dựng bài bản, với con người cụ thể, phân công nhiệm vụ rõ ràng, tổ chức triển khai nghiêm túc, khoa học và thực hiện đầy tinh thần trách nhiệm. Minh chứng cho điều đó là mô hình ngày càng được nhân rộng, người dân đồng tình, hưởng ứng, tự nguyện đóng góp công sức, tiền của để lắp đặt, vận hành, bảo trì.

Cha đẻ mô hình "Ánh sáng, camera và tiếng kẻng an ninh", ông Chu Xuân Toàn - Chủ tịch Hội Cựu chiến binh huyện Chư Pưh cho hay: "Khi đời sống người dân nâng cao, phương tiện giao thông gia tăng, bên cạnh những mặt tích cực, cuộc sống sẽ nảy sinh những vấn đề về an ninh trật tự, trật tự ATGT, khiến người dân bất an, chính quyền lo lắng. Trước sự trăn trở ấy, năm 2019, tôi đã nghĩ ra mô hình "Ánh sáng và tiếng kẻng an ninh", sau hoàn thiện thành mô hình "Ánh sáng, camera và tiếng kẻng an ninh". Từ ngày triển khai thí điểm tại địa bàn thôn Tao Lẫh (xã Ia Ròng), đến nay đã có 37/74 thôn, bản trên địa bàn huyện Chư Pưh áp dụng mô hình, với hơn 3.000 bóng đèn, 700 camera, tổng kinh phí hơn 3 tỷ đồng. Sắp tới, mô hình sẽ tiếp tục được triển khai, nhân rộng đến các thôn, bản trên địa bàn và mục tiêu đến năm 2027 sẽ phủ sóng 100% thôn, làng huyện Chư Pưh.

"Ánh sáng để ta thấy rõ; camera giúp ta phân biệt kẻ gian, người ngay; tiếng kẻng huy động dân làng cùng chung sức, đồng lòng giúp đỡ nhau làm việc tốt hoặc loại bỏ cái xấu. Mô hình ra đời, nhân rộng với mong muốn giúp người dân chấp hành tốt các quy định pháp luật, định hướng ý nghĩ, hành động hướng đến những điều tích cực và cùng nhau chung sức xây dựng làng quê giàu đẹp, yên bình", ông Toàn bày tỏ.

Theo ông Đoàn Hữu Dũng - Giám đốc Sở GTVT, Phó Trưởng ban Thường trực Ban ATGT tỉnh Gia Lai, hiện nay ở Gia Lai, tình hình TNGT xảy ra ở địa bàn vùng đồng bào dân tộc thiểu số ở mức cao, số vụ TNGT liên quan đến con em, người dân đồng bào chiếm tỷ lệ không nhỏ. Vì thế, làm thế nào để ngăn ngừa, kéo giảm TNGT ở vùng đồng bào dân tộc thiểu số nói riêng và trên địa bàn tỉnh Gia Lai nói chung là vấn đề hết sức bức thiết, đầy trăn trở của cả hệ thống chính trị tỉnh Gia Lai.

"Thời gian qua, trên địa bàn tỉnh Gia Lai đã triển khai thực hiện nhiều giải pháp đảm bảo trật tự ATGT mang lại hiệu quả tích cực. Với mô hình "Ánh sáng, camera và tiếng kẻng an ninh" ngày càng được nhân rộng tại các thôn, bản huyện Chư Pưh, có thể xem là một cách làm hay nhằm kéo giảm TNGT, đảm bảo trật tự ATGT, an ninh trật tự. Từ những kết quả mang lại, Ban ATGT khuyến khích các địa phương trong toàn tỉnh Gia Lai nhân rộng, triển khai áp dụng phù hợp với các điều kiện đặc thù của mình", ông Dũng nhấn mạnh ❑

LÂM ĐỒNG

Tăng cường chỉ đạo, điều hành trật tự ATGT trên địa bàn tỉnh

Đẩy mạnh công tác tuyên truyền ATGT đến mọi tầng lớp nhân dân

Để đạt được mục tiêu đề ra trong năm 2023 là giảm cả 3 tiêu chí về TNGT, trong đó giảm ít nhất 5% số người chết so với năm 2022, từ đầu năm, cả hệ thống chính trị của tỉnh đã thực hiện tốt các chỉ đạo về công tác đảm bảo trật tự ATGT, coi đây không chỉ là nhiệm vụ của riêng ngành hay đơn vị nào mà là trách nhiệm chung của toàn xã hội.

TẬP TRUNG CHỈ ĐẠO NHỮNG NHIỆM VỤ TRỌNG TÂM

Từ đầu năm 2023, UBND tỉnh đã ban hành nhiều công điện về đảm bảo trật tự, ATGT trong các dịp lễ, tết như Tết Dương lịch, Tết Nguyên đán Quý Mão 2023; văn bản về việc tổ chức, phân công trực và báo cáo tình hình trong dịp Tết Nguyên đán; Văn bản số 1044/UBND-GT ngày 15/02/2023 về việc tăng cường công tác bảo đảm ATGT trên địa bàn tỉnh và thực hiện nghiêm các giải pháp bảo đảm ATGT tại các lối đi tự mở qua đường sắt và Quyết định số 258/QĐ-TTg (10/3/2020) của Thủ tướng Chính phủ; Văn bản số 1481/UBND-GT ngày 01/3/2023 về việc tiếp tục thực hiện các giải pháp để kiểm soát tải trọng phương tiện; Văn bản số1561/UBND-GT ngày 03/3/2023 về việc khẩn trương xử lý, khắc phục hậu quả vụ TNGT trên tuyến đèo Mimosa QL.20 thuộc địa phận TP. Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng; Văn bản số 1771/UBND-GT ngày 13/3/2023 về việc tiếp tục thực hiện các giải pháp để bảo đảm ATGT trên địa bàn tỉnh.

Theo đó, Ban ATGT tỉnh đã chỉ đạo Ban ATGT các huyện, thành phố phân công lịch trực, bảo đảm chế độ thông tin báo cáo về tình hình bảo đảm ATGT trên địa bàn tỉnh được đầy đủ, kịp thời. Đồng thời, Ban ATGT tỉnh thường xuyên đôn đốc Ban ATGT các huyện, thành phố triển khai kế hoạch bảo đảm ATGT trong dịp Tết Dương lịch, Tết Nguyên đán Quý Mão và lễ hội Xuân 2023 kịp thời, đầy đủ, phù hợp với điều kiện thực tiễn của từng địa phương. Ngoài ra, một số kế hoạch trọng tâm đã được ban hành như: Kế hoạch số 11/KH-BATGT ngày 16/01/2023 về Kế hoạch Năm An toàn giao thông 2023; Kế hoạch số13/KH-BATGT ngày 16/01/2023 về phát động phong trào thi đua bảo đảm trật tự ATGT năm 2023...

Để thực hiện các mục tiêu, nhiệm vụ đề ra, Sở GTVT tỉnh Lâm Đồng đã ban hành các văn bản chỉ đạo các phòng, ban, cơ quan trực thuộc nghiêm túc thực hiện công tác bảo đảm ATGT theo các lĩnh vực ngành phụ trách như: tuần tra, kiểm tra và đảm bảo trật tự trong dịp nghỉ lễ và lễ hội, xử lý các trường hợp vi phạm hành lang an toàn đường bộ chưa được khắc phục và các trường hợp phát sinh mới; theo dõi, khắc phục sạt lở, các hư hỏng của hạ tầng giao thông do ảnh hưởng của thời tiết, thiên tai; tăng cường công tác quản lý, bảo trì đường bộ; quản lý nhà nước về quản lý vận tải, phương tiện và người lái; công tác đăng kiểm tại địa phương; nâng cao chất lượng dịch vụ đào tạo, sát hạch lái xe; công tác tuyên truyền, phổ biến pháp luật về ATGT...

Lực lượng Công an tỉnh đã ban hành 13 kế hoạch, công văn chỉ đạo

công tác đảm bảo trật tự ATGT trên địa bàn tỉnh với nội dung trọng tâm là đẩy mạnh thực hiện cao điểm bảo đảm trật tự ATGT, trật tự xã hội năm 2023; kế hoạch chuyên đề tuần tra kiểm soát, xử lý vi phạm về nồng độ cồn, ma túy, chở hàng quá tải trọng, tăng cường đảm bảo trật tự ATGT trên QL.20... Các tổ chức đoàn thể, Ban ATGT huyện, thành phố là thành viên của Ban ATGT tỉnh ngay từ đầu năm đã có công văn chỉ đạo thực hiện từng chủ đề ATGT năm 2023 thuộc mỗi lĩnh vực trong năm Chủ đề "Thượng tôn pháp luật để xây dựng văn hóa giao thông an toàn".

Lực lượng chức năng phát áo phao cho người dân tham gia hoạt động vận tải đường thủy

ĐẨY MẠNH CÔNG TÁC TUYÊN TRUYỀN VÀ PHỐI HỢP TRONG ĐẢM BẢO ATGT

Để thực hiện hiệu quả công tác đảm bảo trật tự ATGT trên địa bàn, Ban ATGT tỉnh đã phối với Đài Phát thanh - Truyền hình tỉnh, các cơ quan thành viên của Ban, các tổ chức đoàn thể, Ban ATGT các huyện, thành phố đã tổ chức tuyên truyền chủ đề Năm An toàn giao thông 2023, trong đó trọng tâm là nội dung Luật Phòng, chống tác hại của rượu, bia; Nghị định số 100/2019/NĐ-CP ngày 30/12/2019 của Chính phủ quy định xử phạt vi phạm hành chính trong lĩnh vực giao thông đường bộ và đường sắt; tăng cường công tác thông tin, tuyên truyền, vận động người dân thực hiện các quy định của pháp luật về bảo đảm trật tự, ATGT, quy định "Đã uống rượu, bia không lái xe". Ngoài việc tuyên truyền trên các phương tiện thông tin đại chúng, công tác tuyên truyền còn được thực hiện hiệu quả trong cộng đồng dân cư, tại các trường học...

Bên cạnh đó, lực lượng CSGT toàn tỉnh đã phối hợp xây dựng 70 phóng sự, tin bài tuyên truyền; phát tin bài tuyên truyền trên mạng xã hội Zalo, các xe tuyên truyền lưu động; tuyên truyền trực tiếp cho 6.994 lượt người dân; phát 27.880 tờ rơi và treo 58 băng rôn; tổ chức cho 623 doanh nghiệp và 3.436 cá nhân, lái xe ô tô tải ký cam kết chấp hành nghiêm pháp luật ATGT, chở hàng hóa đúng tải trọng thiết kế của xe, không "cơi nới" thành thùng xe; tuyên truyền, vận động 165 nhà hàng nhắc nhở khách không điều khiển phương tiện giao thông sau khi đã uống rượu bia.

Thời gian qua, Ban ATGT các huyện, thành phố Đà Lạt và Bảo Lộc đã triển khai công tác tuyên truyền, phổ biến pháp luật về bảo đảm ATGT trên địa bàn trên Đài Truyền thanh - Truyền hình huyện, Trạm truyền thanh các xã, thị trấn, sử dụng xe loa tuyên truyền, pa-nô với các khẩu hiệu: "An toàn giao thông - trách nhiệm của mỗi người", "Không chở quá khổ, quá tải, quá số người quy định", "Tuân thủ tốc độ khi lái xe", "Đã uống rượu, bia không lái xe", "Điều khiển xe đi đúng làn đường, phần đường", "Đội mũ bảo hiểm khi đi xe mô tô, xe gắn máy", "Dừng lại quan sát trước khi qua đường", "Chấp hành quy định an toàn khi đi đò"... Từ đó, ý thức chấp hành pháp luật của người tham gia giao thông đã được nâng cao, giảm thiểu số vụ TNGT.

Đối với hệ thống giáo dục, Sở Giáo dục và Đào tạo tỉnh Lâm Đồng đã chỉ đạo các trường học tiếp tục phát huy vai trò của Đội xung kích đảm bảo trật tự ATGT trường học, tăng cường kiểm tra, theo dõi học sinh vi phạm (không đội mũ bảo hiểm khi ngồi trên xe gắn máy, xe đạp điện, chưa đủ tuổi hoặc không có bằng lái xe khi bị công an xử phạt gửi danh sách về trường) để xử lý theo quy định. Đồng thời, các cơ sở giáo dục triển khai Cuộc thi "An toàn giao thông cho nụ cười ngày mai" năm học 2022 - 2023 dành cho học sinh, giáo viên THCS và THPT do Bộ Giáo dục và Đào tạo phối hợp với Công ty Honda Việt Nam tổ chức. Kết quả, toàn ngành có 138.053 bài dự thi, 1 giáo viên đạt giải cao.

Để đạt được mục tiêu của UBND tỉnh đề ra trong năm 2023, từ nay đến cuối năm, các sở, ngành, đoàn thể thuộc tỉnh và các địa phương cần tiếp tục thực hiện quyết liệt các giải pháp, nhiệm vụ đã nêu tại Thông báo số 69/TB-UBND ngày 23/02/2023 của UBND tỉnh về Kết luận của đồng chí Võ Ngọc Hiệp - Phó Chủ tịch UBND tỉnh, Phó Trưởng ban Thường trực Ban ATGT tỉnh tại Hội nghị trực tuyến công tác bảo đảm trật tự ATGT trên địa bàn tỉnh năm 2022 và phương hướng nhiệm vụ năm 2023.

Ngoài ra, cần tiếp tục thực hiện tốt chủ đề Năm An toàn giao thông 2023 là "Thượng tôn pháp luật để xây dựng văn hóa giao thông an toàn"; tiếp tục triển khai các biện pháp bảo đảm ATGT, bảo đảm mỹ quan đô thị, phòng chống UTGT trong năm 2023; thường xuyên cập nhật thông tin, bám sát tình hình TNGT xảy ra trên địa bàn, làm rõ nguyên nhân xảy ra tai nạn để xây dựng các giải pháp cụ thể kéo giảm TNGT trên địa bàn theo phương châm "giảm TNGT hàng tuần, hàng tháng" ❑

PV

Cán bộ, công chức, viên chức, người lao động: Hành khách tiềm năng của buýt Thủ đô

Buýt Hà Nội cần nhiều giải pháp để "hút" cán bộ, công chức, viên chức sử dụng xe buýt làm phương tiện đi lại

Hướng tới mục tiêu giảm thiểu phương tiện cá nhân, khuyến khích người dân sử dụng phương tiện hành khách công cộng, trong đó có xe buýt, Hà Nội đã và đang thực hiện nhiều giải pháp đồng bộ, toàn diện. Nhìn nhận thực tế, các đối tượng như công chức, viên chức, người lao động sử dụng xe buýt là phương tiện phục vụ nhu cầu đi lại hàng ngày chưa cao, trong khi đây là lượng hành khách không nhỏ mà buýt Hà Nội có thể đảm nhận được vai trò vận chuyển.

KHUYẾN KHÍCH CÁN BỘ, CÔNG CHỨC, VIÊN CHỨC, NGƯỜI LAO ĐỘNG ĐI LÀM BẰNG XE BUÝT

Nếu một lượng lớn giới công chức, viên chức, người lao động đi làm bằng xe buýt sẽ giúp giảm lượng xe cá nhân lưu thông trên đường vào giờ cao điểm, tạo phần đường thông thoáng để ưu tiên phát triển phương tiện công cộng.

Đối tượng cán bộ, công chức, viên chức, người lao động có khung giờ làm việc ổn định, lộ trình đi lại cụ thể. Vì vậy, khi xe buýt đủ hấp dẫn và đảm bảo về thời gian thì việc lựa chọn xe buýt làm phương tiện đi làm là điều hoàn toàn khả thi. Sau khi một số tuyến được mở rộng vùng phục vụ ra ngoại thành như Sơn Tây, Sóc Sơn, cán bộ, công chức, viên chức, người lao động có thể đi về trong ngày.

Nhiều đô thị lớn trên thế giới như Thượng Hải (Trung Quốc), Paris (Pháp), Tokyo (Nhật Bản) hoặc gần nhất là Bangkok (Thái Lan) hay Yangon (Myanmar) đã thành công trong việc phát triển phương tiện công cộng nhờ vận động, khuyến khích giới công chức đi làm bằng xe buýt để giảm đáng kể lượng xe cá nhân, giảm UTGT và tạo an toàn cho người dân trong quá trình đi lại.

Tại Yangon, nhờ có đội ngũ công chức đi làm bằng xe buýt mà đường phố thông thoáng hơn và có thể dành đường riêng cho phát triển xe buýt nhanh, từ đó khuyến khích được nhiều người cùng hưởng ứng và sử dụng xe buýt, tiến tới hạn chế hẳn lượng xe cá nhân từ năm 2009.

Phát triển giao thông công cộng và kiểm soát xe cá nhân không chỉ đòi hỏi sự hợp tác từ phía người dân mà còn từ các cơ quan, ban, ngành trong lĩnh vực nhà nước, mà trước tiên là giới công chức nên đi làm bằng xe buýt để tuyên truyền thông qua hành động cụ thể, tác động trực tiếp nhất tới từng người nhằm khuyến khích sử dụng xe buýt. Do đó, việc đẩy mạnh tuyên truyền tại các cơ quan, đơn vị, tổ dân phố, phường xã… trên địa bàn thành phố là rất quan trọng, tạo thành thói quen trong suy nghĩ và hành động của mỗi người.

CÁC GIẢI PHÁP "HÚT" HÀNH KHÁCH ĐẾN VỚI XE BUÝT

Bên cạnh việc khuyến khích cán bộ công chức, viên chức, người lao động sử dụng xe buýt bằng các chính sách, quy định thì bản thân buýt Hà Nội cũng cần phải liên tục hoàn thiện, không ngừng nâng cao chất lượng phục vụ; nghiên cứu, lựa chọn những khung giờ để phục vụ hành khách tốt nhất, hiệu quả nhất, đặc biệt là đảm bảo sự đúng giờ, chính xác - yếu tố quan trọng, quyết

định để thu hút cán bộ, viên chức, người lao động lựa chọn xe buýt làm phương tiện di chuyển.

Để phát triển bền vững, Hà Nội cần một giao thông đô thị sống động và an toàn. Theo chuyên gia giao thông Phan Lê Bình, để có thể lôi kéo được người dân chuyển sang sử dụng xe buýt, Hà Nội cần tính đến việc làm sao giành được quyền ưu tiên lưu thông trên đường cho hệ thống xe buýt, tức là có những làn ưu tiên, làn dành riêng cho xe buýt trong giờ cao điểm. Chỉ khi đó, xe buýt mới thể hiện được lợi thế của mình so với phương tiện cá nhân. Đồng quan điểm, nhiều chuyên gia giao thông cũng cho rằng, để giao thông công cộng là sự lựa chọn ưu tiên với người dân, bên cạnh sự đầu tư nâng cao chất lượng phương tiện và dịch vụ thì rất cần sự khuyến khích của Nhà nước thông qua các chính sách ưu tiên cụ thể như việc trợ giá đang triển khai và tương lai là làn đường dành riêng.

Để tăng sức hút cho xe buýt, nhiều năm qua, Hà Nội đã đầu tư mạnh mẽ cho loại hình này khi sử dụng xe chạy bằng nhiên liệu sạch, xóa "vùng trắng" xe buýt, miễn phí vé xe cho nhiều đối tượng... Đồng thời, các đơn vị đã tập trung đào tạo, tập huấn nghiệp vụ cho lái xe, nhân viên phục vụ bài bản về thái độ và quy trình tác nghiệp để nâng cao chất lượng phục vụ trên xe buýt; tăng cường kiểm tra giám sát chất lượng dịch vụ trên tuyến...

Theo lãnh đạo Sở GTVT Hà Nội, thời gian tới, Sở sẽ tập trung vào các giải pháp chính như rà soát mạng lưới, đánh giá hiệu quả các tuyến xem tuyến nào cần phải điều chỉnh; tiếp tục tăng khả năng tiếp cận của xe buýt. Những khu vực chưa có xe buýt tiếp cận sẽ có thể mở mới hoặc điều chỉnh.

Để hạn chế tối đa việc chậm giờ, trùng tuyến xe buýt, Trung tâm Quản lý giao thông công cộng TP. Hà Nội đã đẩy mạnh việc nắm bắt tình hình hoạt động thực tế của các tuyến. Nhiều tuyến đã sử dụng camera theo dõi bên trong xe để giám sát hoạt động của nhân viên lái phụ xe nhằm nâng cao chất lượng phục vụ, bảo đảm lợi ích của khách hàng.

Tại trung tâm điều hành giao thông, các thông tin về vị trí của xe, tình trạng vận hành, UTGT được phần mềm phân tích giúp nhân viên đưa ra các quyết định điều hành tối ưu nhằm bảo đảm tốt hơn dịch vụ cung cấp cho khách hàng. Công tác điều hành được phối hợp nhịp nhàng giữa trung tâm và lực lượng điều hành trên tuyến thông qua hệ thống bộ đàm để điều phối giao thông tại các khu vực trọng yếu trong giờ cao điểm nhằm duy trì biểu đồ chạy xe.

Ngoài ra, hệ thống cơ sở dữ liệu GPS từ Trung tâm Quản lý giao thông công cộng TP. Hà Nội được kết nối với thiết bị thông báo điểm dừng cho khách hàng trên xe, các bảng điện tử thông báo giờ xe tại các nhà chờ chính. Hệ thống phần mềm thông minh còn có chức năng giám sát, phát hiện những trường hợp vi phạm tiêu chí dịch vụ như: không dừng, đỗ đúng điểm; chạy sai lộ trình; xuất bến không đúng giờ; chạy quá tốc độ; mở cửa khi xe đang chạy... Những thông tin này được chuyển cho các đơn vị quản lý tuyến để chấn chỉnh, xử lý kịp thời.

PV

Để phát triển, xe buýt Hà Nội cần không gian ưu tiên để phát huy tính năng và lợi thế

Thành lập Ban soạn thảo và Tổ biên tập xây dựng dự thảo Nghị định sửa đổi, bổ sung một số điều của Nghị định số 65/2018/NĐ-CP quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Đường sắt và Nghị định số 01/2022/NĐ-CP của Chính phủ

Ngày 08/5/2023, Bộ GTVT ban hành Quyết định số 535/QĐ-BGTVT thành lập Ban soạn thảo và Tổ biên tập xây dựng dự thảo Nghị định sửa đổi, bổ sung một số điều của Nghị định số 65/2018/NĐ-CP ngày 12/5/2018 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Đường sắt và Nghị định số 01/2022/NĐ-CP ngày 04/01/2022 của Chính phủ.

Theo đó, Ban soạn thảo gồm 24 thành viên, do Thứ trưởng Bộ GTVT Nguyễn Danh Huy làm Trưởng ban. Ban soạn thảo có nhiệm vụ trực tiếp chỉ đạo Tổ biên tập nghiên cứu, khảo sát, thu thập tài liệu, soạn thảo nội dung trong quá trình soạn thảo Nghị định và chịu trách nhiệm về chất lượng, tiến độ biên soạn dự thảo Nghị định trước Bộ trưởng Bộ GTVT; tổ chức lấy ý kiến các bộ, ngành, địa phương và cơ quan, đơn vị có liên quan theo quy trình ban hành văn bản quy phạm pháp luật.

Tổ biên tập gồm 24 thành viên, do Phó Vụ trưởng Vụ Khoa học Công nghệ và Môi trường Trần Quang Hà làm Tổ trưởng.

Quyết định này có hiệu lực kể từ ngày ký cho đến khi Nghị định được Chính phủ thông qua. Ban soạn thảo và Tổ biên tập chấm dứt hoạt động và tự giải thể khi Nghị định được Chính phủ ban hành.

Cập nhật, bổ sung vào Danh mục mạng lưới tuyến vận tải hành khách cố định liên tỉnh đường bộ toàn quốc

Bộ GTVT vừa bàn hành Văn bản số 4437/BGTVT-VT gửi Cục ĐBVN; các Sở GTVT: Hải Phòng, Thanh Hóa, Hà Nội, Hà Giang, Điện Biên, Hưng Yên, Sơn La, Hà Nam, Hòa Bình, Thái Bình về việc cập nhật, bổ sung vào Danh mục mạng lưới tuyến vận tải hành khách cố định liên tỉnh đường bộ toàn quốc.

Bộ GTVT thống nhất cập nhật, điều chỉnh, bổ sung 10 tuyến tại Phụ lục của Công văn này vào Danh mục chi tiết mạng lưới tuyến vận tải hành khách cố định liên tỉnh đường bộ toàn quốc để các Sở GTVT: Hải Phòng, Thanh Hóa, Hà Nội, Hà Giang, Điện Biên, Hưng Yên, Sơn La, Hà Nam, Hòa Bình, Thái Bình tổ chức triển khai và thực hiện các nội dung quản lý tuyến theo quy định.

Giao Cục ĐBVN, Trung tâm Công nghệ thông tin cập nhật 10 tuyến tại Phụ lục của Công văn này vào Danh mục mạng lưới tuyến vận tải hành khách cố định liên tỉnh đường bộ toàn quốc theo quy định tại Điểm c Khoản 4 Điều 22 của Thông tư số 12/2020/TT-BGTVT ngày 29/5/2020.

Giao Vụ Vận tải và Cục ĐBVN tổng hợp để cập nhật, điều chỉnh, bổ sung đối với 10 tuyến tại Phụ lục của Công văn này vào Phụ lục I của Quyết định số 927/QĐ-BGTVT ngày 15/7/2022 của Bộ trưởng Bộ GTVT công bố Danh mục chi tiết mạng lưới tuyến vận tải hành khách cố định liên tỉnh đường bộ toàn quốc đến năm 2025, định hướng đến năm 2030 tại lần công bố định kỳ gần nhất.

Bộ GTVT yêu cầu các Sở GTVT: Hải Phòng, Thanh Hóa, Hà Nội, Hà Giang, Điện Biên, Hưng Yên, Sơn La, Hà Nam, Hòa Bình, Thái Bình cập nhật biểu đồ chạy xe tuyến cố định liên tỉnh vào hệ thống dịch vụ công trực tuyến của Bộ GTVT đối với 2 tuyến của địa phương mình quản lý tại Phụ lục của Công văn này theo quy định tại Điểm c Khoản 4 Điều 22 của Thông tư số 12/2020/TT-BGTVT ngày 29/5/2020, đồng thời công bố công khai trên Trang Thông tin điện tử của sở các thông tin chi tiết của từng tuyến theo quy định tại Khoản 4 Điều 22 của Thông tư số 12/2020/TT-BGTVT ngày 29/5/2020.

Bộ GTVT yêu cầu Cục ĐBVN, Trung tâm Công nghệ thông tin, Sở GTVT nêu trên và cơ quan, đơn vị liên quan triển khai, thực hiện.

Ban hành Thông tư sửa đổi, bổ sung một số Điều của các Thông tư liên quan đến lĩnh vực vận tải đường bộ, dịch vụ hỗ trợ vận tải đường bộ, phương tiện và người lái

Bộ GTVT vừa ban hành Thông tư số 05/2023/TT-BGTVT sửa đổi, bổ sung một số Điều của các Thông tư liên quan đến lĩnh vực vận tải đường bộ, dịch vụ hỗ trợ vận tải đường bộ, phương tiện và người lái.

Thông tư gồm 24 Điều sửa đổi, bổ sung một số Điều của các Thông tư liên quan đến lĩnh vực vận tải đường bộ, dịch vụ hỗ trợ vận tải đường bộ, phương tiện và người lái.

Thông tư có hiệu lực thi hành từ ngày 15/6/2023.

Công bố Danh mục cảng cạn Việt Nam

Ngày 27/4/2023, Bộ GTVT đã ban hành Quyết định số 506 /QĐ-BGTVT công bố Danh mục cảng cạn Việt Nam.

Theo đó, Cục Hàng hải Việt Nam có trách nhiệm thực hiện các chức năng, nhiệm vụ theo quy định của Nghị định số 38/2017/NĐ-CP ngày 04/4/2017 của Chính phủ về đầu tư xây dựng, quản lý khai thác cảng cạn và các quy định của pháp luật có liên quan.

Quyết định này có hiệu lực kể từ ngày ký, thay thế Quyết định số 584/QĐ-BGTVT ngày 09/5/2022 của Bộ GTVT về việc công bố Danh mục cảng cạn Việt Nam ❑