TẠP CHÍ
GIAO THÔNG vận tải
ISSN 2354-0818
CƠ QUAN THÔNG TIN CỦA BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI
Số 735 (Tháng 11/2023 - năm thứ 64) | tapchigiaothong.vn | e-ISSN 2615-9791

NHANH CHÓNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ CAO KIỂM SOÁT TẢI TRỌNG XE

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. PHẠM HUY KHANG; GS. TS. ĐÀO VĂN ĐÔNG; PGS. TSKH. ĐẶNG VĂN UY; PGS. TS. HOÀNG HÀ; PGS. TS. TRẦN ĐẮC SỬ; PGS. TS. TỐNG TRẦN TÙNG; 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; PGS. TS. LÊ QUỐC TIẾN; PGS. TS. NGUYỄN THANH SƠN; PGS. TS. NGUYỄN THANH CHƯƠNG; PGS. TS. NGUYỄN THANH SANG; 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. VŨ HỒNG TRƯỜNG; TS. LÊ ĐỖ MƯỜI; TS. NGUYỄN VĂN TƯƠI; TS. NGUYỄN XUÂN CƯỜNG; TS. BÙI THIÊN THU; TS. NGUYỄN VĂN BÍNH; TS. NGUYỄN VĂN THÀNH; TS. PHẠM HOÀI CHUNG; ThS. LÂM VĂN HOÀNG; ThS. PHẠM HỮU SƠN; ThS. HOÀNG HỒNG GIANG.

TÒA SOẠN
106 Thái Thịnh - Đống Đa - Hà Nội

PHÒNG HÀNH CHÍNH TRỊ SỰ VÀ TRUYỀN THÔNG

Hành chính Trị sự
Điện thoại: (024) 3942.6389
Fax: (024) 3822.1153
Email: 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: **Nhanh chóng ứng dụng công nghệ cao kiểm soát tải trọng xe**
Trình bày bìa: Sinh Nguyễn

GIAO THÔNG
TRANSPORT MAGAZINE vận tải

Mục lục
CONTENTS • THÁNG 11 • (NĂM THỨ 64)

04 **Vẫn nhức nhối xe chở quá tải**
Issue of overloaded trucks is still aching
VĂN HUẾ - HOÀNG LONG

06 **Xe chở quá tải phá đường gấp 20 lần**
Overloaded vehicles destroy roads 20 times more
VĂN HUẾ

08 **Cần hoàn thiện ngay quy chuẩn trạm kiểm soát tải trọng xe**
Necessary to immediately complete the standards for vehicle load control stations
KHÁNH LÊ

10 **Công nghệ cân nào phù hợp?**
Which weighing technology is suitable?
HOÀNG LONG - VĂN QUYẾT

12 **Kỷ niệm ngày Thế giới tưởng niệm nạn nhân tử vong do TNGT: "Chúng tôi không thể cầm được nước mắt..."**
Celebrating the World Remembrance Day for Deadmen from Traffic Accidents: "We cannot hold back our tears..."
KHÁNH HÀ - VĂN HUẾ

14 **Thay đổi tư duy, chính sách để thu hút đầu tư hạ tầng giao thông**
Changing mindset and policies to attract investment in transport infrastructures
VŨ THÀNH VŨ

16 **Nên dùng tro đáy và tro bay nhiệt điện làm đường giao thông?**
Bottom ash and thermal power fly ash should be used in traffic road construction?
PGS. TS. NGUYỄN THANH SANG

18 **Phân tích ảnh hưởng của áp dụng công thức và tham số cấu tạo đến độ tin cậy của kết quả xác định lực căng trong dây cáp văng bằng phương pháp đo dao động**
Analyzing the influence of application of the structural formulas and parameters on the reliability of the results of determining tension in stay cables by the oscillometric method
PGS. TS. HOÀNG HÀ

23 **Tổng quan về bê tông thấm nước ứng dụng trong xây dựng công trình đường giao thông**
Overview of permeable concrete applied in transport works construction
TS. NGUYỄN LỘC KHA

27 **Nghiên cứu ảnh hưởng của lớp móng trong mặt đường hỗn hợp trong điều kiện Việt Nam**
Investigation into effects of the base in composite pavement in Vietnamese conditions
TS. PHAN VIỆT HÙNG

Mục lục

CONTENTS • THÁNG 11 • (NĂM THỨ 64)

31 **Nghiên cứu các đặc trưng và yêu cầu đối với lớp phủ bê tông nhựa dưới tác động khí động học khi cải tạo mặt đường sân bay**
Research on characteristics and requirements for asphalt concrete overlay under aerodynamic impact in airport pavement rehabilitation
TS. NGUYỄN THỊ HỒNG ĐIỆP

35 **Ảnh hưởng của co ngót đến biến dạng dài hạn của dầm bê tông cốt thép sử dụng cốt liệu nhỏ là cát mịn trộn cát nghiền**
Effects of shrinkage on long-term deformation of reinforced concrete beams using small aggregates of fine sand mixed with crushed sand
TS. NGUYỄN ĐỨC DŨNG
PGS. TS. NGUYỄN DUY TIẾN; TS. THÁI KHẮC CHIẾN

39 **Khảo sát tường đơn chịu tải trọng gió**
Survey of single walls subjected to wind load
TS. HUỲNH VĂN QUÂN

43 **Mô hình phần tử thép sử dụng trong phân tích ứng xử mối nối dầm cột dưới tác dụng tải trọng lặp**
Model of steel elements used in behavioral analysis of beam-column joints under repeated load
TS. TRẦN XUÂN HÒA

46 **Hệ số điều chỉnh mô-men trong tính toán ổn định của dầm liên tục**
Moment correction factor used in calculating the stability of continuous beams **ThS. CAO THỊ MAI HƯƠNG**

50 **So sánh kết quả thực nghiệm và tính toán tấm sàn panel nhà dân dụng nhịp lớn có sử dụng bê tông chất lượng siêu cao (UHPC)**
Comparing the results of experiments and calculation of household large-span floor panels with ultra-high supplemented concrete (UHPC)
ThS. CAO TUẤN ANH; PGS. TS. NGUYỄN MẠNH TUẤN
ThS. VŨ ANH TUẤN; ThS. ĐỖ THỊ VÂN ANH
ThS. PHẠM MINH HIẾU

54 **Đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến đặc tính mỏi của bê tông nhựa**
Evaluation of factors affecting fatigue properties of asphalt concrete
ThS. NGUYỄN CÔNG THỨC
PGS. TS. NGUYỄN QUANG TUẤN
PGS. TS. LÊ VĂN PHÚC; ThS. TRẦN HUY THIỆP

58 **Phân tích ảnh hưởng của độ bẩn nền đá đến cường độ chống cắt của nền đá ballast đường sắt**
Analyzing the influence of rock base dirt on the shear strength of railway ballast base
TS. MAI TIẾN CHINH

62 **Giải pháp thi công kết cấu cầu cạn khung thép trong điều kiện địa hình phức tạp cho đường miền núi**
Method for steel frame viaduct construction in complex terrain conditions of mountainous roads
TS. NGUYỄN CẢNH TUẤN
PGS. TS. ĐẶNG ĐĂNG TÙNG
TS. HISAYA KAMURA
YASUYUKI KURIHARA

66 **Phân bổ nhiệm vụ cho bài toán định tuyến phương tiện với năng lực vận tải hạn chế**
Task allocation for the capacitated vehicle routing problem with limited transport capacity
KS. PHẠM ANH QUÂN; PGS. TS. MẠC THỊ THOA

70 **Nghiên cứu đánh giá mỏi của cầu dàn thép đường sắt**
Study on fatigue evaluation of railway steel truss bridges
TS. TRẦN VIỆT HƯNG; ThS. NGUYỄN THỊ NHUNG

73 **Hệ thống lưới thép TECCO và ứng dụng phương pháp số trong xử lý ổn định mái dốc chống đá rơi, đá lở**
TECCO steel system and application of digital methods in stability treatment for slopes against rock rolling
ThS. TRẦN ĐỒNG; ThS. NGUYỄN THU HUYỀN

77 **Nghiên cứu thực nghiệm ảnh hưởng của nhiệt độ đến sự dính bám giữa vật liệu dẻo cường độ cao (FRP) và bê tông**
Exprimental study on effects of the temperature on adhesion of fibre reinforced polymer material and concrete
ThS. LÊ THANH TÂM; ThS. VŨ NGỌC TRINH
ThS. VŨ THỊ NGA

81 **Thiết kế phần mềm mô phỏng sonar trong điều khiển của các phương tiện dưới nước từ xa (ROV)**
Designing the sonar simulation software for remote controlling underwater vehicles (ROV)
TS. NGUYỄN ĐÌNH THẠCH

85 **Xói lở bờ sông và giải pháp công trình mềm, thân thiện môi trường để bảo vệ và ổn định bờ sông**
Riverbank erosion and the environment-friendly soft construction solution to protect and stabilize riverbanks
TS. MAI QUANG HUY
ThS. NGUYỄN ĐÌNH PHƯƠNG
ThS. PHẠM MINH TRANG

88 **Khảo sát mạng lưới trắc địa trong khuôn viên Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh bằng các phương pháp định vị trắc địa**
Surveying the geometric network on the campus of HCMC University of Natural Resources and Environment using geodetic positioning methods
ThS. HUỲNH NGUYỄN ĐỊNH QUỐC
ThS. TRẦN THỊ BẢO TRÂM

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

92 **Xác định mô-đun đàn hồi của nền đường đất đắp vùng đồng bằng sông Cửu Long bằng thí nghiệm ba trục**
Determining the elastic modulus of embankment foundation in the Mekong delta using tri-axis test
TS. NGUYỄN NGỌC THẮNG
TS. PHAN QUANG CHIÊU

96 **Giám sát và điều khiển các hệ thống điện bằng phương pháp phát hiện bất thường từ chuỗi dữ liệu thời gian**
Monitoring and controlling electrical systems by the abnormal detection method from the time data series
TS. ĐOÀN VĂN ĐỔNG

100 **Nghiên cứu, thiết kế hệ thống điều khiển tốc độ cho diesel chính trên tàu thủy sử dụng bộ điều khiển Fuzzy-PID**
Research to design the speed control system for the main diesel on ships using the Fuzzy-PID controller
KS. NGUYỄN VĂN SƠN; TS. ĐỖ KHẮC TIỆP

104 **Optimal transmit power control of MIMO Radar through DOA estimation using transmit beamspace**
Dr. DOAN VAN DONG; MSc. TRAN VAN THO

107 **Bộ điều khiển trượt dựa trên mạng nơ-ron cho thiết bị ổn định giảm lắc ngang tàu thủy Roto Magnus**
Study on the sliding mode control based on neural network for Magnus rotating roll stabilizer
TS. CỔ TẤN ANH VŨ
TS. PHẠM NGUYÊN ĐĂNG KHOA; ThS. LÊ ĐỨC BÌNH

111 **Nghiên cứu mối liên hệ giữa điểm hòa vốn và thời gian hoàn vốn của dự án**
Study on the relationship between the break-even point and payback period of a project
PGS. TS. BÙI NGỌC TOÀN; ThS. PHẠM XUÂN TÍCH
TS. NGUYỄN ĐÌNH DƯƠNG

114 **Khả năng ứng dụng mô hình học máy vào nghiên cứu và dự toán chi phí xây dựng đường cao tốc**
Ability to apply the machine learning model to investigation into and estimation of highway construction costs
TS. NGUYỄN NGỌC SƠN

118 **Nghiên cứu, đề xuất giải pháp nâng cao hiệu quả quản lý các dự án đầu tư xây dựng bằng nguồn vốn ngân sách nhà nước trên địa bàn quận Đồ Sơn - TP. Hải Phòng**
Proposing solutions to improve the management efficiency for construction investment projects with the State budget capital in Do Son district, Hai Phong city
ThS. NGUYỄN THỊ THÚY; TS. BÙI QUỐC BÌNH

122 **Nghiên cứu thực trạng và giải pháp nâng cao khả năng tiếp cận các trạm dừng xe buýt tại TP. Hồ Chí Minh**
Investigation into the current situation and solutions proposed to improve accessibility to bus stops in HCMC
ThS. HUỲNH THỊ THÚY KIỀU

126 **Nghiên cứu đề xuất giải pháp nâng cao năng lực hệ thống giao thông vận tải đường bộ kết nối Cảng Hàng không quốc tế Tân Sơn Nhất**
Proposing solutions to improve the capacity of the connecting road transport system at Tan Son Nhat International Airport
PGS. TS. TRẦN QUANG PHÚ
TS. NGUYỄN VĂN KHOẢNG; ThS. BÙI QUỐC AN

130 **Sự cần thiết phải áp dụng phương pháp đánh giá kinh tế mở rộng đối với hoạt động vận tải hành khách của tuyến đường sắt phục vụ an sinh xã hội ở Việt Nam**
Necessity of applying the expanded economic evaluation method to passenger transport activities of the railways for social security service in Viet Nam
PGS. TS. LÊ QUÂN

133 **Mô hình Fuzzy DEMATEL trong đánh giá chuỗi cung ứng nhanh nhạy: Bằng chứng thực nghiệm chuỗi cung ứng nông sản tại TP. Cần Thơ**
Fuzzy DEMATEL model in agile supply chain assessment_ Empirical evidence of the agricultural supply chains in Can Tho city
ThS. NCS. NGUYỄN THỊ LỆ THỦY
TS. NGUYỄN HỒNG PHÚC; ThS. VÕ THỊ KIM CÚC
LƯ THẢO LINH; MÃ DIỆU ÁI

137 **Nghiên cứu xây dựng tiêu chí, tiêu chuẩn chất lượng dịch vụ sự nghiệp công sử dụng ngân sách nhà nước của Bộ Giao thông vận tải**
Research to develop quality criteria and standards for public service using the State budget by the Ministry of Transport
TS. ĐINH THỊ HẢI YẾN

140 **Thấy gì từ kết quả thí điểm dùng cát biển đắp nền đường tại dự án thành phần cao tốc đoạn Hậu Giang - Cà Mau**
What came up from the results of pilot using seasand to build roadbeds at the component project of Hau Giang - Ca Mau section?
HOÀNG NGÂN

TỪ TRANG 142 ĐẾN 164 LÀ CÁC BÀI VIẾT CỦA CÁC CHUYÊN MỤC:

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

NHANH CHÓNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ CAO KIỂM SOÁT TẢI TRỌNG XE

Lâu nay hành vi chở quá tải được chủ hàng, chủ xe, lái xe vì lợi nhuận mà tìm mọi cách để qua mặt lực lượng chức năng, lợi nhuận thì doanh nghiệp bỏ túi, đường hỏng thì Nhà nước phải bỏ tiền tỷ sửa chữa! Vấn nạn "giặc quá tải" không mới nhưng vì sao chưa giải quyết được?

Vẫn nhức nhối xe chở quá tải

VĂN HUẾ - HOÀNG LONG

Hiện nay, tình trạng xe chở quá tải trọng vẫn hoạt động lén lút trên một số tuyến ngắn nơi có nguồn vật liệu, bến bãi. Tại một số tuyến quốc lộ, lượng xe vi phạm về tải trọng có chiều hướng gia tăng, nguyên nhân được xác định chủ yếu là do chủ phương tiện cố tình vi phạm, tuy nhiên việc các trạm kiểm soát tải trọng xe ngừng hoạt động khiến cho vấn nạn này chưa thể giải quyết triệt để.

NGUY CƠ BÙNG PHÁT XE QUÁ TẢI Ở TUYẾN NGẮN, ĐƯỜNG TỈNH

Những ngày qua, nhóm PV Tạp chí GTVT đã có mặt tại một số tuyến ngắn, các tuyến tỉnh lộ có lượng xe tải chạy nhiều và nhận thấy không ít xe tải Howo (hay "hổ vồ"), xe đầu kéo chở vật liệu xây dựng có dấu hiệu chở nặng, lưu thông.

Ghi nhận của PV vào ngày 5/11 trên tuyến đường Cienco 5, trục phía Nam qua địa bàn huyện Thanh Oai, TP. Hà Nội, xe tải "hổ vồ" mang BKS 29H-870.XX chở cát chất cao ngần ngật có dấu hiệu quá tải, lưu thông hướng huyện Thanh Oai ra tuyến QL21B. Cũng trên tuyến đường này, một xe tải "hổ vồ" khác mang BKS 29H-745.XX chở đá chất cao, lưu thông từ hướng huyện Thanh Oai đi Hà Nội. Theo ghi nhận, trên các tuyến đường có các bãi cát ven sông, hồ qua địa bàn huyện Thường Tín, Phú Xuyên..., các xe tải "hổ vồ" chở cát "có ngọn" chạy tắt vào tuyến đường liên xã, đường tỉnh để "né" các chốt kiểm tra xử lý của CSGT, Thanh tra giao thông.

Tương tự, tại tuyến đường Hồ Chí Minh đoạn qua địa bàn huyện Lương Sơn, tỉnh Hòa Bình, các xe tải "hổ vồ"

Xe tải "hổ vồ" chở vật liệu xây dựng có dấu hiệu quá tải lưu thông trên Đường tỉnh 429 qua địa bàn các huyện Mỹ Đức - Ứng Hòa - Thanh Oai (TP. Hà Nội)

chở đầy đất đá như xe mang BKS 29H-758.XX, 29LD-326.XX có dấu hiệu quá tải lưu thông hướng từ đường Hồ Chí Minh (tỉnh Hòa Bình) rẽ về Đường tỉnh 429 qua cầu Ba Thá đi huyện Mỹ Đức, Ứng Hòa, Thanh Oai... để về một số bãi tập kết, dự án, công trình đang thi công. Trái ngược với cảnh nhộn nhịp của đội xe tải nặng thì lại vắng bóng lực lượng chức năng kiểm tra, xử lý vi phạm.

Cũng trong tình trạng này, tại đường ra vào các mỏ đá địa bàn xã Tân Vinh, huyện Lương Sơn, tỉnh Hòa Bình, các xe tải "hổ vồ", xe tải ben, xe đầu kéo vào chở đá đã làm tuyến đường xuống cấp, sống trâu, trời nắng bụi bay mù mịt, trời mưa đường sình lầy. Không những thế, có những xe tải vào khu vực chở đá mạt nhưng tài xế không che phủ bạt để "lộ thiên" gây ô nhiễm môi trường, ảnh hưởng đến đời sống sinh hoạt của bà con nơi đây, tiềm ẩn nguy cơ xảy ra TNGT cho học sinh vào giờ tan học.

Trên tuyến Đường tỉnh 477C thuộc địa bàn xã Gia Phong, huyện Gia Viễn, tỉnh Ninh Bình, mỗi ngày có hàng trăm chuyến xe "hổ vồ" 3 chân, 4 chân, xe đầu kéo chở đất, đá san nền cho dự án đường Gia Minh - Kênh Gà chạy qua.

Anh Phạm Quang Vinh (ngụ tại xã Gia Phong, huyện Gia Viễn) cho biết mọi người trong gia đình không dám mở cửa vì bụi, thường xuyên phải sống trong lo lắng vì nguy cơ mất an toàn. Các xe chở nặng, lại đi với tốc độ cao, chỉ cần sơ sẩy là xảy ra TNGT ngay. Điều lạ là không thấy lực lượng chức năng có mặt để kiểm tra, xử lý và khi lực lượng chức năng có mặt thì lại không hề có chiếc xe tải nặng nào chạy qua.

Trao đổi với PV Tạp chí GTVT, ông Đinh Huy Lựa, Chủ tịch UBND xã Gia Phong cho biết, tình trạng xe tải trọng lớn chạy qua địa bàn xã là có. Tuy nhiên, để phân biệt được xe quá tải hay không thì chúng tôi không có chuyên môn. Ban ATGT xã đã kiến nghị lên Ban ATGT huyện để kiểm tra và xử lý vi phạm.

Trung tá Vũ Văn Hoài, Đội trưởng Đội CSGT số 12, Công an TP. Hà Nội chia sẻ, đơn vị phụ trách tuyến đường Hồ Chí Minh và tuyến QL6 giáp ranh với tỉnh Hòa Bình - địa bàn có lưu lượng xe tải hoạt động.

"Đầu năm, đơn vị đã tổ chức khảo sát tuyến trên địa bàn phụ trách, từ đó bố trí lực lượng sử dụng cân xách tay khép kín khu vực, tuần tra lưu động, khi phát hiện vi phạm thì xử lý nghiêm theo quy trình, quy định. Đồng thời, đơn vị cũng tổ chức tuyên truyền, ký cam kết chủ doanh nghiệp vận tải, lái xe vi phạm...; phối hợp các tổ liên ngành, công an huyện tập trung xử lý đối với các phương tiện xe tải chở quá tải lưu thông trên địa bàn", Trung tá Hoài cho biết.

NHIỀU TRẠM CÂN KHÔNG CÒN SỬ DỤNG

Tại trạm thu phí tuyến tránh TP. Phủ Lý, nơi có đặt trạm cân tự động thuộc quản lý của Công ty Cổ phần Đầu tư hạ tầng FCC đang thu phí dự án tuyến tránh TP. Phủ Lý và tăng cường QL1 đoạn km215+775 - km235+885, tình trạng xe chở quá tải trọng có xuất hiện song không thể ngăn chặn hoặc từ chối phục vụ vì lý do cân hỏng.

Ông Phạm Văn Hùng, Trạm trưởng trạm thu phí cho biết, Công ty đã lắp cân 4/6 làn (2 làn thô sơ không lắp), tuy nhiên tại thời điểm này hệ thống cân không hoạt động vì máy chủ cân thường xuyên bị treo do lỗi ổ cứng, biển hiển thị giá trị cân hướng Phủ Lý - Hà Nội bị hỏng do phương tiện đâm vào và bỏ chạy. Ngoài ra, cảm biến cân làn số 2 hướng Hà Nội - Phủ Lý bị chập chờn, dữ liệu hay bị treo và có thời điểm mất dữ liệu... Hậu quả là một số trường hợp nhận dạng không xác định chính xác về số trục xe, loại xe; một số trường hợp sai số cân do xe đi lệch thanh cân và ghép nhầm biển số...

Trái ngược với trạm kiểm soát tải trọng xe thuộc Trạm thu phí tuyến tránh TP. Phủ Lý, trên tuyến cao tốc Hà Nội - Hải Phòng do Tổng công ty Phát triển hạ tầng và Đầu tư tài chính Việt Nam (VIDIFI) quản lý và khai thác, với đặc thù thu phí kín nên việc kiểm soát tải trọng xe ở đây rất tốt. Tại các trạm thu phí kết nối vào cao tốc đều được lắp đặt cân tự động nên xe quá tải vào cao tốc đã bị từ chối phục vụ.

Theo thống kê của VIDIFI, từ ngày 1/1 - 30/9, các trạm cân đã cân 5.913.397 phương tiện từ 2 đến trên 6 trục, qua đó phát hiện và từ chối phục vụ 6.778 xe, tỉ lệ vi phạm chiếm 0,11%.

Ông Vũ Hữu Thành, Phó Tổng giám đốc VIDIFI cho biết, kể từ khi lắp đặt hệ thống kiểm soát tải trọng xe trên tuyến đã thực hiện hơn 34 triệu lượt kiểm tra tải trọng và từ chối hơn 71 nghìn trường hợp xe quá tải. Hệ thống đã phát huy được hiệu quả rất tốt trong công tác quản lý, vận hành và khai thác tuyến đường, đặc biệt là trong công tác kiểm soát phương tiện quá tải tham gia giao thông, góp phần đảm bảo ATGT và bảo vệ kết cấu hạ tầng. Tuy nhiên, tại trạm Đình Vũ, hệ thống cân đang gặp vấn đề về kỹ thuật, cân có tỉ lệ sai số cao hơn cho phép, vì vậy VIDIFI đang đề nghị Cục Đường bộ Việt Nam cho phép kiểm định lại cân sớm hơn so với quy định.

Được biết, đây là một trong 21 trạm kiểm soát tải trọng xe còn đang hoạt động trên toàn quốc trong tổng số 66 bộ cân được các nhà đầu tư, doanh nghiệp dự án đầu tư lắp đặt ghép với các trạm thu phí. Theo thống kê của Cục Đường bộ Việt Nam, tính đến tháng 11/2023, trong tổng số 66 bộ cân hiện có thì 47 bộ đã hết hạn kiểm định, 45 bộ cân dừng hoạt động hoặc bị hư hỏng.

Trao đổi với Tạp chí GTVT, ông Đặng Văn Chung, chuyên gia giao thông trong lĩnh vực kiểm soát tải trọng xe cho biết, mỗi loại cân có ưu, nhược điểm khác nhau. Cụ thể, cân xách tay chỉ phù hợp với các tổ đội kiểm tra đột xuất tại mỏ vật liệu; trạm kiểm soát tải trọng xe di động chỉ phù hợp với một tuyến giao thông nơi có phương tiện quá tải hoạt động. Đối với cân xách tay thì tính cơ động cao nhưng chỉ xử lý được số lượng hạn chế và phụ thuộc vào cảm quan của người thực thi công vụ, còn đối với các trạm cân tự động thì phù hợp với các tuyến cao tốc, quốc lộ... Do đó, lực lượng chức năng phải có phương án cụ thể đối với từng tuyến đường mới xử lý triệt để tình trạng xe quá tải ❑

NHANH CHÓNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ CAO KIỂM SOÁT TẢI TRỌNG XE

Lâu nay hành vi chở quá tải được chủ hàng, chủ xe, lái xe vì lợi nhuận mà tìm mọi cách để qua mặt lực lượng chức năng, lợi nhuận thì doanh nghiệp bỏ túi, đường hỏng thì Nhà nước phải bỏ tiền tỷ sửa chữa! Vấn nạn "giặc quá tải" không mới nhưng vì sao chưa giải quyết được?

Xe chở quá tải phá đường gấp 20 lần

Lực lượng liên ngành Thanh tra giao thông, CSGT Hà Nội xử lý xe tải "hổ vồ" cơi nới thành thùng chở quá tải trên địa bàn

VĂN HUẾ

Để kiểm soát tải trọng xe quá tải triệt để cần phải bố trí trạm cân xe tự động trên đường và giám sát chặt ngay từ đầu nguồn hàng, có như thế mới xử lý được xe quá tải, góp phần bảo vệ kết cấu hạ tầng và kiềm chế TNGT.

"GIẶC" QUÁ TẢI PHÁ HẠ TẦNG GIAO THÔNG

Tình trạng mặt đường bộ nước ta bị xuống cấp, hư hỏng thời gian qua (bao gồm cả một số đoạn tuyến cao tốc đã đưa vào khai thác) có nguyên nhân do tình trạng xe chở hàng quá tải lưu thông. Đặc biệt, loại xe tải thân liền từ 3 trục trở lên và tổ hợp xe 6 trục luôn tiềm ẩn nguy cơ khối lượng toàn bộ của xe vượt quá quy định (qua theo dõi loại xe này có thể vượt ≥100%, nhiều trường hợp vượt 250%). Hậu quả là mặt đường bị hằn lún, có những đoạn sâu tới 10 cm, kết cấu đường bị gãy, mặt đường bị phá tạo hố sâu, tốc độ lưu thông bị giảm trên 50%, gây ùn tắc giao thông, dẫn tới việc đảm bảo giao thông rất khó khăn, chi phí cho sửa chữa đường rất lớn, đặc biệt là TNGT gia tăng do cầu đường hư hỏng từ sức ép của xe quá tải, gây thiệt hại lớn về kinh tế và ngân sách nhà nước.

Theo TS. Khương Kim Tạo, chuyên gia giao thông, tình trạng xe quá tải lưu thông trên đường bộ dù đã giảm nhưng vẫn còn diễn ra, nhất là ở các đoạn tuyến không có tuần tra, kiểm soát của cơ quan chức năng, không bố trí trạm kiểm tra tải trọng xe. Đáng lo ngại hơn, hiện tượng này ngày càng biến tướng phức tạp với nhiều thủ đoạn trốn tránh, đối phó tinh vi, gây hư hỏng và xuống cấp các công trình đường bộ, gia tăng TNGT, nhiều tuyến đường mới xây dựng và đưa vào khai thác ít năm đã phát sinh hư hỏng.

Trong bối cảnh hàng năm ngân sách nhà nước chỉ đáp ứng được khoảng 40 - 60% nguồn kinh phí cần thiết cho bảo trì công trình đường bộ thì sự phá hoại của xe quá tải làm tăng thêm khó khăn cho công tác quản lý, bảo trì của ngành GTVT, thậm chí có lúc không kịp thời đáp ứng được yêu cầu đảm bảo chất lượng của hệ thống kết cấu hạ tầng đường bộ phục vụ cho phát triển kinh tế - xã hội của đất nước. Các chuyên gia và nhà khoa học đã nghiên cứu và rút ra kết luận: Nếu tải trọng trục của xe lưu hành qua đường bộ tăng từ 8 tấn lên 16 tấn thì mức độ làm hư hỏng mặt đường tăng lên 20 lần. Tức là, nếu tải trọng trục 16 tấn chạy 1 lần trên đường sẽ gây hư hỏng cho mặt đường bằng 20 lần của xe có tải trọng trục 8 tấn. Hay nói cách khác, mặt đường được thiết kế cho xe có tải trọng chuẩn 8 tấn tuổi thọ khai thác trong 20 năm, nếu khai thác với tải trọng trục là 16 tấn thì tuổi thọ của mặt đường sẽ chỉ còn khoảng 1 năm.

Do đó, trong những năm qua, các cấp, các ngành, đặc biệt là Bộ GTVT và Bộ Công an đã tích cực vào cuộc để xóa xe quá tải, tuy nhiên chưa thể giải quyết được triệt để.

Lực lượng liên ngành Thanh tra giao thông, CSGT huyện Thường Tín, TP. Hà Nội kiểm tra nhắc nhở chủ bãi, lái xe tải "hổ vồ" chở vật liệu xây dựng đảm bảo các qui định ATGT trên địa bàn

KIỂM SOÁT CHẶT BẰNG CÂN TỰ ĐỘNG

Theo ông Đặng Văn Chung, nguyên Phó Vụ trưởng Vụ ATGT (Tổng cục Đường bộ Việt Nam, nay là Cục Đường bộ Việt Nam), để kiểm soát tải trọng xe quá tải cần áp dụng lắp đặt các trạm kiểm tra tải trọng xe lưu động trên các trục đường chính, nơi có nhiều xe tải lớn chở vật liệu xây dựng. Hơn nữa, việc đầu tư trạm kiểm tra tải trọng xe lưu động có tổng mức đầu tư thấp hơn nhiều so với trạm cân cố định như trước đây. Hệ thống cân tự động giảm cả chi phí và giảm người vận hành, bởi tất cả các hoạt động sẽ theo nguyên lý tự động, chỉ cần sử dụng vài nhân viên hàng ngày kiểm tra hoặc 3 - 4 người trông nom trạm cân.

Cũng theo ông Chung, với việc lắp cân tự động sẽ kiểm soát được 100% xe lưu thông qua đoạn đường. Đặc biệt, khi đặt trạm cân tự động sẽ không cần người vận hành, từ đó giảm được tiêu cực khi lái xe không thể nhờ vả, xin xỏ lực lược chức năng để bỏ qua hoặc giảm nhẹ lỗi vi phạm. Hơn nữa, hệ thống cân tự động sẽ lưu lại những thông tin nằm trong hệ thống bảo mật nên không thể xóa được, kể cả phần mềm báo cáo cũng không ai dám can thiệp vào. Bên cạnh đó, nhiều thiết bị, hệ thống camera cùng ghi lại hình ảnh biển số của xe nên thông tin đưa ra sẽ đảm bảo tính minh bạch.

Một giải pháp nữa là để công tác kiểm soát tải trọng xe trên hệ thống đường bộ đạt hiệu quả cần tiếp tục duy trì, xử lý triệt để việc cắt, cơi nới thành thùng xe trái phép. Theo đó, ông Chung đánh giá cao vai trò, sự phối hợp của Bộ Công an trong thời gian triển khai đồng loạt các biện pháp xử lý nghiêm xe chở quá tải trên địa bàn cả nước, mang lại hiệu quả rõ rệt. Đặc biệt, các chủ xe, lái xe tải chở vật liệu xây dựng đã cơ bản chấp hành quy định của pháp luật.

Ông Hoàng Xuân Dư, Đội trưởng Đội Thanh tra giao thông đường bộ, Thanh tra Sở GTVT Hà Nội cho rằng phải yêu cầu tất cả các điểm bốc xếp hàng hóa lắp đặt hệ thống cân để thanh tra, kiểm soát hàng hóa. "Chúng ta phải kiểm soát ngay tại đầu nguồn cửa bốc xếp hàng hóa, bến bãi", ông Dư nhấn mạnh.

Đồng quan điểm, Thiếu tá Lê Anh Tuấn, Đội trưởng Đội CSGT Đường bộ số 1 (Phòng CSGT Công an tỉnh Yên Bái) cho rằng, ngoài việc quản lý chặt hoạt động tại đầu nguồn cần lắp đặt hệ thống cân tự động trên các tuyến đường xe chạy qua để kiểm tra tải trọng, nâng cao hiệu quả công tác.

Nói về tình trạng chở hàng vượt quá tải trọng, Thiếu tướng Lê Xuân Đức, Phó Cục trưởng Cục CSGT (Bộ Công an) cho rằng, vi phạm tải trọng xe là câu chuyện của nhiều năm nay. "Thực tế hiện nay, xử lý một xe quá tải trung bình mất 3 - 4 tiếng để liên hệ với chủ xe hoặc hạ tải. Vì vậy, muốn xử lý dứt điểm xe quá tải cần phải làm tận gốc", Thiếu tướng Lê Xuân Đức khẳng định và cho rằng cần có sự vào cuộc, phối hợp đồng bộ của các sở, ngành, chính quyền địa phương và các lực lượng chức năng. Đặc biệt, cần kiểm soát chặt chẽ các vi phạm tại đầu nguồn, bến bãi, không để các phương tiện vi phạm được phép lưu thông trên đường bởi theo quy định pháp luật thì các xe ra khỏi các mỏ, kho hàng, bến cảng đều phải cân tải trọng ❑

NHANH CHÓNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ CAO KIỂM SOÁT TẢI TRỌNG XE

Lâu nay hành vi chở quá tải được chủ hàng, chủ xe, lái xe vì lợi nhuận mà tìm mọi cách để qua mặt lực lượng chức năng, lợi nhuận thì doanh nghiệp bỏ túi, đường hỏng thì Nhà nước phải bỏ tiền tỷ sửa chữa! Vấn nạn "giặc quá tải" không mới nhưng vì sao chưa giải quyết được?

Cần hoàn thiện ngay quy chuẩn trạm kiểm soát tải trọng xe

KHÁNH LÊ

Cục Đường bộ Việt Nam (ĐBVN) đang trình Bộ GTVT xem xét sửa đổi, bổ sung quy chuẩn về trạm kiểm soát tải trọng xe (KSTTX) theo hướng sử dụng công nghệ tiên tiến, giảm thiểu tiếp xúc của con người trong quá trình kiểm tra với mục tiêu công khai, minh bạch và xử phạt "nguội" các tổ chức, cá nhân vi phạm.

NHIỀU TRẠM KSTTX KHÔNG CÒN HOẠT ĐỘNG

Theo Quyết định số 1885/QĐ-TTg ngày 30/9/2016 về "Quy hoạch tổng thể trạm KSTTX trên đường bộ đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030", cả nước có 50 trạm KSTTX cố định, trong đó có 26 trạm kết hợp cùng các trạm thu phí, 24 trạm xây dựng độc lập. Cụ thể: 13 trạm đặt trên QL1, 6 trạm đặt trên đường Hồ Chí Minh, 2 trạm đặt trên QL3, 2 trạm đặt trên QL6, 2 trạm đặt trên QL18, 2 trạm đặt trên QL32, 23 trạm còn lại nằm trên các đoạn tuyến QL2, QL4B, QL5, QL7, QL8, QL9, QL10, QL12, QL12A, QL13, QL14B, QL15, QL19, QL20, QL21, QL22, QL24, QL26, QL38, QL51, QL54, QL70, QL91.

Tuy nhiên, thực tế triển khai mới thiết lập được 2 trạm KSTTX cố định tại Quảng Ninh, Đồng Nai và trang bị 63 trạm KSTTX lưu động cho Thanh tra sở GTVT. Ngay sau khi Luật Quy hoạch ngày 24/11/2017, có hiệu lực từ ngày 1/1/2019, Chính phủ đã có Nghị quyết số 63/NQ-CP ngày 26/8/2019 Ban hành danh mục các quy hoạch hết hiệu lực, trong đó có Quy hoạch tổng thể trạm KSTTX trên đường bộ đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030 (theo Quyết định số 1885/QĐ-TTg ngày 30/9/2016 của Thủ tướng Chính phủ).

Trao đổi với Tạp chí GTVT, ông Trần Đức Trung, Phó Trưởng phòng Pháp chế Thanh tra (Cục ĐBVN) cho biết, đến thời điểm hiện tại, trên cả nước có 63 trạm KSTTX lưu động (thực tế chỉ còn 46 trạm đang hoạt động) kết hợp các bộ cân xách tay hoạt động theo mô hình tổ chức quy định tại Thông tư số 34/2021/TT-BGTVT và 4 bộ cân KSTTX cố định một cấp cân hoạt động theo cơ chế tự động. Đồng thời, với việc triển khai hệ thống thu phí không dừng và KSTTX theo hình thức tự động không dừng, các doanh nghiệp đã đầu tư, lắp đặt nhiều bộ cân KSTTX ghép với trạm thu phí với 66 bộ cân (hiện đang còn hoạt động 21 bộ). Bên cạnh đó, UBND các tỉnh đã trang cấp cho Thanh tra giao thông địa phương hàng trăm bộ cân xách tay để thực hiện công tác kiểm tra tải trọng xe tại các tuyến quốc lộ ủy quyền quản lý và các tuyến đường địa phương đang tham gia vào công tác KSTTX.

Cũng theo ông Trung, hầu hết các trạm cân này hoạt động theo cơ chế phạt trực tiếp bởi các trạm KSTTX di chuyển theo biến động của hoạt động xe quá tải trên địa bàn. Cụ thể, tại các trạm KSTTX lưu động sử dụng các bộ cân xách tay, khi phát hiện phương tiện vi phạm, lực lượng chức năng căn cứ vào số liệu cụ thể khi cân (phiếu cân) sẽ ra quyết định xử phạt theo quy định. Các cá nhân, tổ chức vi phạm sẽ đến Kho bạc Nhà nước nộp phạt theo quy định.

Đối với các kết quả cân đặt tại các trạm thu phí, khi phát hiện phương tiện vi phạm, lực lượng chức năng sẽ yêu cầu lái xe hạ tải hoặc liên hệ với lực lượng có thẩm quyền tiến hành lập biên bản theo quy định, cũng có thể dùng quyền từ chối phục vụ. Tuy nhiên, phương án này trên thực tế ít xảy ra vì mất nhiều thời gian và thủ tục rườm rà nên các trạm thu phí sử dụng phương án từ chối phục vụ, song lại đẩy nguy cơ hỏng đường cho các tuyến giao thông khác.

TĂNG CƯỜNG CÁC TRẠM KSTTX TỰ ĐỘNG

Theo thống kê của Cục ĐBVN, duy nhất có 4 bộ cân đặt tại km78+830 QL5 có kết quả cân tự động (hoạt động từ ngày 1/6/2023) và tiến hành "xử phạt nguội", có nghĩa là khi phương tiện vi phạm chạy qua bộ cân

Các trạm cân tự động đã phát huy hiệu quả trong công tác KSTTX

này, kết quả cân sẽ được tự động cập nhật và truyền về trung tâm. Tại đây (Khu Quản lý đường bộ I, Cục ĐBVN), hệ thống sẽ tự động lọc các phương tiện vi phạm, thông qua hệ thống phần mềm sẽ in ra phiếu cân với hình ảnh xe, biển số, thời gian vi phạm, số liệu vi phạm cụ thể... Phiếu cân xe, thông báo vi phạm sẽ được gửi về cho Thanh tra giao thông các địa phương (phương tiện vi phạm) thông báo và ra quyết định xử phạt theo quy định.

Trao đổi với Tạp chí GTVT, ông Nguyễn Xuân Cường, Cục trưởng Cục ĐBVN cho biết, để hoàn thiện cơ chế giám sát theo hướng "xử phạt nguội" với mục tiêu công khai, minh bạch, không cần lực lượng chức năng có thẩm quyền làm việc trực tiếp tại hiện trường, tiết kiệm chi phí..., Cục ĐBVN đang trình Bộ GTVT dự thảo sửa đổi, bổ sung Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia QCVN 66:2013/BGTVT về trạm kiểm tra tải trọng xe, trong đó sẽ bổ sung trạm KSTTX tự động bên cạnh các trạm KSTTX lưu động và cố định. Ngoài ra, việc bổ sung thêm mô hình cân loại này khi hoạt động sẽ không phải bố trí công chức thanh tra kiểm tra KSTTX, bảo đảm tính khách quan và cũng là một trong các biện pháp phòng chống tiêu cực hiệu quả do không tiếp xúc trực tiếp với đối tượng có hành vi vi phạm về tải trọng xe.

Ngoài ra, Quy chuẩn sửa đổi sẽ quy định cụ thể vị trí lựa chọn trạm KSTTX. Đối với trạm cố định được bố trí tại các tuyến đường bộ trọng điểm, các hành lang vận tải đường bộ lớn, nơi xuất phát tại nguồn hàng lớn; kiểm soát tối đa phương tiện từ các khu vực lân cận, các nguồn hàng, cửa khẩu bến cảng...; hạn chế tối đa hiện tượng xe quá tải đi vòng đường khác để trốn, tránh kiểm tra và hạn chế đặt tại khu vực nội thành, đô thị để giảm ùn tắc giao thông.

Trạm lưu động sẽ được bố trí trên những đoạn, tuyến đường bộ xuất hiện xe quá tải, quá khổ tham gia giao thông nhưng chưa có trạm KSTTX cố định hoặc tự động hoạt động trên tuyến. Vị trí dừng xe kiểm tra phải đảm bảo an toàn, có đủ diện tích để đặt trạm và hạ tải, không bố trí trạm trên mặt đường đối với những đường hẹp chỉ đủ 2 làn xe chạy, đường cao tốc, đường có mật độ giao thông cao.

Còn trạm KSTTX tự động bố trí tại các tuyến đường bộ trọng điểm, đường cao tốc, các hành lang vận tải đường bộ lớn, cửa ngõ giao thông, nơi xuất phát các nguồn hàng.

Theo ông Trần Đức Trung, về quy trình KSTTX, Cục ĐBVN sẽ rà soát và xây dựng để phù hợp với từng loại trạm cân. Đối với cân xách tay, lực lượng chức năng sẽ in phiếu cân, ra quyết định xử phạt hành chính tại chỗ đối với lái xe, chủ xe (doanh nghiệp). Đồng thời, Cục ĐBVN sẽ xây dựng quy chuẩn theo hướng xử phạt "nguội", theo đó sẽ sử dụng công nghệ cân động ở tốc độ cao (giải cân từ 0 - 100 km/h), với độ sai số cho phép (<10%). Khi phương tiện đi qua, hệ thống dữ liệu sẽ truyền về trung tâm, qua phân tích sẽ lọc phương tiện vi phạm với đầy đủ hình ảnh phương tiện, biển số, thời gian lưu thông, trọng lượng cho phép và trọng lượng thực tế... Phiếu cân sẽ được gửi về địa phương nơi đăng ký của chủ phương tiện và tiến hành xử phạt "nguội".

"Đối với các tuyến đường bộ cao tốc Bắc - Nam phía Đông với 31 dự án thành phần, trong đó có 16 dự án đã đưa vào khai thác dài 1058,94 km, 15 dự án đang và chuẩn bị triển khai thi công, Cục ĐBVN đề xuất đầu tư xây dựng các trạm KSTTX theo hình thức cân tự động ưu tiên hình thức từ chối phục vụ đối với xe chở quá tải để bảo vệ kết cấu hạ tầng giao thông, bảo đảm an toàn trên các tuyến cao tốc đưa vào khai thác", ông Trung cho hay ❑

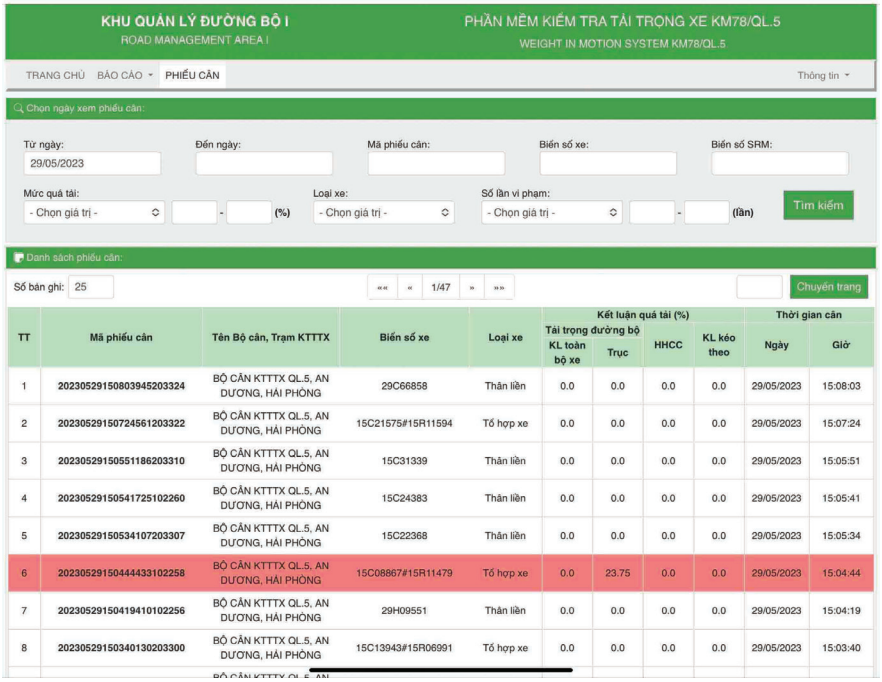
NHANH CHÓNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ CAO KIỂM SOÁT TẢI TRỌNG XE

Lâu nay hành vi chở quá tải được chủ hàng, chủ xe, lái xe vì lợi nhuận mà tìm mọi cách để qua mặt lực lượng chức năng, lợi nhuận thì doanh nghiệp bỏ túi, đường hỏng thì Nhà nước phải bỏ tiền tỷ sửa chữa! Vấn nạn "giặc quá tải" không mới nhưng vì sao chưa giải quyết được?

Công nghệ cân xe nào phù hợp?

HOÀNG LONG - VĂN QUYẾT

Trước tình trạng xe quá tải vẫn diễn biến phức tạp với nhiều thủ đoạn tinh vi, lực lượng chức năng phải sử dụng nhiều biện pháp để kiểm soát và ngăn chặn, bảo vệ kết cấu hạ tầng giao thông. Xây dựng hệ thống trạm kiểm soát tải trọng xe (KSTTX) ứng dụng công nghệ cao được xem là biện pháp căn cơ.



TT	Mã phiếu cân	Tên Bộ cân, Trạm KTTTX	Biển số xe	Loại xe	Kết luận quá tải (%)				Thời gian cân	
					Tải trọng đường bộ		HHCC	KL kéo theo	Ngày	Giờ
					KL toàn bộ xe	Trục				
1	20230529150803945203324	BỘ CÂN KTTTX QL.5, AN DƯƠNG, HẢI PHÒNG	29C66858	Thân liền	0.0	0.0	0.0	0.0	29/05/2023	15:08:03
2	20230529150724561203322	BỘ CÂN KTTTX QL.5, AN DƯƠNG, HẢI PHÒNG	15C21575#15R11594	Tổ hợp xe	0.0	0.0	0.0	0.0	29/05/2023	15:07:24
3	20230529150551186203310	BỘ CÂN KTTTX QL.5, AN DƯƠNG, HẢI PHÒNG	15C31339	Thân liền	0.0	0.0	0.0	0.0	29/05/2023	15:05:51
4	20230529150541725102260	BỘ CÂN KTTTX QL.5, AN DƯƠNG, HẢI PHÒNG	15C24383	Thân liền	0.0	0.0	0.0	0.0	29/05/2023	15:05:41
5	20230529150534107203307	BỘ CÂN KTTTX QL.5, AN DƯƠNG, HẢI PHÒNG	15C22368	Thân liền	0.0	0.0	0.0	0.0	29/05/2023	15:05:34
6	20230529150444433102258	BỘ CÂN KTTTX QL.5, AN DƯƠNG, HẢI PHÒNG	15C08867#15R11479	Tổ hợp xe	0.0	23.75	0.0	0.0	29/05/2023	15:04:44
7	20230529150419410102256	BỘ CÂN KTTTX QL.5, AN DƯƠNG, HẢI PHÒNG	29H09551	Thân liền	0.0	0.0	0.0	0.0	29/05/2023	15:04:19
8	20230529150340130203300	BỘ CÂN KTTTX QL.5, AN DƯƠNG, HẢI PHÒNG	15C13943#15R06991	Tổ hợp xe	0.0	0.0	0.0	0.0	29/05/2023	15:03:40

Phần mềm kiểm tra tải trọng xe tại km78 QL5

DUY TRÌ CÁC TRẠM KSTTX DI ĐỘNG

Hiện nay, trên cả nước có 3 loại hình trạm cân, nhưng chỉ đang hoạt động hai loại hình, đó là: Trạm kiểm soát tải trọng xe (KSTTX) cố định được đặt tại Quảng Ninh và Dầu Giây (Đồng Nai) - trạm cân 2 cấp đã dừng hoạt động; trạm KSTTX cố định, tự động (do Jica tài trợ) đặt tại QL5 (cả hai chiều) đoạn qua TP. Hải Phòng và trạm KSTTX lưu động được trang bị cho 62 tỉnh, thành.

Đối với trạm KSTTX 2 cấp hoạt động từ tháng 3/2009 (Dầu Giây - Đồng Nai) và tháng 6/2010 (Quảng Ninh) hoạt động theo nguyên lý khi phát hiện xe có dấu hiệu quá tải, lực lượng chức năng sẽ tiến hành đưa xe vào cân phân loại (có vi phạm hay không), sau đó cân xác định khối lượng cụ thể (hệ thống cân bàn), nếu vi phạm sẽ lập biên bản và yêu cầu hạ tải. Tuy nhiên, do yêu cầu phát triển ngày càng cao của lĩnh vực đường bộ, nhất là ứng dụng công nghệ trong công tác KSTTX trên các tuyến quốc lộ, đường cao tốc nên mô hình KSTTX cố định với bộ máy quản lý, vận hành và xử lý vi phạm tại trạm lên tới gần 60 người, chi phí duy trì hoạt động và bảo trì trạm hàng năm lớn (hơn 5 tỷ đồng mỗi năm) nên dần không phù hợp với yêu cầu thực tế, vì vậy cơ bản các trạm cân cố định 2 cấp đã dừng hoạt động.

Đối với 63 trạm KSTTX lưu động được trang bị cho 62 tỉnh, thành phố (riêng Hải Dương 2 trạm) hoạt động cơ động hơn, chỉ cần một phần hành lang đủ rộng là có thể đặt trạm. Khi phát hiện xe có dấu hiệu chở hàng quá tải trọng, lực lượng chức năng sẽ yêu cầu lái xe đưa xe vào trạm, lái xe sẽ điều khiển các lốp xe qua cảm biến cân, các cảm biến sẽ cộng các trục xe (tùy từng loại xe), sau đó thiết bị kết nối sẽ truyền dữ liệu về hệ thống của Cục Đường bộ Việt Nam (ĐBVN), in phiếu cân, nếu xe vi phạm sẽ tiến hành lập biên bản ngay tại chỗ.

Theo đánh giá, các trạm KSTTX lưu động hoạt động khá hiệu quả. Thống kê của Cục ĐBVN cho thấy, từ tháng 4/2014 đến tháng 8/2016, các trạm KSTTX lưu động đã dừng, kiểm

tra 1.431.210 lượt ô tô, phát hiện và lập biên bản 165.595 trường hợp vi phạm, xử phạt hành chính nộp Kho bạc Nhà nước 959 tỷ đồng, tước quyền sử dụng giấy phép lái xe 69.600 trường hợp, qua đó số lượng xe quá tải đã giảm còn khoảng gần 10%.

Theo Cục ĐBVN, trong số 63 trạm cân lưu động kể trên đến thời điểm này chỉ còn hoạt động 46 trạm. Số trạm dừng hẳn hoặc tạm dừng do đang sửa chữa, chờ phụ tùng thay thế hoặc không có nhân lực vận hành là 18 trạm (Hưng Yên, Bắc Kạn, Điện Biên, Sơn La, Phú Thọ, Đắk Lắk, Đắk Nông, Phú Yên, Đồng Nai, Bà Rịa - Vũng Tàu, TP. Hồ Chí Minh, Long An, Tiền Giang, Đồng Tháp, Cần Thơ, Kiên Giang, An Giang). Trong số 46 trạm đang hoạt động thì hàng ngày có rất nhiều trạm mất kết nối tín hiệu, dữ liệu hoạt động về phần mềm KSTTX của Cục ĐBVN.

Ông Ngô Văn Điểm, Trạm trưởng Trạm KSTTX tỉnh Hòa Bình chia sẻ, để duy trì một trạm, chi phí hoạt động và nhân sự cũng khá cao (khoảng 12 - 18 người/trạm/3 ca). Tuy nhiên, một thực tế xảy ra là không kiểm soát được toàn bộ số xe quá tải qua trạm mà chỉ những xe lực lượng chức năng nghi ngờ có dấu hiệu vượt quá tải trọng mới được yêu cầu đưa vào cân kiểm tra tải trọng. Những trạm không hoạt động thường xuyên sẽ bị hạn chế bởi thời tiết như mưa bão. Bên cạnh đó, thiết bị thay thế rất khan hiếm, nhà cung cấp thiết bị cân ở quá xa, khi hỏng hóc, chờ thay thế thì toàn bộ trạm phải nghỉ hoạt động. Thực tế, những xe quá tải vượt trạm thường diễn ra vào thời điểm lực lượng chức năng nghỉ, thay ca hoặc lái xe cố tình cho xe vượt trạm...

ƯU TIÊN CÔNG NGHỆ CÂN XE TỰ ĐỘNG

Theo ông Nguyễn Xuân Cường, Cục trưởng Cục ĐBVN, hiện nay cùng với xây dựng tiêu chuẩn trạm cân mới, Cục ĐBVN và các đơn vị đã và đang tổ chức triển khai thí điểm các trạm cân tự động tại Hải Phòng (QL5 đã đưa vào hoạt động xử lý vi phạm), trạm cân trên TL741 tại Bình Dương (đang làm thủ tục thí điểm xử phạt) và dự án hệ thống các trạm KSTTX tự động trên địa bàn TP. Hồ Chí Minh. Ưu điểm các trạm KSTTX tự động cho thấy kiểm soát tự động 24/24h trong mọi điều kiện thời tiết; giám sát 100% số lượt xe lưu thông trên đoạn đường đặt thiết bị cân. Trạm KSTTX tự động bảo đảm khách quan, không cần lực lượng chức năng có thẩm quyền làm việc trực tiếp tại hiện trường; chi phí cho việc vận hành, khai thác dữ liệu và xử phạt rất thấp. Đồng thời, với việc tuyên truyền đến lái xe, chủ xe vi phạm bị phát hiện, xử phạt, tình trạng xe quá tải nhanh chóng được ngăn chặn, chấm dứt, tạo hiệu ứng tích cực trong xã hội nói chung và việc chấp hành các quy định của pháp luật về giao thông đường bộ nói riêng.

Về công nghệ các trạm cân tự động, ông Cường cho biết, có hai loại là cảm biến Loadcell và thạch anh. Cân thạch anh dùng cảm biến điện tử, gắn trong khối bê tông thạch anh được gài trên mặt đường (10 - 15 cm). Nhược điểm của loại cân này là không cân tĩnh được, chỉ cân ở tốc độ 10 - 20 km/h, nếu bị hỏng thì bỏ toàn bộ khối thạch anh lắp trên mặt đường. Còn cân cảm biến Loadcell thì các cảm biến được gắn trên mặt cân (mỗi cân có khoảng 6 - 8 quả cảm biến) có thể cân từ dải cân từ 0 - 80 km/h với kết quả chính xác. Ưu điểm của cân cảm biến Loadcell là công tác bảo dưỡng rất đơn giản, nếu hỏng hóc chỉ hỏng cảm biến (có thể thay thế dễ dàng). Trong quá trình chạy thử nghiệm (từ năm 2013 đến 30/5/2023), nhà cung cấp mới phải thay 2 quả cảm biến❑

Trạm cân tự động trên QL5

KỶ NIỆM NGÀY THẾ GIỚI TƯỞNG NIỆM NẠN NHÂN TỬ VONG DO TNGT:

"Chúng tôi không thể cầm được nước mắt..."

KHÁNH HÀ - VĂN HUẾ

Đã trở thành thông lệ, cứ chủ nhật thứ 3 của tháng 11 hằng năm, lễ tưởng niệm các nạn nhân thiệt mạng do TNGT được Ủy ban ATGT Quốc gia tổ chức với thông điệp "Tưởng nhớ người đi, vì người ở lại" để nhắc nhở mọi người "nỗi đau" của hiểm họa TNGT vẫn còn hiện hữu.

Lãnh đạo Ban ATGT tỉnh Thái Nguyên và các cơ quan, ngành thăm hỏi chị Dương Thị Quỳnh bị TNGT mất bên chân phải

VƯỢT LÊN NỖI ĐAU

Năm 2023, hưởng ứng ngày Thế giới tưởng niệm các nạn nân tử vong do TNGT, Ủy ban ATGT Quốc gia xây dựng hoạt động tưởng niệm với chủ đề "Thượng tôn pháp luật để xây dựng văn hóa giao thông an toàn" và tổ chức các hoạt động thăm hỏi.

Thông qua hoạt động tưởng niệm các nạn nhân tử vong do TNGT cảnh báo cho toàn xã hội về thảm họa TNGT, các nguyên nhân dẫn đến TNGT, qua đó nâng cao nhận thức, ý thức của toàn dân trong việc chấp hành pháp luật trật tự ATGT để phòng tránh TNGT, đồng thời đề cao tinh thần trách nhiệm của các lực lượng làm công tác đảm bảo trật tự ATGT, góp phần thực hiện kéo giảm TNGT theo mục tiêu đề ra. Bên cạnh đó, thông qua sự kiện này kêu gọi sự giúp đỡ, chia sẻ từ cộng đồng về những tổn thất, mất mát, khó khăn của các nạn nhân, gia đình nạn nhân TNGT, vươn lên trong cuộc sống.

Ông Phạm Quang Huấn, Chánh Văn phòng Ban ATGT tỉnh Thái Nguyên cho biết, năm nay, Ban ATGT tỉnh kêu gọi nhiều nguồn kinh phí để chia sẻ với các nạn nhân TNGT, trong đó có hoàn cảnh của mẹ con chị Dương Thị Quỳnh (sinh năm 1989) và cháu Dương Gia Huy (sinh năm 2016) ngụ tại xã Đắc Sơn, TP. Phổ Yên. Hoàn cảnh của chị Quỳnh hết sức khó khăn, là mẹ đơn thân, làm công nhân tại Khu công nghiệp Samsung, ở với mẹ già hơn 70 tuổi. Sáng 12/10 vừa qua, trên đường đưa con đi học thì chị bị ngã xe, không may hai mẹ con bị xe tải cán qua. Hậu quả, chị Quỳnh bị đứt lìa chân phải, chân trái bị gãy xương cổ chân, còn cháu bé bị mép bánh xe tải đè lên nát hết phần thịt, cơ ống chân trái và dập nhiều phần xương. Hiện nay, chị Quỳnh đã tháo khớp gối chân phải, cháu bé phải phẫu thuật lần 2..., dự tính cháu phải nhiều lần phẫu thuật để xử lý xương, cấy mô... Điều đánh lo ngại nữa là cháu có dấu hiệu lo âu, hoảng loạn về tinh thần... Trước sự việc trên, Ban ATGT tỉnh đã đến và thăm hỏi, chia sẻ khó khăn, động viên mẹ con chị Quỳnh vượt qua giai đoạn khó khăn này.

Tương tự ông Lê Xuân Cử, Chánh Văn phòng Ban ATGT tỉnh Hòa Bình chia sẻ, hậu quả của TNGT là rất tàn khốc, nỗi đau mất đi người thân, mất đi trụ cột gia đình cứ đeo đẳng những người ở lại.

"Chúng tôi không thể cầm nước mắt khi đến thăm gia đình chị Bùi Thị Huệ (sinh năm 1996), ngụ tại xóm Gò Cha, xã Kim Bôi, huyện Kim Bôi. Chị Huệ bị TNGT và không qua khỏi, để lại con nhỏ dại cho bố mẹ đẻ chăm sóc. Các cháu còn quá bé để cảm nhận nỗi đau mất mẹ", ông Cử tâm sự.

Chia sẻ với chúng tôi, ông Long

Đoàn công tác của Ủy ban ATGT Quốc gia và Ban ATGT tỉnh Yên Bái thăm hỏi gia đình nạn nhân TNGT tại Yên Bái

(bố đẻ chị Huệ) ngậm ngùi: "Em nó ngắn phận, giờ chỉ cầu mong trời phật phù hộ cho những người trong gia đình được mạnh khỏe. Chúng tôi còn sống ngày nào sẽ cố gắng nuôi dạy các cháu ăn học nên người. Chúng tôi cũng mong các gia đình không phải gánh chịu nỗi đau mất đi người thân do TNGT".

TRÁCH NHIỆM TOÀN XÃ HỘI

Trao đổi với Tạp chí GTVT, ông Khuất Việt Hùng, Phó Chủ tịch chuyên trách Ủy ban ATGT Quốc gia cho biết, thăm hỏi nạn nhân, người thân nạn nhân TNGT là việc làm thường xuyên của Ủy ban ATGT Quốc gia và ban ATGT các địa phương.

"Tất cả mọi người đều tiếc thương những người đã mất và chia sẻ nỗi đau với những người thân trong gia đình nạn nhân. Việc thăm hỏi các nạn nhân, gia đình nạn nhân là một hành động hết sức ý nghĩa, cần sự đồng cảm, tham gia của toàn xã hội", ông Khuất Việt Hùng nói.

Được biết, hưởng ứng ngày Thế giới tưởng niệm các nạn nhân tử vong do TNGT, ngày 12/11, đoàn công tác của Ủy ban ATGT Quốc gia phối hợp với UBND tỉnh Yên Bái và UBND thị xã Nghĩa Lộ đã đến thăm hỏi, động viên các gia đình nạn nhân TNGT trên địa bàn thị xã Nghĩa Lộ. Đoàn công tác đã đến thăm hỏi, tặng quà cho gia đình ông Sầm Văn Tuyền và gia đình bà Sầm Thị Dương có 3 người con tử vong do TNGT vào 23h ngày 10/12/2022, tại km137+690, QL1A (phường Đại Phúc, TP. Bắc Ninh, tỉnh Bắc Ninh). Được biết, ông Tuyền và bà Dương là anh em ruột, cháu Hoàng Bích D. là con duy nhất của gia đình bà Sầm Thị Dương. Bà Sầm Thị Dương có hoàn cảnh đặc biệt, đã ly hôn, hiện sống một mình.

Tại các gia đình, đoàn công tác của Ban ATGT tỉnh Yên Bái và Ủy ban ATGT Quốc gia đã chia sẻ những mất mát và động viên các thành viên trong gia đình vượt qua đau thương, vươn lên trong cuộc sống, đồng thời thường xuyên tuyên truyền, nhắc nhở người thân, hàng xóm chấp hành nghiêm pháp luật khi tham gia giao thông.

Thay mặt đoàn công tác, lãnh đạo Ủy ban ATGT Quốc gia đề nghị chính quyền địa phương tạo điều kiện thuận lợi tốt nhất cho các gia đình có nạn nhân bị tử vong trong các vụ TNGT; tiếp tục tăng cường tuyên truyền và xử lý nghiêm các vi phạm về trật tự ATGT, nhất là các hành vi như: Giao xe cho trẻ không đủ tuổi, không đội mũ bảo hiểm, vi phạm quy định tốc độ, đi sai phần đường làn đường, chuyển hướng không quan sát, sử dụng rượu bia khi lái xe... Đặc biệt, các cơ quan chức năng và cơ quan thông tấn báo chí của tỉnh tiếp tục chia sẻ các kiến thức và kỹ năng tham gia giao thông an toàn, phòng tránh TNGT, qua đó giáo dục ý thức, trách nhiệm của mỗi người, góp phần kéo giảm TNGT trong thời gian tới ❑

Thành lập 2 đoàn thăm hỏi gia đình nạn nhân

Ủy ban ATGT Quốc gia đã thành lập 2 đoàn công tác do ông Trần Hữu Minh, Chánh Văn phòng Ủy ban ATGT Quốc gia làm Trưởng đoàn đi thăm, động viên các gia đình nạn nhân tử vong do TNGT tại tỉnh Hậu Giang và Yên Bái. Cũng trong dịp này, Chủ tịch Ủy ban ATGT Quốc gia đã quyết định hỗ trợ kinh phí cho 80 nạn nhân, gia đình nạn nhân tử vong do TNGT năm 2023 với mức hỗ trợ 2.000.000 đồng/ nạn nhân, gia đình nạn nhân.

Thay đổi tư duy, chính sách để thu hút đầu tư hạ tầng giao thông

Bộ trưởng Bộ GTVT Nguyễn Văn Thắng trả lời chất vấn của đại biểu tại Kỳ họp thứ 6, Quốc hội Khóa XV

VŨ THÀNH VŨ

Bộ trưởng Bộ GTVT Nguyễn Văn Thắng cho biết, Bộ GTVT sẽ tham mưu Chính phủ để trình điều chỉnh cơ chế, chính sách, thu hút nhà đầu tư, đồng thời có những tháo gỡ cho các dự án đầu tư giao thông đường bộ như nâng tỷ lệ vốn nhà nước hỗ trợ nhà đầu tư PPP.

VÌ SAO KHÓ THU HÚT VỐN ĐẦU TƯ HẠ TẦNG GIAO THÔNG?

Tại phiên chất vấn và trả lời chất vấn tại Kỳ họp thứ 6, Quốc hội Khóa XV, nhận được nhiều câu hỏi và tranh luận của các đại biểu Quốc hội (ĐBQH), Bộ trưởng Bộ GTVT Nguyễn Văn Thắng đã trả lời thẳng thắn, sát thực tế với tinh thần trách nhiệm, cầu thị về hàng loạt vấn đề "nóng" của ngành GTVT đang được cử tri cả nước quan tâm. Đáng chú ý trong đó là các nội dung về thu hút đầu tư dự án giao thông đường bộ theo hình thức đối tác công - tư (PPP).

Theo Bộ trưởng Nguyễn Văn Thắng, từ khi Luật PPP được ban hành, việc thu hút các dự án chưa được nhiều, chưa hiệu quả. Thời gian gần đây, Bộ GTVT đã phối hợp với các bộ, ngành, địa phương để kêu gọi doanh nghiệp tham gia. Lý do các dự án PPP chưa thu hút được doanh nghiệp, về khách quan do tình hình kinh tế trong nước và quốc tế khó khăn nên doanh nghiệp bị ảnh hưởng. Mặt khác, đầu tư trong lĩnh vực giao thông lợi nhuận không cao và có nhiều rủi ro.

Trong khi đó, liên quan đến hiệu quả của dự án, nhà đầu tư thu hồi vốn trên lưu lượng xe, trong khi các dự án lưu lượng phân bổ không đồng đều nên có những bất lợi cho nhà đầu tư. Cùng với đó, phần vốn nhà nước hỗ trợ tối đa 50%, trong khi chi phí không nhỏ dành cho giải phóng mặt bằng nên vốn thực chất hỗ trợ cho doanh nghiệp chưa nhiều. Bên cạnh đó còn một số vấn đề về cơ chế nên hiện chưa có nhà đầu tư nước ngoài tham gia.

"Vấn đề lớn, quan ngại là giải phóng mặt bằng. Các dự án PPP thường tách giải phóng mặt bằng làm trước và doanh nghiệp chủ yếu triển khai thi công dự án. Nhận diện được các khó khăn này, Bộ GTVT sẽ tham mưu Chính phủ để trình điều chỉnh cơ chế, chính sách thu hút nhà đầu tư. Với tinh thần đó, tại Kỳ họp thứ 6, Quốc hội khóa XV, Chính phủ trình Quốc hội những giải pháp nhằm tháo gỡ cho các dự án đầu tư giao thông đường bộ như nâng tỷ lệ vốn nhà nước hỗ trợ nhà đầu tư", Bộ trưởng Nguyễn Văn Thắng cho hay.

TẠO ĐỘT PHÁ TỪ TĂNG TỶ LỆ VỐN NHÀ NƯỚC TẠI DỰ ÁN PPP GIAO THÔNG

Đại biểu Phạm Thúy Chinh (Đoàn ĐBQH tỉnh Hà Giang) cho rằng, nếu quá tập trung vào việc nâng tỷ lệ vốn nhà nước tham gia vào các dự án PPP sẽ dễ trở thành một hình thái khác của đầu tư công. Một trong những việc Nhà nước cần làm là đảm bảo thực hiện đúng những cam kết của mình trong các dự án PPP.

Trả lời đại biểu Phạm Thúy Chinh, Bộ trưởng Nguyễn Văn Thắng cho biết, các dự án PPP hiện chưa thu hút được các doanh nghiệp cả trong và ngoài nước. Toàn quốc hiện có 5,2 triệu ô tô nhưng phân bố không đồng đều (riêng TP. Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh đã chiếm xấp xỉ 50%). Việc phân bố phương tiện không đồng đều khiến thu hút đầu tư dự án PPP khó khăn. Cùng với đó, trong giai đoạn 2016 có khoảng 70 dự án PPP, nhưng đến nay rất nhiều dự án có vướng mắc chưa thể tháo gỡ được, ảnh hưởng đến niềm tin của doanh nghiệp.

Đồng tình với đại biểu Phạm Thúy

Thi công cao tốc Diễn Châu - Bãi Vọt theo hình thức PPP

Năm 2024 ban hành quy chuẩn cao tốc, xử lý dứt điểm bất cập dự án BOT

Liên quan đến lĩnh vực GTVT, phát biểu ngày 8/11 tại Quốc hội sau khi kết thúc phiên chất vấn, Chủ tịch Quốc hội Vương Đình Huệ yêu cầu tập trung tháo gỡ khó khăn, vướng mắc, đẩy nhanh tiến độ và nâng cao chất lượng các dự án hạ tầng giao thông, đặc biệt là các dự án, công trình trọng điểm, đồng thời nâng cao chất lượng công tác chuẩn bị đầu tư, nhất là các dự án đường bộ cao tốc và phân kỳ đầu tư phù hợp. Chủ tịch Quốc hội yêu cầu đẩy nhanh tiến độ nghiên cứu thí điểm sử dụng cát biển làm vật liệu san lấp; ban hành quy chuẩn đường cao tốc của Việt Nam trong quý I/2024; có cơ chế, chính sách thu hút nguồn lực xã hội để đầu tư kết cấu hạ tầng giao thông.

"Trong năm 2024 sẽ sửa đổi, bổ sung, hoàn thiện các quy định pháp luật liên quan đến hệ thống thu phí điện tử không dừng; xử lý dứt điểm các vướng mắc, bất cập đối với một số dự án BOT; huy động hiệu quả các nguồn lực để phát triển kết cấu hạ tầng giao thông đường sắt", Chủ tịch Quốc hội Vương Đình Huệ nêu một số nhiệm vụ cụ thể.

Chinh về việc tăng tỷ lệ vốn nhà nước tham gia vào các dự án PPP không phải là yếu tố quyết định để thu hút các nhà đầu tư, Bộ trưởng Nguyễn Văn Thắng cho biết, Bộ GTVT đang từng bước nghiên cứu, phối hợp với các bộ, ngành tham mưu Chính phủ, Quốc hội giải pháp khắc phục những khó khăn, vướng mắc hiện nay.

"Chúng ta phải chủ động thay đổi tư duy trong việc thu hút đầu tư hạ tầng giao thông. Bộ GTVT sẽ chuẩn bị đầy đủ các điều kiện và phối hợp với địa phương sớm tổ chức hội nghị xúc tiến kêu gọi đầu tư vào kết cấu hạ tầng giao thông", Bộ trưởng Nguyễn Văn Thắng nói và cho biết, giải pháp tới đây là tiếp tục đẩy mạnh thu hút nguồn vốn doanh nghiệp thông qua triển khai hình thức nhượng quyền thu phí, đấu giá quyền thu phí. Thực tế tại nhiều dự án hiện nay có khả năng thực hiện hình thức này. Theo đó, Nhà nước có thể rút vốn ra khỏi các dự án để tiếp tục đầu tư vào kết cấu hạ tầng giao thông.

Tranh luận về việc tham gia vốn nhà nước vào các dự án PPP giao thông, đại biểu Vũ Tiến Lộc (Đoàn ĐBQH TP. Hà Nội) cho rằng, các dự án PPP cần phải căn cứ vào tính chất của từng dự án, trong từng giai đoạn để quyết định tỷ lệ vốn nhà nước bao nhiêu cho phù hợp. Đặc biệt đối với vùng sâu, vùng xa cần phát triển cơ sở hạ tầng giao thông và trong bối cảnh tiếp cận vốn tín dụng ngân hàng cho các dự án PPP giao thông khó khăn, kể cả Nhà nước đầu tư khoảng 85 - 90%, còn thu hút khoảng 5 - 15% của tư nhân vào dự án là điều rất tốt.

Bộ trưởng Nguyễn Văn Thắng đồng tình với quan điểm của đại biểu Vũ Tiến Lộc và cho biết, theo thông lệ quốc tế, các quốc gia cơ bản không khống chế tỷ lệ phần trăm vốn nhà nước tham gia vào dự án PPP, thậm chí những dự án có lưu lượng cao, tỷ lệ thu vốn cao, Nhà nước chỉ tham gia khoảng 20%. Dựa vào tính chất, phương án tài chính của từng dự án để quyết định việc ngân sách nhà nước tham gia nhiều hay ít, miễn là đảm bảo công trình thu hút được nhà đầu tư, hài hòa lợi ích giữa người dân, doanh nghiệp và Nhà nước.

Bộ GTVT cũng đang kiến nghị, đề xuất sửa đổi Luật PPP trong thời gian tới nhằm đảm bảo triển khai thu hút được nhiều nhà đầu tư vào các dự án giao thông theo hình thức PPP.

Trước đó, tại phiên chất vấn ngày 6/11, Thống đốc Ngân hàng Nhà nước Nguyễn Thị Hồng cho biết, nhu cầu và khối lượng vốn cần cho các dự án về cơ sở hạ tầng giao thông rất lớn và với kỳ hạn dài. Trong khi đó, tính chất nguồn vốn của hệ thống tổ chức tín dụng là nguồn vốn huy động ngắn hạn nên việc cho vay với khối lượng lớn và dài hạn cũng bị ràng buộc, bởi tỷ lệ đảm bảo an toàn trong hoạt động của hệ thống các tổ chức tín dụng vừa qua cho thấy, nếu huy động bằng nguồn vốn ngắn hạn cho vay trung và dài hạn có thể dẫn tới rủi ro và hệ lụy cho ngân hàng. "Tính đến ngày 30/9, có 22 tổ chức tín dụng thực hiện cấp tín dụng đối với các dự án BOT, BT giao thông, tổng dư nợ 92.319 tỷ đồng", Thống đốc Ngân hàng Nhà nước thông tin.

Tuy nhiên, theo Thống đốc Nguyễn Thị Hồng, điều đáng chú ý là trong tổng dư nợ 92.319 tỷ đồng, nợ xấu chiếm 3,83%, còn nợ nhóm 2 chiếm đến 26,52%. Nợ nhóm 2 là nhóm nợ sát với nợ nhóm 3 (nợ xấu). Nguyên nhân chủ yếu là các phương án tài chính của dự án thường không đúng như với phương án tài chính xây dựng ban đầu. "Do vậy, chính sách huy động vốn cũng cần phải huy động nhiều nguồn lực tài chính khác, kể cả là trong nước và nước ngoài", bà Hồng cho hay ❑

Nên dùng tro đáy và tro bay nhiệt điện làm đường giao thông?

PGS. TS. NGUYỄN THANH SANG
Trường Đại học Giao thông vận tải

Tro xỉ từ nhà máy nhiệt điện được biết đến bao gồm tro đáy hay là xỉ đáy lò (bottom ash) và tro bay (fly ash) đã được nói đến rất nhiều và có các nghiên cứu chi tiết về các ứng dụng nhất là các ứng dụng trong xây dựng công trình đường ô tô.

THẾ GIỚI PHỔ BIẾN SỬ DỤNG TRO BAY VÀ TRO ĐÁY XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG

Từ những năm 1920, nhiều nhà máy nhiệt điện đốt than được xây dựng và phát thải ra nhiều tấn tro xỉ. Theo nghiên cứu tổng quan các ứng dụng tro bay, từ năm 2010, trên thế giới, tro xỉ phát ra khoảng 600 triệu tấn, trong đó có 500 triệu tấn là tro bay (chiếm 75 - 80%). Vào thời điểm này, các nước trên thế tận dụng từ 3% là nhỏ nhất cho đến 57% là lớn nhất và trung bình vào khoảng 16% của tổng lượng tro thải và ứng dụng nhiều nhất là xây dựng đường ô tô (từ lớp đắp nền cho đến lớp bê tông làm mặt đường) và đắp hoàn nguyên mỏ [1].

Ở Mỹ, tro bay được sử dụng để xây dựng đường từ những năm 1950. Năm 1974, Cục Quản lý cao tốc Liên bang Mỹ khuyến khích sử dụng tro bay trong tài liệu N5080.4 thay thế một phần xi măng bằng tro bay trong các ứng dụng. Năm 1983, Cục Liên bang về môi trường đã hướng dẫn cho toàn bộ xi măng và bê tông có chứa tro bay về vấn đề môi trường để tăng việc sử dụng tro bay. Cục Quản lý cao tốc Liên bang phối hợp với Hiệp hội Tro than đá Hoa Kỳ và Cơ quan bảo vệ môi trường Hoa Kỳ đề xuất tài liệu [2] đã hướng dẫn dùng tro bay trong tất cả các lớp vật liệu làm đường: Bê tông xi măng, gia cố base, lớp tự san, lớp đắp nền, cải thiện đất nền, bê tông asphalt và vữa rót trong sửa chữa. Nhiều tiêu chuẩn về tro bay nhiệt điện của Mỹ như: Kết cấu nền đắp, gia cố đất, bột khoáng cho bê tông asphalt cũng như tiêu chuẩn cho bê tông và vữa.

Ở Ấn Độ, tro bay được sử dụng khá nhiều, với khoảng 120 nhà máy nhiệt điện đốt than thải ra hàng năm khoảng 120 - 150 triệu tấn tro bay. Lượng thay thế 50% xi măng cùng với xỉ thép và cốt liệu tái chế để làm bê tông cường độ cao mà không ảnh hưởng đến môi trường [3]. Theo báo cáo của Úc [4] thì nước này hàng năm thải ra khoảng 12 triệu tấn ra bãi chứa và khoảng 44% được thu hồi tro bay để sử dụng các mục đích có lợi như gia cố nền đường, làm bê tông.

Tại một số quốc gia có mức độ phát thải tro xỉ nhiệt điện lớn thì tro xỉ nhiệt điện được tái sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực để tận thu tài nguyên như làm phụ gia cho xi măng, bê tông, làm vật liệu cho gạch, vữa xây không nung, cải tạo đất nông nghiệp và phần lớn phục vụ làm vật liệu xử lý nền, san lấp công trình hoặc hoàn nguyên mỏ... Theo số liệu từ Hội thảo tro than thế giới năm 2013, đối với lĩnh vực san lấp sử dụng ở mức khá như ở châu Âu với 18,98%; ở Ấn Độ với 6,4% cho đắp đường giao thông và 12,6% cho san nền; ở Mỹ chỉ hơn 11% được sử dụng để san lấp và thấp nhất là Nhật Bản với 5,6%.

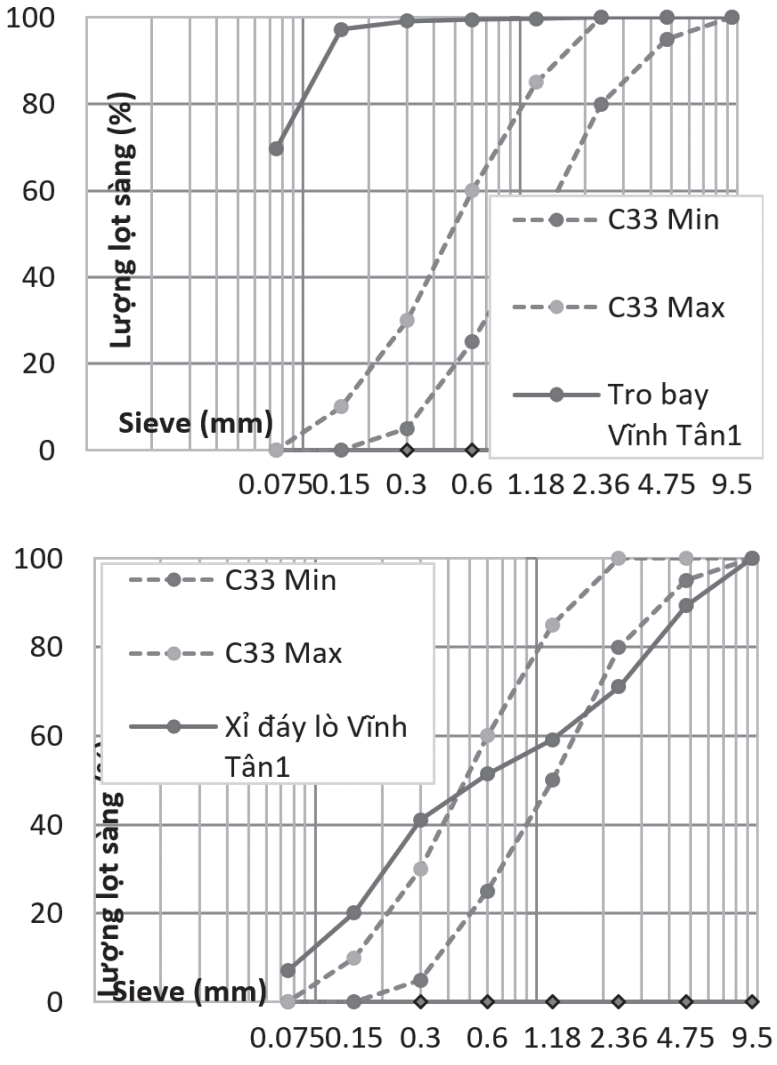
Ở Việt Nam, trước đây dùng cho bê tông đầm lăn ở đập thủy điện, nay việc sử dụng tro xỉ là hạn chế, chủ yếu sử dụng tro bay (dạng khô) làm phụ gia sản xuất xi măng và các cấu kiện bê tông, chưa có công trình giao thông nào sử dụng tro xỉ để đắp nền đường hoặc lớp base, subbase. Tính toán sơ bộ, nếu làm đường cấp III đồng bằng từ đất nền lên đến kết cấu có sử dụng tro bay thì dùng hết 1.000 tấn cho 1 km đường, nếu sử dụng cho đường giao thông nông thôn thì khoảng 500 tấn cho 1 km đường. Như vậy, có thể nói sử dụng tro bay, xỉ đáy lò trong xây dựng đường ô tô sẽ giảm đáng kể lượng tro bay và xỉ đáy lò thải ra.

Hiện tại, tro xỉ theo khái niệm của Bộ Xây dựng đưa ra gồm có tro bay (khoảng 70 - 80%) và xỉ đáy lò (chiếm khoảng 20 - 30%) tùy theo công nghệ đốt. Vì tro bay cỡ hạt <75 µm chiếm chủ yếu nên rất khó để là vật liệu đơn phương trong đất đắp nền, mà phải kết hợp xỉ đáy lò và vật liệu dạng hạt khác lớn hơn.

VIỆT NAM NHIỀU NGHIÊN CỨU VỀ TRO BAY VÀ TRO XỈ TRONG GIAO THÔNG

Đã có nhiều nghiên cứu về tro bay, xỉ đáy lò làm vật liệu cho bê tông xi măng, bê tông đầm lăn, vật liệu gia cố làm lớp móng mặt đường có liên quan đến giao thông. Nhóm nghiên cứu của Trường Đại học GTVT đã công bố các nghiên cứu: Sử dụng bê tông xi măng tro bay để phát triển bền vững kết cấu mặt đường ô tô (Tạp chí GTVT, số tháng 08, năm 2012); Nghiên cứu thực nghiệm về bê tông đầm lăn làm kết cấu mặt đường ô tô (Tạp chí GTVT, số tháng 07, năm 2013); Ứng dụng tro xỉ từ nhà máy nhiệt điện làm vật liệu cho công trình giao thông (Tạp chí Cầu đường, số tháng 10, năm 2016); Thiết kế thành phần bê tông xi măng nhiều tro bay cường độ cao dùng trong mặt đường ô tô (Tạp chí Cầu đường, số tháng 07, năm

2017); Nghiên cứu tính năng của bê tông hạt nhỏ nhiều tro bay dùng làm mặt đường giao thông nông thôn thi công bằng công nghệ đầm lăn (Tạp chí GTVT, số tháng 06, năm 2018); Nghiên cứu ứng dụng kết hợp tro bay Vĩnh Tân và Cát đỏ Bình Thuận làm lớp móng mặt đường giao thông nông thôn (Tạp chí GTVT, số tháng 03, năm 2019); Thiết kế thành phần và đặc tính kỹ thuật của bê tông đầm lăn hàm lượng tro bay cao làm móng mặt đường ô tô (Tạp chí GTVT, số tháng 03, năm 2021); Nghiên cứu chế tạo bê tông xi măng làm kết cấu móng mặt đường dùng cát đỏ Bình Thuận và tro bay Vĩnh Tân (Tạp chí Cầu đường, số 04, năm 2021); Các kết quả nghiên cứu tập trung về công bố chủ yếu nghiên cứu tro bay Hải Phòng - Quảng Ninh, tro bay Vũng Áng, tro bay Vĩnh Tân, cụ thể cấp phối thành phần hạt của tro bay và xỉ đáy lò Vĩnh Tân 1 ở *Hình 1*:



Hình 1: Thành phần hạt tro bay, xỉ đáy lò Vĩnh Tân 1

Theo kết quả nghiên cứu thì tro bay cơ bản là các hạt nhỏ như bột khoáng, còn xỉ đáy lò tương đương như cát nên để thành vật liệu đắp nền tốt cần phối trộn các cỡ hạt lớn hơn.

Nghiên cứu của đề tài khoa học cấp Bộ Xây dựng, mã số:110-16-TX, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội đã triển khai thi công đắp 100 m nền đường trên tuyến T4 thuộc cơ sở đào tạo thực nghiệm Trường Đại học Xây dựng Hà Nội tại Duy Tiên, Hà Nam bằng tro bay nhiệt điện Nghi Sơn với khối lượng tro xỉ sử dụng khoảng 1.000 tấn. Kết quả thử nghiệm cho thấy nền đường có chất lượng thỏa mãn các tiêu chuẩn quy định đối với nền đường đắp. Mô-đun đàn hồi đo được trên đỉnh nền là Eđh = 63 MPa, ở mức cao. Kết quả phân tích môi trường nước cho thấy các hàm lượng đều đạt ngưỡng tiêu chuẩn cho phép.

Nghiên cứu thử nghiệm của Bắc Ninh làm móng mặt đê kết hợp giao thông ở đoạn đê hữu sông Đuống, tỉnh Bắc Ninh từ km30+880 - km30+930, đạt CBR của móng mặt đê từ 50% trở lên, mặt đường đê bằng bê tông xi măng nhiều tro bay, đến nay vẫn ổn định và có chất lượng tốt.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Hệ thống tiêu chuẩn thiết kế, thi công và nghiệm thu đối với sử dụng tro xỉ trong san lấp, đắp nền đường ô tô và làm phụ gia cho bê tông và vữa xây khá đầy đủ để có thể ứng dụng trong thực tế. Tuy nhiên, hiện nay chưa có thi công thử nghiệm và chưa có công trình nào có quy mô tương tự sử dụng tro xỉ nhiệt điện đốt than để đắp nền đường, vì vậy để đưa được tro xỉ trong công tác thi công xây dựng đường giao thông đề nghị cơ quan hữu quan cho phép thử nghiệm ở quy mô lớn để có các biện pháp đánh giá chất lượng một cách tổng thể và đề xuất được các hướng dẫn kỹ thuật và định mức để áp dụng trong làm đường ô tô ❑

Tài liệu đã dẫn

[1]. M. Ahmaruzzaman, *A review on the utilization of Fly Ash,* Rrogress in Energy and Combustion Science 36 (2010), 327-363.

[2]. FHWA-IF-03-019, *Fly Ash Facts for Highway Engineers,* American Coal Ash Association.

[3]. Abid Haleem and partner (September, 2016), *Critical factors for the successful usage of fly ash in roads & bridges and embankments: Analyzing indian perspective, Resources Policy,* vol.49, pp.334-348.

[4]. Rintu Renjith and partner (20, April, 2021), *Optimization of fly ash based soil stabilization using secondary admixtures for sustainable road construction,* Journal of Cleaner Production, vol.294, 126264.

Phân tích ảnh hưởng của áp dụng công thức và tham số cấu tạo đến độ tin cậy của kết quả xác định lực căng trong dây cáp văng bằng phương pháp đo dao động

■ **PGS. TS. HOÀNG HÀ**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: hoangha.utc2020@gmail.com

TÓM TẮT: Lực căng trong các dây cáp xiên của các cầu dây văng (CDV) là một trong những thông số kỹ thuật quan trọng cần thu thập khi thử tải, kiểm định để đánh giá năng lực chịu tải của các CDV. Do khó khăn trong việc đo đạc trực tiếp nên lực căng trong các dây cáp xiên thường được xác định bằng phương pháp gián tiếp thông qua việc đo đạc tần số dao động của dây và các công thức thực nghiệm để suy ra lực căng trong chúng. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu, phân tích cách lựa chọn công thức và tham số để nâng cao độ chính xác của bài toán xác định lực căng trong các dây cáp xiên trong thực tế ở Việt Nam.

TỪ KHÓA: Cầu dây văng, dây cáp xiên, lực căng trong dây cáp xiên, tham số kỹ thuật, công thức thực nghiệm.

ABSTRACT: Tension force in stayed cables of cable-stayed bridges (CDV) is one of the important technical information to be collected when testing loads and verifying to evaluate the load-carrying capacity of CDVs. Because of the difficulty of direct measurement, the tension in stay cables is often determined by indirect methods through measuring the frequency of vibrations of the ropes and empirical formulas to deduce the tension in them. This paper presents research results and analyzes how to choose formulas and parameters to improve the accuracy of the problem of determining tension in cable-stayed cables in practice in Vietnam.

KEYWORDS: Cable-stayed bridge, cable-stayed cable, tension in cable, technical parameters, empirical formula.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dây cáp văng hay còn gọi là dây văng hay dây xiên là một trong các bộ phận chịu lực chủ yếu trong CDV. Do có cấu tạo một đầu neo trên tháp cầu, một đầu neo vào hệ dầm mặt cầu nên các dây văng đóng vai trò như các gối đỡ đàn hồi nâng đỡ hệ mặt cầu xe chạy và tải trọng trên nó. Về mặt công nghệ, để đảm bảo yếu tố hình học và độ cứng của toàn hệ, các dây văng được kéo căng ở giai đoạn thi công để chịu lực do tĩnh tải kết cấu mặt cầu và tạo lực kéo trong các dây văng để điều chỉnh nội lực và kích thước hình học tổng thể kết cấu CDV. Ở giai đoạn khai thác, các dây văng còn chịu thêm thành phần nội lực do hoạt tải. Qua quá trình khai thác, nội lực trong các dây văng có thể thay đổi do các nguyên nhân khác nhau. Để đảm bảo an toàn, các dây văng cần phải định kỳ xác định nội lực (lực căng) trong mỗi dây văng nhằm đảm bảo:

- Tồn tại lực căng trong dây văng theo thiết kế đáp ứng yêu cầu chịu lực;
- Kiểm tra sự phân bố lại nội lực trong các dây văng đề phòng lực căng trong dây xấp xỉ hoặc vượt quá khả năng chịu lực của vật liệu;
- Kiểm tra các bộ phận cấu tạo của dây văng, tránh hiện tượng tụt neo, rỉ sét, đứt sợi...

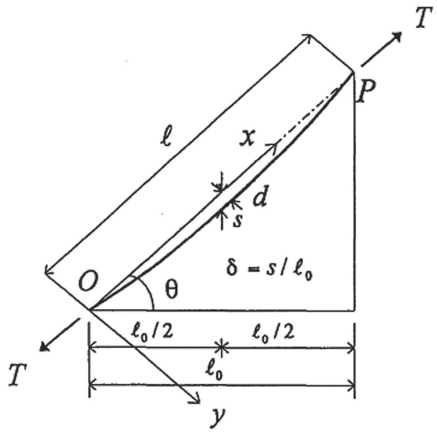
Đối với các CDV hiện đại có trang bị hệ thống quan trắc sức khỏe của cầu (BSHM) thì lực căng trong các dây văng chính và các bộ phận quan trọng của kết cấu được gắn các cảm biến (sensors) và thiết bị đo lực chuyên dụng (loadcell) nên có thể trực tiếp xác định lực căng, ứng suất, chuyển vị cần thiết ở mọi thời điểm. Do yêu cầu hợp lý chi phí nên trên thực tế các CDV nhịp nhỏ và trung bình bình và một số dây văng của các CDV nhịp lớn không được gắn thiết bị đo, vì vậy lực căng trong các dây văng cần được xác định khi thực hiện công tác kiểm định hay thử tải cầu. Trên thực tế, do các cáp chịu lực của các dây văng được đặt trong các ống HDPE và bơm vữa công nghiệp để bảo vệ chúng nên không thể gắn các thiết bị đo biến dạng tương đối để suy ra ứng suất và lực căng theo nguyên lý cơ học thông thường. Bài toán được giải quyết theo hướng đo đạc tần số dao động tự nhiên (tần số dao động riêng) của các dây văng và sử dụng các công thức bán thực nghiệm để suy ra lực căng trong các cáp dây văng. Tuy nhiên, cấu tạo thực tế

và điều kiện làm việc cũng như các yếu tố ảnh hưởng đến độ chính xác của số liệu đo dao động của các dây văng cần được hết sức quan tâm. Điều này cũng đã được chỉ dẫn rõ trong Tiêu chuẩn kỹ thuật: "Việc đo đạc kiểm tra tần số dao động riêng của các bộ phận kết cấu và mố trụ là cần thiết, nhưng phải do các đơn vị tổ chức có chuyên môn cao, có đủ thiết bị và nhân lực thực hiện công tác đo và phân tích kết quả để phục vụ chẩn đoán kết cấu" [3].

Bài báo sẽ đề cập một số vấn đề cần quan tâm đầy đủ hơn trong việc thu thập dữ liệu và phân tích tính toán lực căng trong các dây cáp của CDV trong giai đoạn thi công và khai thác.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT CỦA BÀI TOÁN CHẨN ĐOÁN LỰC CĂNG TRONG CÁP VĂNG

Cơ sở lý thuyết của bài toán xác định lực căng trong các dây văng của CDV được thiết lập dựa trên mô hình bài toán dao động uốn của một dây cáp xiên như trên *Hình 2.1*.



Hình 2.1: Mô hình và các thông số phân tích dao động của dây cáp xiên

Phương trình dao động của dây cáp xiên được đưa ra bởi tác giả Shimada (1994) có dạng:

$$EI\frac{\partial^4 v(x,t)}{\partial x^4} - T\frac{\partial^2 v(x,t)}{\partial x^2} - h(t)\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} + \frac{w}{g}\frac{\partial^2 v(x,t)}{\partial t^2} = 0 \quad (1)$$

Trong đó:

EI - Độ cứng chống uốn của dây cáp xiên (cáp dây văng);

v(x,t) - Chuyển vị theo phương - y vuông góc với phương OP trên *Hình 2.1* do dao động;

T - Lực căng trong dây cáp xiên dọc theo phương OP như trên *Hình 2.1*;

h(t) - Lực căng dọc trong dây cáp xiên do dao động gây ra;

w - Trọng lượng đơn vị dài của dây cáp xiên;

g - Gia tốc trọng trường.

Đưa vào các giả thiết v(x,t) << y và hình dạng dao động của cáp theo đường parabol cùng với các tham số mô hình như trên *Hình 2.1* có được phương trình:

$$EI\frac{\partial^4 v(x,t)}{\partial x^4} - T\frac{\partial^2 v(x,t)}{\partial x^2} + \frac{w}{g}\frac{\partial^2 v(x,t)}{\partial t^2} = \frac{8d}{\ell^2}h(t) \quad (2)$$

Phân tích cho thấy ảnh hưởng của thành phần h(t) là không đáng kể với các dạng thức dao động (mode) bậc 2 hoặc cao hơn, ngay cả khi lực căng T trong dây nhỏ [12] thì (2) trở thành:

$$EI\frac{\partial^4 v(x,t)}{\partial x^4} - T\frac{\partial^2 v(x,t)}{\partial x^2} + \frac{w}{g}\frac{\partial^2 v(x,t)}{\partial t^2} = 0 \quad (3)$$

Giải phương trình (3) cùng với một số giả thiết gần đúng nhưng đủ độ chính xác để làm cơ sở đưa ra các công thức bán thực nghiệm dùng để ước tính lực căng trong các dây cáp xiên của CDV (ngoài ra còn áp dụng cho các cầu vòm có dây treo) được áp dụng rộng rãi ở nhiều nước trên thế giới và đưa vào các tài liệu chỉ dẫn Quy trình quản lý, khai thác và bảo trì các CDV [4, 5]:

- Khi không xét đến độ võng của dây:

$$T = \frac{4w(f.\ell)^2}{g} \quad (4)$$

- Khi có xét đến độ võng của dây:

+ Trường hợp $3 \le \xi \langle 17$

$$T = \frac{4w(f.\ell)^2}{g}\left[0{,}875 - 10{,}89\left(\frac{C}{f}\right)^2\right] \quad (5)$$

+ Trường hợp $17 \le \xi$

$$T = \frac{4w(f.\ell)^2}{g}\left[1 - 2{,}2\left(\frac{C}{f}\right) - 2\left(\frac{C}{f}\right)^2\right] \quad (6)$$

Trong đó: ξ và C - Các tham số không thứ nguyên được xác định theo các công thức:

$$\xi = \sqrt{\frac{T}{E}}.\ell \quad (7); \quad C = \sqrt{\frac{EIg}{w\ell^4}} \quad (8)$$

Ở đây:

T - Lực căng trong dây cáp văng (kG);

f - Tần số dao động tự nhiên (tần số dao động riêng) của dây cáp xiên tương ứng với dạng thức dao động (mode) thứ 1, xác định bằng cách đo dao động cưỡng bức (Hz);

w - Trọng lượng đơn vị dài của cáp (kg/cm);

ℓ - Chiều dài dây cáp văng (cm);

g - Gia tốc trọng trường (981 cm/s^2);

E - Mô-đun đàn hồi của vật liệu dây cáp văng (cm^2);

I - Mô-men quán tính chống uốn của dây cáp văng (cm^4).

3. PHÂN TÍCH CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG TỚI ĐỘ CHÍNH XÁC KHI CHẨN ĐOÁN LỰC CĂNG TRONG CÁP VĂNG

Về nguyên lý, công thức tính toán lực căng được thiết lập trên cơ sở phân tích mối quan hệ cơ học giữa các tham số cấu tạo, lực căng và tần số dao động tự nhiên của các cáp dây văng. Tuy nhiên trên thực tế, các dây văng có cấu tạo rất khác nhau về đường kính, chiều dài, tham số kỹ thuật và vị trí lắp đặt thiết bị giảm chấn, có thế dao động theo nhiều dạng thức (mode) khác nhau...

a) - Đo tần số dao động cáp văng ở cầu Nhật Tân (Hà Nội)

b) - Bố trí loadcell để kiểm soát lực căng khi thi công cáp văng

c) - Thu thập dữ liệu dao động cáp dây văng vào máy tính

Hình 3.1: Các phương pháp tần số và lực căng trong các cáp dây văng trên thực tế

Các kết quả nghiên cứu [2, 5] đã cho thấy sự cần thiết phải phân tích kỹ lưỡng đặc điểm cấu tạo, tham số đặc trưng dao động của các cáp dây văng để chọn lựa công thức bán thực nghiệm suy ra lực căng trong chúng đảm bảo độ chính xác. Các yếu tố ảnh hưởng chính đến độ chính xác khi chẩn đoán lực căng trong các dây văng gồm:

- Ảnh hưởng của điều kiện môi trường đến kết quả đo gia tốc dao động của dây dẫn đến sự không chính xác của tần số dao động tự nhiên cần xác định.

Theo tính năng, một số loại thiết bị đo dao động làm việc chính xác trong giới hạn nhiệt độ trung bình từ 18^0C đến 30^0C [4, 5], ngoài ra còn phải kể đến nhiễu do gió ở thời điểm đo.

- Xác định các tham số cấu tạo của dây cáp văng không chính xác. Khi tiến hành đo đạc dao động của các cáp dây văng của các cầu đã qua thời gian khai thác, các tham số cấu tạo thường được lấy theo hồ sơ hoàn công và không được lưu ý đầy đủ. Trong [5] cũng như các tài liệu tương tự khác, tại Phụ lục J có chỉ dẫn "Khi xét chiều dài cáp, không được lấy chiều dài giữa các nêm của đầu neo để tính toán do sự co mặt của bộ phận giảm chấn bằng cao su được lắp tại đầu neo. Do đó, chiều dài cáp theo lý thuyết đã được xác định bằng phương pháp đo dao động cưỡng bức ngay từ trong giai đoạn thi công".

- Sử dụng công thức tính toán chưa phù hợp.

Các công thức tính lực căng (4) đến (8) về hình thức có phần đơn giản, tuy nhiên thực tế áp dụng không hoàn toàn thuận lợi. Các công thức thực tế được trình bày ở đây được áp dụng cho các loại cáp khác nhau, bất kể chiều dài và lực căng trong chúng với điều kiện có thể đo được độ rung của chế độ thấp bậc nhất hoặc bậc hai. Tuy nhiên, các công thức này có một giới hạn áp dụng nhất định và không mang lại kết quả tốt khi cáp không mảnh hoặc không đủ căng [11, 12].

Công thức (4) được xây dựng với giả thiết bỏ qua độ cứng chống uốn của cáp dây văng nên thường cho kết quả không sát với thực tế và chỉ phù hợp với các dây cáp văng ngắn và có góc nghiêng lớn. Dễ dàng nhận thấy trước khi xác định lực căng T, cần phải chọn một trong các công thức (5) hoặc (6) cần dựa vào tham số ξ. Tuy nhiên, để tính tham số này theo (7) lại phải dựa vào trị số lực căng T chưa xác định. Mặt khác, các giá trị của ξ chỉ được chỉ dẫn cho các trường hợp: $3 \le \xi < 17$ và $\xi \ge 17$. Ngoài các giới hạn trên, việc sử dụng công thức không được chỉ dẫn rõ ràng nên thông thường sau khi xác định tần số dao động tự nhiên thực đo chỉ áp dụng công thức (4) để tính toán.

4. NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP TĂNG CƯỜNG ĐỘ CHÍNH XÁC KHI CHẨN ĐOÁN LỰC CĂNG TRONG CÁP VĂNG

4.1. Đối với các công trình CDV đang thi công

Với điều kiện thiết bị hiện đại, lực căng trong các cáp dây văng được xác định nhờ các loadcell bố trí ở neo để kiểm soát lực căng *(Hình 3.1b)*, các số liệu này cần được ghi lại và chỉ dẫn rõ ràng hơn trong Tài liệu hướng dẫn quản lý, bảo trì và khai thác cầu. Tốt nhất là được so sánh với số liệu lực căng đo bằng phương pháp phân tích tần số dao động tự nhiên *(Hình 3.1c)*. Kết quả sẽ là căn cứ đủ độ tin cậy để tham chiếu cho các lần đo tần số dao động trong suốt quá trình khai thác, sử dụng cầu. Trên *Bảng 4.1* giới thiệu kết quả đối chiếu trị số lực căng bằng phương pháp đo dao động và tính toán theo công thức (5) với giá trị đo trực tiếp trong giai đoạn căng kéo cáp dây treo của cầu Phật Tích (Bắc Ninh) vào tháng 8/2023.

Bảng 4.1. Trị số lực căng trong các bó cáp treo cầu Phật Tích sau khi hoàn thành các lần căng kéo và kết quả kiểm tra bằng phương pháp đo dao động

Nhịp	Tên bó cáp	Kí hiệu phần tử	Lực căng trong các bó cáp (kN)							
			Lực kéo căng theo tính toán lý thuyết (kN)			Lực kéo căng thực tế (kN)		Lực căng kiểm tra bằng phương pháp đo tần số		
			Lần căng thứ 1	Lần căng thứ 2	Lần căng hiệu chỉnh (3)	Trị số đo	Sai số (%)	Tần số (Hz)	Lực căng (kN)	Sai số (%)
Nhịp P18-P19 L = 67.5m	V1-D1	C1.700	1701	2065	2065	2056,4	-0,40	4,105	2121,3	+3,1
	V2-D2	C1.701	1400	1556	1513	1522,1	+0,60	4,227	1620,3	+6,4
	V3-D3	C1.702	1301	1432	1382	1451,0	+4,99	4,532	1481,7	+2,1
	V4-D4	C1.703	1250	1551	1506	1522,7	+1,10	4,700	1581,0	+3,8
	V5-D5	C1.704	1348	2131	2087	2107,7	+1,00	4,547	2231,1	+5,8
	V6-D6	C1.705	1639	2724	2635	2662,1	+1,00	4,701	2737,6	+2,8
	V7-D7	C1.706	2194	3420	3245	3267,0	+0,70	4,929	3388,7	+3,7

4.2. Đối với các CDV đang trong quá trình khai thác

** Trường hợp có được số liệu lực căng trong các dây cáp văng từ các lần thử nghiệm trước đó:*

Trước khi tiến hành đo đạc tần số dao động tự nhiên cần thu thập đầy đủ số liệu lực căng của lần thử tải hay kiểm định trước đó để làm cơ sở xác định tham số ξ và chọn công thức tính trong số các công thức (4) hoặc (5).

** Trường hợp không có các số liệu lực căng trong các dây cáp văng từ các lần thử nghiệm trước, cần giải quyết vấn đề theo các hướng sau đây:*

Tính lặp để đồng nhất lực căng thực đo, trình tự tiến hành như sau:

- Bước 1: Ước tính sơ bộ lực căng T_0 trong dây cáp sử dụng công thức (4).
- Bước 2: Sử dụng T_0 đưa vào công thức (7) để xác định tham số ξ, từ đó lựa chọn trường hợp tính toán theo công thức (4) hoặc (5).
- Tính lực căng T_1 theo công thức (4) hoặc (5) đã chọn.
- So sánh T_0 với T_1 theo hệ thức: $\Delta T = T_0 - T_1 \le \delta$; δ - Sai số cho phép lấy bằng 1%.

** Biến đổi các phương trình lực căng theo tần số dao động lý thuyết:*

Cũng theo chỉ dẫn của Phụ lục J của [5], các phương trình lực căng (4), (5) và (6) được coi là hàm số của chiều dài ℓ, ta có thể biến đổi như sau:

- Xuất phát từ công thức tính tần số quen thuộc:

$$f_{lt} = \frac{n.\pi}{2\,\ell^2}\sqrt{\frac{EIg}{w}} \ (n=1,2,3,4...) \qquad (9)$$

Trong đó: f_{lt} - Tần số dao động tự nhiên của dây theo tính toán lý thuyết (Hz);

n - Số thứ tự của các mode dao động.

Từ (4) có được:

$$T = \frac{4\,w(f.\ell)^2}{g} = \frac{f^2\ell^2}{\frac{g}{4w}} = \frac{f^2\ell^2}{\frac{\ell^4}{EI}\frac{n^2\pi^2}{n^2\pi^2}\frac{}{4\ell^4}\frac{EIg}{w}} = \frac{EI\,n^2\pi^2}{\ell^2}\frac{f^2}{f_{lt}^{\ 2}} \qquad (10)$$

Đưa (10) vào (7) có được:

$$\xi = \ell\sqrt{\frac{T}{EI}} = \ell\sqrt{\frac{EIn^2\pi^2}{\ell^2 EI}\frac{f^2}{f_{lt}^2}} = n\pi\frac{f}{f_{lt}} \qquad (11)$$

Phương trình (8) có thể biến đổi như sau:

$$C = \sqrt{\frac{EIg}{w\ell^4}} = \frac{2}{n\pi}\frac{n\pi}{2\ell^2}\sqrt{\frac{EIg}{w}} = \frac{2}{n\pi}f_{lt} \qquad (12)$$

Đưa (12) vào (5) có được:

$$T = \frac{4\,w(f.\ell)^2}{g}\left[0{,}875 - 10{,}89\left(\frac{C}{f}\right)^2\right] = \frac{4\,w(f.\ell)^2}{g}\left[0{,}875 - 10{,}89\frac{4}{n^2\pi^2}\left(\frac{f_{lt}}{f}\right)^2\right] =$$

$$= \frac{4\,w(f.\ell)^2}{g}\left[0{,}875 - \frac{4{,}4135}{n^2}\left(\frac{f_{lt}}{f}\right)^2\right] \qquad (13)$$

Đưa (12) vào (6) có được:

$$T = \frac{4\,w(f.\ell)^2}{g}\left[1 - 2{,}2\left(\frac{C}{f}\right) - 2\left(\frac{C}{f}\right)^2\right] = \frac{4\,w(f.\ell)^2}{g}\left[1 - 2{,}2\frac{2}{n\pi}\left(\frac{f_{lt}}{f}\right) - 2\frac{4}{n^2\pi^2}\left(\frac{f_{lt}}{f}\right)^2\right]$$

$$= \frac{4\,w(f.\ell)^2}{g}\left[1 - \frac{1{,}40}{n}\left(\frac{f_{lt}}{f}\right) - \frac{0{,}8106}{n^2}\left(\frac{f_{lt}}{f}\right)^2\right] \qquad (14)$$

Nhận xét:

- Bằng các phép biến đổi logic đã đưa được các phương trình (4), (5), (6) và (7) về các phương trình (10), (13), (14) và (11) tương ứng với các tham số trong chúng chỉ phụ thuộc vào các tham số cấu tạo và tần số dao động tự nhiên *f* thu thập được từ đo dao động cưỡng bức của các dây văng và tần số dao động tự nhiên lý thuyết f_{lt}. Kết quả này giúp cho việc tính toán lực căng T trong dây được đơn giản và tường minh hơn.
- Trong các phương trình (10), (11), (13) và (14) đối với dạng thức (mode) dao động thứ 1 có *n* = 1. Đối với các dây cáp văng có chiều dài lớn và lực căng không lớn thường khó tạo xung lực cưỡng bức để đo được các tần số dao động tự nhiên các dạng thức dao động thứ 1 [12] thì hoàn toàn có thể sử dụng tần số dao động tự nhiên ở các dạng thức cao hơn n = 2,3,4,5...
- Phương trình (11) khi áp dụng cho dạng thức (mode) dao động thứ nhất và giả thiết tần số tính toán bằng tần số đo sẽ cho kết quả tham số ξ = π = 3,1426. Điều này đã giải thích lý do các chỉ dẫn [4, 5] chỉ ấn định các trường hợp tính toán cho ξ ≥ 3. Điều này cũng cho thấy trong [12] kiến nghị các trường hợp ξ ≤ 3 là không thực sự cần thiết.

5. ÁP DỤNG CHẨN ĐOÁN LỰC CĂNG TRONG CÁP VĂNG CHO CẦU BÍNH

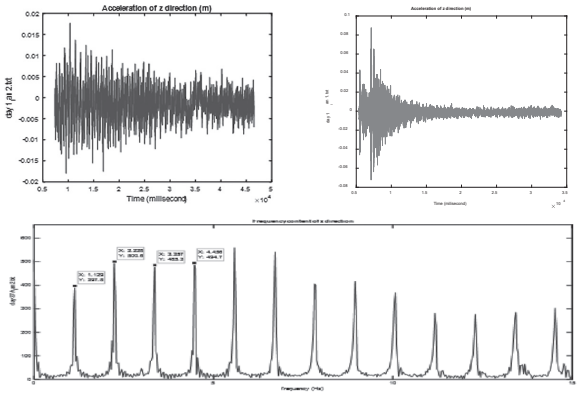
Dựa trên kết quả đo dao động các dây cáp văng của cầu Bính (Hải Phòng), tiến hành tính toán lực căng trong các dây cáp văng sử dụng tần số dao động đo được. Để có đủ độ tin cậy đã tiến hành đo tần số dao động tự nhiên cho các dây tại các vị trí neo (C1 và C40), các vị trí gần trụ tháp (C10, C11, C30, C34) và các dây trung gian (C4, C7, C14, C17, C24, C27, C34, C37) cho cả dàn dây thượng lưu và hạ lưu.

Bảng 5.1. So sánh kết quả tính toán lực căng bằng phương pháp đo dao động

Số thứ tự bó cáp	Đường kính bó cáp	Diện tích mặt cắt ngang	Số lượng sợi thép trong bó cáp	Trọng lượng theo đơn vị dài	Chiều dài tính toán của bó cáp	Tần số tự nhiên thực đo	Lực căng tính theo công thức (6)	Lực căng tính theo công thức (14)	Sai lệch
	(m)	(m²)	-	(kg/m)	(m)	(Hz)	(kN)	(kN)	%
	Dàn dây phía Hạ lưu- Sử dụng tần số dao động theo dạng thức (mode) thứ 1								
C1	0,139	0,009	241	76,400	126,964	0,975	4603,26	4604,10	0,022
C4	0,119	0,007	187	58,700	108,012	1,075	3138,96	3138,31	0
C7	0,099	0,005	121	38,400	77,405	1,800	3263,85	3263,77	0
C10	0,087	0,004	91	28,600	54,180	2,463	2371,08	2370,76	0,013
C11	0,081	0,003	85	26,700	52,273	2,413	1587,94	1587,90	0
C14	0,101	0,005	127	40,200	74,396	1,558	2253,95	2254,18	0,01
C17	0,113	0,006	163	51,300	104,501	1,213	932,30	932,38	0
C20	0,133	0,008	211	67,200	137,420	0,892	4566,15	4565,97	0
	Dàn dây phía Thượng lưu - Sử dụng tần số dao động theo dạng thức (mode) thứ 2								
C21	0,133	0,008	211	67,200	137,420	1,768	3985,44	3986,99	0,039
C24	0,113	0,006	163	51,300	104,501	2,473	3338,02	3338,07	0

Số thứ tự bó cáp	Đường kính bó cáp	Diện tích mặt cắt ngang	Số lượng sợi thép trong bó cáp	Trọng lượng theo đơn vị dài	Chiều dài tính toán của bó cáp	Tần số tự nhiên thực đo	Lực căng tính theo công thức (6)	Lực căng tính theo công thức (14)	Sai lệch
	(m)	(m^2)	-	(kg/m)	(m)	(Hz)	(kN)	(kN)	%
C27	0,101	0,005	127	40,200	74,396	3,288	2507,81	2505,89	-0,076
C31	0,087	0,004	91	28,600	54,180	5,251	2694,34	2695,01	0,025
C30	0,081	0,003	85	26,700	52,273	5,046	1722,30	1727,07	0,027
C34	0,099	0,005	121	38,400	77,405	3,599	3241,22	3241,84	-0,019
C37	0,119	0,007	187	32,020	108,012	2,251	3437,75	3437,04	0
C40	0,139	0,009	241	76,400	126,964	1,890	4398,80	4397,11	-0,038

Dao động của các dây cáp văng được đo bằng thiết bị đo gia tốc và chuyển đổi thành dạng biểu đồ tần số bằng Fast Fourier Transportation - FFT như trên *Hình 5.1*. So sánh kết quả tính lực căng trong dây cáp văng theo các công thức truyền thống (4) đến (6) và công thức đề xuất (10) và (14) với việc sử dụng tần số dao động bậc cao được trình bày trong *Bảng 5.1* cho thấy độ phù hợp và tin cậy của công thức đề xuất.



Hình 5.1: Kết quả đo gia tốc dao động của dây cáp văng và dạng biến đổi tần số theo FFT

6. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

- Tính toán lực căng trong các dây cáp văng là nội dung quan trọng trong công tác thử tải, kiểm định các CDV nhằm có được kết quả tin cậy trong việc đánh giá trạng thái kỹ thuật của cầu nên cần được đặc biệt quan tâm, đảm bảo độ chính xác.

- Các công thức bán thực nghiệm (4) đến (8) theo chỉ dẫn [4, 5] được sử dụng rộng rãi ở Nhật Bản và Việt Nam đã được một lần nữa kiểm chứng tính phù hợp và độ tin cậy qua kết quả nghiên cứu ở dự án cầu Phật Tích *(Bảng 4.1)*.

- Các công thức kiến nghị (9) đến (14) là dạng biến đổi của các công thức từ (4) đến (9) quen thuộc cho thấy sự trùng hợp gần như tuyệt đối với các công thức đã được chỉ dẫn trong các tài liệu kỹ thuật chính thức [4, 5] *(Bảng 5.1)* nhưng sử dụng đơn giản và nhanh chóng hơn do phụ thuộc chủ yếu vào việc tính toán tần số dao động tự nhiên lý thuyết *(f_{lt})*. Một ưu điểm đáng kể của các công thức kiến nghị là cũng cho phép áp dụng với các tần số dao động tương ứng với các dạng thức dao động (mode) bậc cao: *n*=2,3,4,5...

- Khi áp dụng thực tế đo đạc tần số dao động của các dây cáp văng, nếu xảy ra trường hợp do ảnh hưởng của thời tiết hay do độ chính xác của thiết bị đo mà kết quả đo đạc tần số dao động tự nhiên ở dạng thức (mode) thứ 1 không đủ độ tin cậy thì có thể sử dụng các tần số dao động tự nhiên đo được ở các dạng thức (mode) cao hơn như n=2,3,4... để tính toán lực căng trong các cáp dây văng bằng các công thức (10) và (14) với đủ độ tin cậy.

- Nghiên cứu này đã làm sáng tỏ hơn về bản chất của khoa học và độ tin cậy của phương pháp xác định lực căng trong các dây cáp văng của CDV và các công trình cầu sử dụng hệ dây nói chung và hoàn toàn có thể áp dụng vào thực tế.

Tài liệu tham khảo

[1]. *Tiêu chuẩn thiết kế cầu TCNV 11823:2017.*

[2]. *Tiêu chuẩn kiểm định cầu 22TCN 243-98.*

[3]. *Tiêu chuẩn đánh giá tải trọng khai thác cầu đường bộ TCVN 12882:2020.*

[4]. Tổng công ty Xây dựng Thăng Long (2004), *Quy trình quản lý, khai thác và bảo trì cầu Kiền - Dự án xây dựng Quốc lộ 10*, Liên danh Công ty Xây dựng Sumitomo - Mitsui, Hà Nội.

[5]. Bộ GTVT (2006), *Quy trình quản lý, khai thác và bảo trì cầu Bãi Cháy.*

[6]. Liên danh Viện Khoa học và Công nghệ GTVT - Trung tâm NCTV và TNCT - Trường Đại học GTVT - Trung tâm Tư vấn 18-PMU18 (2004), *Báo cáo kết quả thử tải cầu Kiền - Quốc lộ 10*, Hà Nội.

[7]. Trung tâm NCTV và TNCT - Trường Đại học GTVT (2004), *Báo cáo kết quả thử tải cầu Bính, Hải Phòng*, Hà Nội.

[8]. Tổng cục Đường bộ Việt Nam (2016), *Báo cáo kết quả kiểm tra chi tiết CDV Mỹ Thuận.*

[9]. Cục Đường bộ Việt Nam (2022), *Báo cáo kiểm định cầu Đakrông, Quảng Trị.*

[10]. Zarbaf, S. E. H. A. M., Norouzi, M., Allemang, R., Hunt, V., Helmicki, A., & Venkatesh, C. (2018), *Vibration-based cable condition assessment: a novel application of neural networks*, Engineering Structures, 177, pp.291-305.

[11]. Cho, S., Yim, J., Shin, S. W., Jung, H. J., Yun, C. B., & Wang, M. L. (2013), *Comparative field study of cable tension measurement for a cable-stayed bridge*, Journal of Bridge Engineering, 18(8), pp.748-757.

[12]. Hiroshi Zui, Tohru Shike and Yoshio Namita (Jun, 1996), *Practical Formulas for Estimation of Tension by vibration method*, Journal of Structural Engineering, 122, pp.651-656.

Ngày nhận bài: 15/9/2023
Ngày chấp nhận đăng: 02/10/2023
Người phản biện: PGS. TS. Trần Thu Hằng
PGS. TS. Nguyễn Hữu Hưng

Tổng quan về bê tông thấm nước ứng dụng trong xây dựng công trình đường giao thông

■ **TS. NGUYỄN LỘC KHA**
Phân hiệu tại TP. Hồ Chí Minh, Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: khanl_ph@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Bài báo trình bày một cách tổng quan về việc ứng dụng bê tông thấm nước (Porous Concrete, bê tông PC) để làm đường giao thông. Trong đó, ưu điểm nổi bật của bê tông này là tạo ra các lỗ rỗng dạng tổ ong từ bên ngoài xuyên qua cả khối bê tông để có thể thấm hút nước, hấp thụ âm thanh. Bên cạnh đó, bài báo cũng giới thiệu về thành phần cấu tạo nên hỗn hợp bê tông PC, về cường độ vật liệu cũng như khả năng chống trượt của bề mặt vật liệu. Qua đó, tác giả kiến nghị nên sử dụng bê tông này để xây dựng các công trình đường giao thông cũng như tận dụng ưu điểm để chế tạo các cấu kiện xây dựng khác.

TỪ KHÓA: Bê tông thấm nước, mặt đường hút nước, mặt đường bền vững.

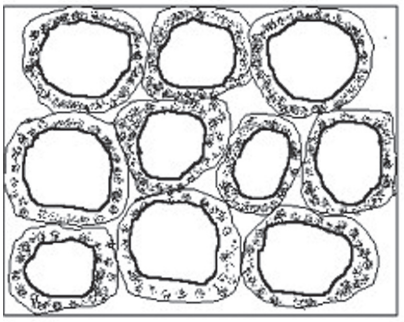
ABSTRACT: The article provides a general overview of the use of porous concrete (PC) in the construction of roads. This concrete's unique benefit is that it develops pores from the outside through the entire block to absorb sound and water. The article also discusses the composition of the PC concrete mixture, the material's strength and the pavement's ability to resist skidding. As a result, the author suggests using the PC to construct roads as well as using its benefits to produce other construction-related components.

KEYWORDS: Porous concrete, permeable pavement, sustainable pavement.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bê tông thấm nước (porous concrete, bê tông PC) là loại vật liệu xây dựng có đặc điểm độc đáo riêng, có bề mặt rỗ dạng tổ ong với sơ đồ cấu tạo như *Hình 1.1a*, các lỗ rỗng nằm bên trong bê tông nên nước có thể thoát qua dễ dàng như *Hình 1.1b*. Hệ thống lỗ rỗng xuyên qua khối bê tông PC nên cho phép nước thấm qua, nếu mặt đường làm từ bê tông PC, điều này làm tăng lượng nước được dự trữ trong đất.

Chính vì vậy, trong thực tế, bê tông PC được dùng để gia cố hai bên vai đường, nước chảy tràn từ đường ra hai bên lề có thể thấm vào trong đất *(Hình 1.2a)*. Với giải pháp này, lượng nước mưa đổ vào mương thoát nước dọc hoặc hồ tiêu nước sẽ được giảm đáng kể. Ngoài ra, bê tông PC có thể được dùng để làm vỉa hè trên phố, hay đường giao thông nông thôn, chịu được các loại tải trọng nhẹ. Ngày nay, PC là một trong những loại vật liệu thân thiện với môi trường, nên cần được nghiên cứu sâu hơn về thành phần cấu tạo, độ bền và nâng cao năng suất chế tạo.



a) - Bề mặt sơ đồ cấu tạo của bê tông PC [1]

b) - Lỗ rỗng cho nước thấm qua [2]

Hình 1.1: Đặc điểm của bê tông PC

a) - Làm vỉa hè

b) - Làm đường chịu tải nhẹ

***Hình 1.2: Một số ứng dụng của bê tông PC trong thực tế* [3]**

Vật liệu xây dựng PC được tạo ra bằng cách kết hợp từ xi măng, cốt liệu thô, nước và chất phụ gia tạo lỗ rỗng. Điểm đặc biệt của bê tông PC là cấu trúc khoang rỗng bên trong, được tạo ra thông qua quá trình tạo bọt khí trong hỗn hợp vật liệu. Điều này làm cho bê tông PC trở nên xốp, nhẹ hơn so với bê tông thông thường, nhưng vẫn đảm bảo được độ cứng và tính ổn định.

Bê tông PC có khả năng cách âm, cách nhiệt tốt hơn và dễ dàng gia công so với các loại vật liệu khác. Bên cạnh việc ứng dụng trong công trình đường, với những ưu điểm này đã làm cho bê tông PC trở thành sự lựa chọn phổ biến trong việc xây dựng các công trình như nhà ở, tường chắn tiếng ồn và các cấu kiện xây dựng nhà công nghiệp.

Tại Việt Nam, để giải quyết vấn đề thấm nước mưa, gạch tự chèn (gạch con sâu) đã được áp dụng để lót vỉa hè, đường nội bộ, mặt đường chịu tải nhẹ..., chủ yếu nước thấm qua các kẽ hở tự chèn. Bê tông PC cũng đã được một số đơn vị bước đầu nghiên cứu và ứng dụng để sản xuất gạch lát nền, vỉa hè. Tuy nhiên, việc ứng dụng công nghệ bê tông PC vào xây dựng công trình đường giao thông cần tiếp tục nghiên cứu để phù hợp với điều kiện Việt Nam. Bài báo trình bày một cách tổng quan về thành phần vật liệu cấu thành nên bê tông PC, về độ rỗng, khả năng thấm hút nước, khả năng hấp thụ tiếng ồn cũng như cường độ chịu lực... Qua đó, đề xuất sử dụng loại vật liệu này trong xây dựng các công trình đường giao thông và sản xuất các cấu kiện xây dựng khác.

2. THÀNH PHẦN VẬT LIỆU CẤU TẠO NÊN BÊ TÔNG PC

Tương tự như vật liệu bê tông truyền thống, thành phần cấu tạo nên PC gồm có xi măng pooc-lăng, cốt liệu, nước và các loại phụ gia khác được trộn theo các tỷ lệ xác định. Yếu tố tỷ lệ giữa nước so với xi măng (W/C) rất quan trọng, tỷ lệ này phải được đảm bảo để bê tông sau khi đông cứng vẫn giữ được các lỗ rỗng có dạng tổ ong. Tỷ lệ W/C cần được điều chỉnh để đảm bảo các hạt cốt liệu gắn kết với nhau nhưng không bịt kín các kẽ hở để đảm bảo khả năng thấm nước, khối lượng bê tông là nhẹ nhưng vẫn đảm bảo cường độ chịu nén vốn có của vật liệu bê tông.

Theo Djoko Sarwono (2017), thành phần hạt cốt liệu để chế tạo nên PC bao gồm các cỡ lỗ sàn và lượng lọt sàn được quy định tại *Bảng 2.1*. Trong khi đó, tỷ lệ giữa các loại vật liệu trong hỗn hợp bê tông PC như *Bảng 2.2*. *Bảng 2.3* so sánh các thành phần cấu thành nên hỗn hợp bê tông thường và bê tông PC. Trong hỗn hợp bê tông PC, thành phần cốt liệu hạt nhỏ chiếm tỷ lệ 30%, lượng xi măng là 300 kg, tỷ lệ W/C = 0,35 cho cường độ của bê tông PC là cao nhất.

Bảng 2.1. Thành phần cấp phối của cốt liệu trong bê tông PC [4]

TT	Đường kính sàn (mm)	Lượng sót lại trên sàn			Lượng lọt sàn	Theo Tiêu chuẩn ASTM C-33
		Gram	%	Tích lũy (%)	Tích lũy (%)	
1	38,00	0	0	0	100	100
2	19,00	80	2,68	2,68	97,32	95 - 100
3	12,50	2020	67,67	70,35	29,65	-
4	9,50	685	22,95	93,30	6,70	22 - 55
5	4,75	185	6,20	99,50	0,50	0 - 10
6	2,36	15	0,50	100,00	0,00	0 - 0
7	1,18	0	0,00	100,00	0,00	-
8	0,85	0	0,00	100,00	0,00	-
9	0,30	0	0,00	100,00	0,00	-
10	0,15	0	0,00	100,00	0,00	-
11	0,00	0	0,00	100,00	0,00	-
12	Tổng cộng	2985	100,00	865,83	-	-

Bảng 2.2. Tỷ lệ các thành phần chính trong hỗn hợp bê tông PC [4]

Thành phần	Tối thiểu	Tối đa	Trung bình
Xi măng (kg/m^3)	150,00	560,00	341,37
Tỷ lệ W/C	0,20	0,42	0,30
Tỷ lệ cốt liệu so với xi măng	1,26	12,00	4,76
Tỷ hệ hạt mịn so với hạt thô	0,00	0,17 (nếu dùng)	0,02 (nếu dùng)

Bảng 2.3. Thành phần vật liệu cho 1 m^3 bê tông PC so với bê tông thường [4]

TT	Vật liệu	Thành phần trong 1 m^3 bê tông thường (kg)	Thành phần trong 1 m^3 bê tông PC (kg)
1	Nước	225	105
2	Xi măng pooc-lăng	448,83	300
3	Cát	575,00	173,33
4	Đá	1116,17	1666,67
5	Tổng cộng	2365 kg	2140,00

3. CÁC YẾU TỐ ĐẶC TRƯNG CỦA BÊ TÔNG PC

3.1. Độ rỗng của bê tông PC

Độ rỗng dạng tổ ong bên trong bê tông được định nghĩa bằng phần trăm thể tích không khí trong hỗn hợp bê tông PC so với toàn bộ thể tích của khối bê tông (air void content). Theo [5], chỉ dẫn thiết kế kết cấu mặt đường, độ rỗng của bê tông PC thấp nhất là 15% và cao nhất là 25%. Tuy nhiên, thực tế thí nghiệm đã chỉ ra rằng, trong một số trường hợp, giá trị này có thể đạt lớn hơn 40%. Thông thường, giá trị này không vượt quá 30%. Do đó, trong các tính toán thường quy định giới hạn độ rỗng từ 15% đến 30% [6-10]. Với mẫu thử có dạng hình trụ tròn, kích thước đường kính 4 cm và cao 6,5 cm, thành phần vật liệu của một mẫu thử đại diện được tổng hợp như *Bảng 3.1*.

Bảng 3.1. Thành phần vật liệu cho mẫu thí nghiệm bê tông PC [4]

% Cát	Khối lượng (kg)			Tổng cộng (kg)	Tỷ lệ (%)		
	Cát	Đá	Xi măng		Đá	Cát	Xi măng
30	0,273	2,635	0,474	3,38	77,921	8,061	14,019

Tiến hành xác định độ rỗng thấm qua với ba mẫu thử có thành phần vật liệu như *Bảng 3.1* theo phương pháp VIM (void in mixtures). Kết quả được tổng hợp như *Bảng 3.2*, giá trị trung bình được xác định là 25,088%.

Bảng 3.2. Độ rỗng của mẫu thử bê tông PC [4]

% Cát	Mẫu số	Khối lượng (gram)	Thể tích (cm^3)	Khối lượng riêng (gr/cm^3)	Độ rỗng (%)	Trung bình (%)
30	1	1.065	526,709	2,022	25,600	25,088
	2	1.094	526,709	2,077	23,574	
	3	1.058	526,709	2,009	26,089	

3.2. Độ thấm nước theo phương ngang và phương đứng

Độ thấm nước được thực hiện theo nguyên tắc độ thấm nước chảy qua đầu (falling head permeability). Do có lỗ rỗng dạng tổ ong bên trong cấu kiện bê tông PC nên nước có thể thấm qua một cách dễ dàng. Thí nghiệm thực tế đã chứng minh rằng, độ thấm nước của bê tông PC từ 1,0 mm/s đến 47,7 mm/s [11].

Độ thấm nước được tiến hành với mẫu thử hình trụ, có đường kính 10,16 cm và cao 6,5 cm. Trong thí nghiệm, người ta thay đổi điều kiện thấm nước bằng cách phủ (filler) các loại vật liệu khác nhau lên mặt rỗng của bê tông PC, [4] tiến hành với ba mẫu thử, kết quả được tổng hợp như *Bảng 3.3*.

Bảng 3.3. Độ thấm nước của mẫu thử bê tông PC [4]

TT	Loại mẫu thử	Theo phương ngang (cm/s)	Theo phương đứng (cm/s)
1	Không có lớp phủ	0,469	1,355
2	Lớp phủ là cát tự nhiên	0,364	0,157
3	Lớp phủ là cát đá xay	0,348	0,38
4	Lớp phủ là đất	0,307	0,204

Ngoài ra, để đánh giá trạng thái hấp thụ nước, sử dụng mẫu thử là tấm bê tông PC có kích thước (60×60×6,5)cm. Tiến hành thực nghiệm với ba mẫu thử, theo nguyên tắc độ thấm nước nước chảy qua đầu, mẫu đặt trên cùng điều kiện nền như nhau, kết quả được [4] tổng hợp như *Bảng 3.4*.

Bảng 3.4. Trạng thái hấp thụ nước của tấm bê tông PC [4]

TT	Loại mẫu thử	Theo phương ngang (cm/s)	Theo phương đứng (cm/s)
1	Không có lớp phủ	1,1467	1,355
2	Lớp phủ là cát tự nhiên	0,147	0,157
3	Lớp phủ là cát đá xay	0,337	0,38
4	Lớp phủ là đất	0,249	0,204

3.3. Cường độ chịu nén của bê tông PC

Một số nghiên cứu đã chỉ ra rằng, khi có gia cường cốt sợi thì cường độ chịu nén của bê tông PC có thể đạt đến 40,0 MPa [14], cường độ chịu kéo nằm trong đoạn 1,5 - 3,0 MPa.

Tiến hành thí nghiệm với mẫu thử PC thông thường đã được bảo dưỡng đủ 28 ngày, thông qua máy nén thu nhận được giá trị lực nén cực đại; mẫu thử có dạng hình trụ tròn, đường kính 15 cm và cao 30 cm, kết quả được [4] tổng hợp như *Bảng 3.5* (có xét đến điều kiện môi trường thực tế khi khai thác).

Bảng 3.5. Cường độ chịu nén của mẫu thử [4]

TT	Loại mẫu thử	Cường độ chịu nén trung bình (MPa)
1	Không có lớp phủ	5,19
2	Lớp phủ là cát tự nhiên	5,28
3	Lớp phủ là cát đá xay	5,71
4	Lớp phủ là đất	5,62

3.4. Khả năng chống trượt của bê tông PC

Sức chống trượt (skid resistance) là thông số phụ thuộc chính vào cấu trúc hay tính nhám của bề mặt đường. Sức chống trượt của mặt đường làm từ bê tông PC có thể được xác định thông qua thử nghiệm con lắc Anh (British Pendulum Test), tạo ra tiếp xúc trượt ở tốc độ thấp khoảng 10 km/h giữa thanh trượt cao su tiêu chuẩn và mặt đường. Đây là phép thử phổ biến nhất để đo sức chống trượt của mặt đường, hiện Việt Nam cũng đã áp dụng phương pháp này (TCVN 10271:2014). Kết quả được thể hiện dưới dạng số lần lắc qua (British Pendulum Number, BPN), các số đọc từ 0 đến 100, giá trị càng cao, sức chống trượt của mặt đường càng tốt.

Một số tác giả đã nghiên cứu việc bổ sung cát theo các tỷ lệ phần trăm khác nhau (0,5 và 10%), do đó làm thay đổi tỷ lệ W/C. Chẳng hạn, giá trị BPN là 74 được ghi lại trong điều kiện khô khi sử dụng W/C là 0,27 trong hỗn hợp có 5% và 10% cát. Tuy nhiên, các giá trị BPN cao nhất quan sát được là gần 100 trên mặt đường khô mới xây với W/C là 0,32 và 23,5% độ rỗng không khí.

3.5. Khả năng hấp thụ âm thanh

Do bề mặt của cấu kiện bê tông PC có nhiều lỗ rỗng tổ ong liền kề nhau nên bê tông PC có hiệu quả cao trong việc hấp thụ âm thanh. Khi xe chạy trên mặt đường làm bằng bê tông PC, bánh xe nén khối khí giữa lốp xe và mặt đường, do bề mặt xe chạy có các khoảng trống khối khí bị bơm vào các vị trí này, điều này dẫn đến giảm tiếng ồn. Việc giảm âm thanh do bánh xe gây ra phụ thuộc vào tỷ lệ độ rỗng trong bê tông PC, phụ thuộc vào hình dạng và kích thước lỗ rỗng, cũng như phụ thuộc vào sự phân bố của chúng trong kết cấu. Tuy nhiên, xu hướng lỗ rỗng tổ ong bị tắc bởi các chất hạt và trầm tích có thể làm giảm cả tính thấm và khả năng hấp thụ âm thanh của mặt đường.

Hệ số hấp thụ (Absorption Coefficient, AC) là một trong những phương pháp được sử dụng rộng rãi nhất để đo khả năng hấp thụ âm thanh của vật liệu. Khi AC bằng 1,00 nghĩa là vật liệu hấp thụ hoàn toàn, trong khi giá trị AC bằng 0,00 cho biết vật liệu này phản xạ âm thanh hoàn toàn. Giá trị phổ biến của AC đối với bê tông thông thường nằm trong khoảng từ 0,03 đến 0,05, trong trường hợp cấu kiện làm bằng vật liệu bê tông PC thì giá trị này sẽ là 0,10 đến 1,00. Hệ số này cũng phụ thuộc vào tần số của sóng âm do tương tác giữa lốp xe và mặt đường gây ra. Một số nghiên cứu cho thấy, dải tần số âm thanh thường xuất hiện do liên quan đến tương tác này là từ 630 đến 2.000 Hz [10]. Trong đó, dải tần từ 800 đến 1.200 Hz là khó chịu nhất đối với tai người.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày một cách tổng quan về ứng dụng bê tông thấm nước dạng rỗ tổ ong trong xây dựng công trình đường giao thông. Ưu điểm nổi bật của bê tông PC bao gồm khả năng tạo ra cấu trúc lỗ rỗng giống tổ ong, cho phép thấm nước và hấp thụ âm thanh từ môi trường xung quanh, đảm bảo cường độ vật liệu và khả năng chống trượt để làm vật liệu mặt đường. Vì vậy, tác giả đề xuất sử dụng bê tông PC không chỉ trong xây dựng đường giao thông mà còn trong việc chế tạo các cấu kiện xây dựng khác. Giải pháp này có thể áp dụng trong định hướng phát triển đô thị bền vững và thân thiện với môi trường.

Tài liệu tham khảo

[1]. J. Yang & G. Jiang (2003), *Experimental study on properties of pervious concrete pavement materials*, Cement and Concrete Research, vol.33, no.3, pp.381-386.

[2]. *https://goeco.link/FRemH* (truy cập ngày 01/8/2023).

[3]. *https://goeco.link/uUsOK* (truy cập ngày 01/8/2023).

[4]. D. Sarwono & A. Setyawan (2017), *The application of porous concrete filled with soil and sands for low volume traffic road*, Procedia engineering, vol.171, pp.1429-1434.

[5]. Colorado Ready Mixed Concrete Association (2013), *Specifier's Guide for Pervious Concrete Pavement Design*.

[6]. A.S. Agar Ozbek, J. Weerheijm, E. Schlangen & K. van Breugel (2013), *Dynamic behavior of porous concretes under drop weight impact testing*, Cement and Concrete Composites, vol.39, pp.1-11.

[7]. P. Chindaprasirt, S. Hatanaka, T. Chareerat, N. Mishima & Y. Yuasa (2008), *Cement paste characteristics and porous concrete properties*, Construction and Building materials, vol.22, no.5, pp.894-901.

[8]. M. Aamer Rafique Bhutta, K. Tsuruta & J. Mirza (2012), *Evaluation of high-performance porous concrete properties*, Construction and Building Materials, vol.31, pp.67-73.

[9]. H.K. Kim & H.K. Lee (2010), *Influence of cement flow and aggregate type on the mechanical and acoustic characteristics of porous concrete*, Applied Acoustics, vol.71, no.7, pp.607-615.

[10]. M.A.R. Bhutta, N. Hasanah, N. Farhayu, M.W. Hussin, M.B.M. Tahir & J. Mirza (2013), *Properties of porous concrete from waste crushed concrete (recycled aggregate)*, Construction and Building Materials, vol.47, pp.1243-1248.

[11]. E.J. Elizondo-Martinez, V.C. Andres-Valeri, D. Jato-Espino & J. Rodriguez-Hernandez (2020), *Review of porous concrete as multifunctional and sustainable pavement*, Journal of Building Engineering, vol.27, pp.100967.

[12]. P.D. Tennis, M.L. Leming & D.J. Akers (2004), *Pervious Concrete Pavements*.

[13]. J. Li, Y. Zhang, G. Liu & X. Peng (2017), *Preparation and performance evaluation of an innovative pervious concrete pavement*, Constr. Build. Mater., vol.138, pp.479-585.

[14]. G. Xu, W. Shen, X. Huo, Z. Yang, J. Wang, W. Zhang & X. Ji (2018), *Investigation on the properties of porous concrete as road base material*, Constr. Build. Mater., pp.158141-148.

[15]. E. Khankhaje, M.R. Salim, J. Mirza, M.W. Hussin & M. Rafieizonooz (2016), *Properties of sustainable lightweight pervious concrete containing oil palm kernel shell as coarse aggregate*, Constr. Build. Mater., vol.126, pp.1054-1065.

[16]. H. Wang, H. Li, X. Liang, H. Zhou, N. Xie & Z. Dai (2019), *Investigation on the mechanical properties and environmental impacts of pervious concrete containing fly ash based on the cement-aggregate ratio*, Constr. Build. Mater., vol.202, pp.387-395.

[17]. B. Debnath & P.P. Sarkar (2019), *Permeability prediction and pore structure feature of pervious concrete using brick as aggregate*, Constr. Build. Mater., vol.213, pp.643-651.

Ngày nhận bài: 04/9/2023
Ngày chấp nhận đăng: 05/10/2023
Người phản biện: TS. Huỳnh Văn Quân
TS. Nguyễn Nhật Minh Trị

Nghiên cứu ảnh hưởng của lớp móng trong mặt đường hỗn hợp trong điều kiện Việt Nam

■ **TS. PHAN VIỆT HÙNG**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: hungpv.utc@gmail.com

TÓM TẮT: Mặt đường hỗn hợp là một xu thế phát triển mới của công nghệ mặt đường nhằm phát huy ưu điểm của mỗi loại lớp vật liệu nhằm khắc phục nhược điểm của hai loại mặt đường truyền thống cứng và mềm. Mặt đường hỗn hợp được sử dụng rộng rãi trong xây dựng đường ô tô và sân bay. Mặt đường hỗn hợp bị hư hỏng do rất nhiều nguyên nhân gây ra. Bài báo trình bày ảnh hưởng của lớp móng trong mặt đường hỗn hợp.

TỪ KHÓA: Mặt đường hỗn hợp, nứt phản ánh.

ABSTRACT: Composite pavement is a new trend of development of technologies that promote advantages of each material layer in order to overcome the drawbacks of the traditional two kinds of rigid and soft pavement. Composite pavement is widely used in the construction of highways and airports. Composite pavement was damaged by so many causes. This paper presents the effect of the base in Composite pavements.

KEYWORDS: Composite pavement, reflective cracking.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mặt đường hỗn hợp là loại mặt đường sử dụng bê tông xi măng (BTXM) hoặc vật liệu gia cố chất kết dính vô cơ (xi măng/vôi/tro bay...) làm lớp móng và lớp bê tông nhựa làm lớp mặt. Mặt đường hỗn hợp là một xu thế phát triển mới của công nghệ mặt đường nhằm phát huy ưu điểm của mỗi loại lớp vật liệu, phù hợp với điều kiện giao thông hiện đại với dòng giao thông có lưu lượng lớn và tải trọng nặng.

Kết cấu áo đường hỗn hợp có những ưu điểm như sau:

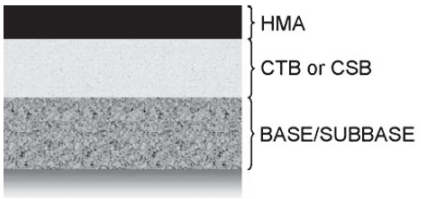
- Có cường độ và tuổi thọ cao, bề mặt đường bằng phẳng tạo cảm giác thoải mái cho người lái xe;
- Bảo vệ toàn bộ cấu trúc của lớp móng cứng bởi lớp mặt bê tông nhựa có thể được thay thế định kỳ;
- Ngăn ngừa sự xâm nhập của nước mặt cho lớp móng do được bảo vệ bởi lớp mặt bê tông nhựa;
- Giảm ảnh hưởng của nhiệt độ trong lớp móng cứng do lớp bê tông nhựa được rải lên.

Nhưng nhược điểm chủ yếu của mặt đường hỗn hợp là hình thành và phát triển vết nứt phản ánh trên lớp mặt đường bê tông nhựa, tạo điều kiện cho nước dễ xâm nhập vào kết cấu, làm giảm tuổi thọ của kết cấu mặt đường hỗn hợp.

Bài báo trình bày những vấn đề về ảnh hưởng của lớp móng trong mặt đường hỗn hợp, từ đó đưa ra những kiến nghị khi sử dụng tại Việt Nam.

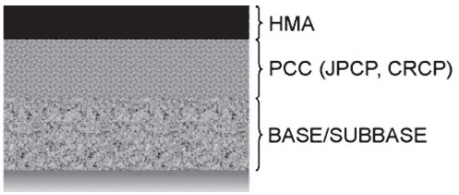
Một số kết cấu mặt đường hỗn hợp điển hình:

- Lớp bê tông nhựa nóng (HMA) phủ lên lớp đá gia cố xi măng (CTB-Cement Treated Base) hoặc lớp cát, đất cải thiện xi măng (CSB-Cement Stabilized Base), trên lớp móng trên hoặc móng dưới (Base/Subbase) *(Hình 1.1)*.



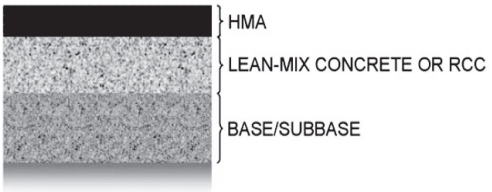
Hình 1.1: Kết cấu mặt đường hỗn hợp kiểu (1)

- Lớp bê tông nhựa (HMA) phủ lên lớp BTXM (PCC-Porland Cement Concrete) thường là lớp BTXM phân tấm (JPCP-Join Plain Cement Pavement) hoặc lớp BTXM cốt thép liên tục (CRCP-Continuos Reinforced Concrete Pavement), trên lớp móng trên hoặc móng dưới (Base/Subbase) *(Hình 1.2)*.



Hình 1.2: Kết cấu mặt đường hỗn hợp kiểu (2)

- Lớp bê tông nhựa (HMA) phủ lên lớp bê tông nghèo (Lean Mix Concrete) hoặc lớp BTXM lu lèn (RCC- Rolled Compacted Concrete), trên lớp móng trên hoặc móng dưới (Base/Subbase) *(Hình 1.3)*.



Hình 1.3: Kết cấu mặt đường hỗn hợp kiểu (3)

2. ẢNH HƯỞNG CỦA LỚP MÓNG TRONG MẶT ĐƯỜNG HỖN HỢP

2.1. Ảnh hưởng của lớp móng gia cố trong kết cấu mặt đường hỗn hợp

Kết cấu mặt đường có lớp mặt là bê tông nhựa, các lớp móng là đất, đá gia cố chất liên kết vô cơ (vôi, xi măng, tro bay...). Sau khi trộn với đất, đá với nước, các chất liên kết vô cơ này được thủy hóa và kết tinh lại, tạo ra cường độ cho hỗn hợp đất, đá gia cố, tạo ra "hiệu ứng tấm" cho lớp kết cấu.

Lớp kết cấu này có cường độ và tính ổn định nước khá nên ở nhiều nước thường được sử dụng làm lớp móng trên (và cả lớp móng dưới) cho kết cấu áo đường cấp cao, đường rộng và nhiều xe nặng chạy. Tuy nhiên, một số đặc điểm (cũng là một nhược điểm) của lớp kết cấu loại này là hỗn hợp gia cố chất liên kết vô cơ có đặc tính bị co ngót khi mất nước và co nhiệt khi nhiệt độ giảm dẫn đến xuất hiện các khe nứt trên bề mặt lớp. Các khe nứt này vừa làm giảm tính toàn khối, giảm cường độ lớp kết cấu gia cố vừa dễ phản xạ và lan truyền lên tầng mặt bê tông nhựa hoặc láng nhựa phía trên. Một khi nứt lan truyền lên mặt đường, chúng sẽ tạo điều kiện cho nước dễ xâm nhập vào nội bộ kết cấu áo đường làm giảm tuổi thọ của cả kết cấu áo đường.

2.2. Nguyên nhân gây nứt đối với lớp kết cấu có móng bằng vật liệu gia cố

Các vết nứt trong móng gia cố gây ra không phải do tải trọng xe gây ra mà là do co ngót và co nhiệt. Co ngót là do trong quá trình hình thành lớp kết cấu đất, đá gia cố, nước trong hỗn hợp bị bốc hơi và bị giảm đi do tác dụng thủy hóa chất liên kết vô cơ khiến cho thể tích hỗn hợp bị co lại. Khe nứt do co ngót thường xuất hiện không có quy tắc cả về vị trí và về bề rộng (có thể rộng tới 5 mm). Co nhiệt là do sự giảm thể tích vật liệu lớp kết cấu khi nhiệt độ của nó hạ xuống. Khe nứt nhiệt thường có quy tắc (ngang đường và có bề rộng dưới 2 mm).

Cả co ngót và co nhiệt thường phát sinh trong những ngày đầu khi lớp kết cấu vừa lu lèn xong, cường độ chịu kéo của vật liệu gia cố còn thấp chưa kịp tăng lên, mặt lớp kết cấu lúc này dễ phát sinh các khe nứt có quy tắc (nứt ngang do co nhiệt) và cả khe nứt không quy tắc (nứt do co ngót).

2.3. Ảnh hưởng của lớp móng bằng BTXM trong kết cấu mặt đường hỗn hợp

Theo truyền thống, kết cấu áo đường có tầng mặt bằng bê tông nhựa rải lên trên móng (mặt) đường BTXM (mới hoặc cũ) vẫn gọi là kết cấu áo đường hỗn hợp mặt mềm, móng cứng. Kết cấu này thường được sử dụng cho hai trường hợp sau:

Mặt đường làm mới: Tầng mặt bê tông nhựa rải trên móng bằng bê tông lu lèn hoặc bê tông cốt thép liên tục hay cũng có thể rải trên móng BTXM thông thường (có phân tấm).

Tầng mặt bê tông nhựa trong kết cấu này có tác dụng giảm ứng suất do tải trọng bánh xe tác dụng móng BTXM, giảm đáng kể chênh lệch gradien nhiệt độ lớn nhất giữa đáy và mặt móng BTXM, do đó giảm ứng suất nhiệt (ứng suất uốn vồng). Kết quả là bề dày tầng móng BTXM sẽ giảm đi so với trường hợp kết cấu áo đường BTXM không phủ mặt bê tông nhựa và tuổi thọ của nó cũng tăng lên. Với hiệu quả kinh tế kỹ thuật như vậy, kết cấu áo đường loại này hiện được nước ngoài sử dụng làm áo đường cho đường cao tốc hoặc đường cấp cao khác có nhiều xe nặng (đặc chủng) chạy.

2.4. Nguyên nhân gây nứt và nứt lan truyền đối với kết cấu áo đường móng bằng BTXM

Trong kết cấu mặt đường hỗn hợp tầng móng BTXM, ngoài khả năng tồn tại các khe nứt do co ngót, co nhiệt (kể cả trường hợp tầng móng bằng BTXM cốt thép liên tục) gây ra, còn tồn tại các khe nối giữa các tấm hay các khe cắt để giảm nứt co nhiệt đối với móng bằng bê tông lu lèn (thường cắt khe 6 - 10 m) và nếu mặt đường rộng còn có thể cắt cả khe dọc.

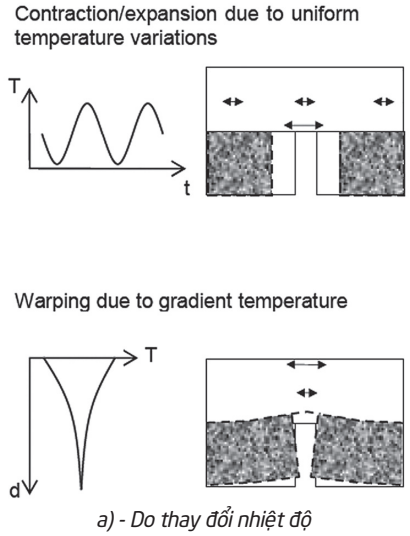
Sau khi thi công xong và trong quá trình sử dụng, lớp móng BTXM sẽ có hiện tượng co ngót khi mất nước và co nhiệt khi nhiệt độ giảm dẫn đến xuất hiện các khe nứt trên bề mặt kết cấu.

Co ngót là do trong quá trình hình thành lớp kết cấu, nước trong hỗn hợp bị bay hơi và bị giảm đi do tác dụng thủy hóa chất dính kết vô cơ khiến cho thể tích hỗn hợp bị co lại. Tuy nhiên, các lớp bê tông nhựa phía trên thường được thi công sau khi lớp móng BTXM phía dưới cơ bản đã khô và hình thành cường độ.

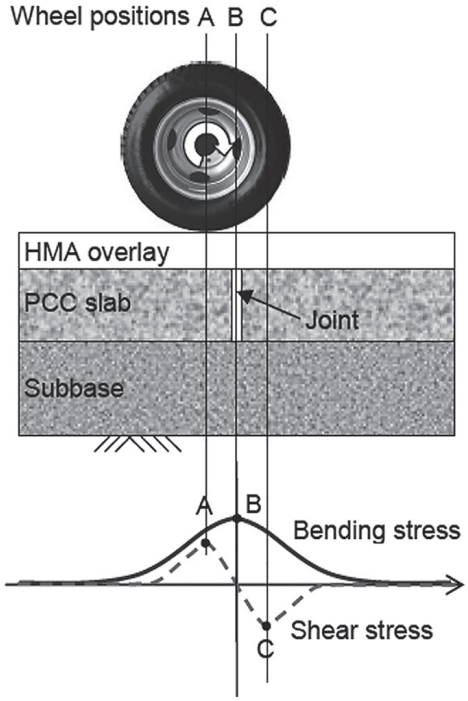
Co nhiệt là sự biến đổi nhiệt độ dẫn đến biến dạng ở tầng móng BTXM, làm cho tầng móng BTXM bị co, giãn hoặc cong vênh. Tại các khe của lớp BTXM dưới tác dụng của biến đổi nhiệt độ, tầng móng BTXM thường xuyên bị co dãn, thông qua tác dụng dính bám giữa mặt và móng làm cho tầng mặt bê tông nhựa ở trên co dãn theo.

Cả co ngót và co nhiệt thường phát sinh trong những ngày đầu khi lớp BTXM vừa lu lèn xong, cường độ chịu kéo của lớp BTXM còn thấp chưa kịp tăng lên, lớp mặt kết cấu lúc này dễ phát sinh các khe nứt do co ngót và co nhiệt.

Mặt khác, tại các khe này, khi bánh xe chạy qua sẽ tạo ra độ lún đàn hồi khác nhau giữa hai phía của khe nứt hoặc khe nối; chính chênh lệch biến dạng thẳng đứng tại đây sẽ tạo ra ứng suất cắt hoặc ứng suất kéo uốn tập trung làm cho tầng mặt bê tông nhựa ở trên cũng bị nứt ngay tại vị trí có khe nứt hoặc khe nối ở dưới.



a) - Do thay đổi nhiệt độ



b) - Do tác dụng của tải trọng xe

Hình 2.1: Biểu đồ cơ chế hình thành và phát triển vết nứt phản ảnh

3. CÁC GIẢI PHÁP HẠN CHẾ NỨT TRONG LỚP MÓNG MẶT ĐƯỜNG HỖN HỢP

3.1. Sử dụng lớp mặt bê tông asphalt có cốt

Sử dụng cốt nhằm tăng cường khả năng chịu lực, chống nứt truyền, chống lún vệt bánh của bê tông asphalt đã được nghiên cứu sử dụng rộng rãi ở nhiều nước trên thế giới như: Đức, Hà Lan, Thụy Điển, Mỹ, Ý... Các loại cốt được sử dụng bao gồm: Lưới thép đan ô vuông dùng thép 5, 6, 7; lưới thép Road mesh - Maccaferri; lưới địa kỹ thuật Tensar ARG. Giải pháp này có khả năng hạn chế vết nứt lan truyền tốt nhưng làm tăng giá thành. Hệ thống gia cường cho phép việc chuyển lực kéo ở dưới cùng của lớp phủ sau khi hỗn hợp bê tông nhựa đã nứt tại vị trí này (Debondt, 1999). Theo quan sát của Viện Hàn lâm Aphalt (2008), tác dụng chính của lưới gia cường là để giữ hai bên vết nứt phát triển cùng với nhau, điều này dẫn đến giảm ứng suất và biến dạng tại đỉnh của vết nứt.

3.2. Thiết kế tăng chiều dày tầng mặt bê tông nhựa

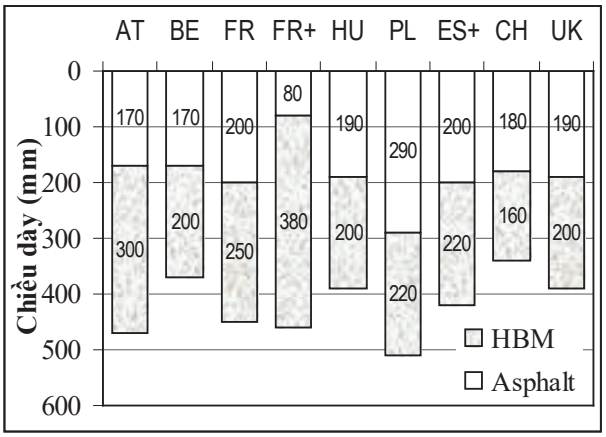
Nguyên tắc chung: Khi bề dày tầng mặt bê tông nhựa đủ dày, cường độ chịu kéo và cắt của bê tông nhựa đủ lớn sẽ hạn chế được nứt phản ánh. Tuy nhiên, hiện nay chưa có tiêu chuẩn và cách tính toán bề dày tầng mặt bê tông nhựa theo yêu cầu để không xảy ra nứt phản ánh.

- Để áp dụng được giải pháp này có hiệu quả cần phải nghiên cứu cụ thể cách tính toán đặc biệt là tính toán đối với nứt phản ánh do chênh lệch chuyển vị thẳng đứng giữa các tấm BTXM phía dưới gây ra (lún chênh lệch giữa hai bên mép khe nứt hoặc khe nối bằng bao nhiêu thì chiều dày tầng mặt bê tông nhựa, với các đặc trưng cường độ chịu kéo uốn, chịu cắt của nó, phải bằng bao nhiêu là đủ).

- Theo các tài liệu, hiện nay chỉ có cách tính được trị số ứng suất do tải trọng bánh xe gây ra trên tấm BTXM ở dưới tùy thuộc bề dày tầng mặt bê tông nhựa ở trên (bề dày này càng lớn thì ứng suất truyền xuống móng càng nhỏ). Người ta cũng đã xác định được trị số gradien nhiệt độ lớn nhất đối với tấm bê tông nhựa ở trên (càng dày thì trị số gradien này càng nhỏ), qua đó có thể thấy rõ tác dụng của tầng mặt bê tông nhựa là giảm được ứng suất do tải trọng (do đó giảm được cả chuyển vị) và ứng suất uốn vồng do biến đổi nhiệt độ.

- Ở nước ta, theo Tiêu chuẩn ngành 22 TCN 211-06 "Áo đường mềm - Các yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế": Nếu các lớp của tầng mặt nhựa cấp cao A1 được đặt trực tiếp trên lớp móng đá gia cố thì để hạn chế hiện tượng nứt phản ánh, tổng bề dày tối thiểu của tầng mặt có sử dụng nhựa phải bằng bề dày lớp móng nửa cứng và tối thiểu bằng 14 - 18 cm khi đường thiết kế là đường cao tốc theo TCVN 5729 hoặc đường cấp I, cấp II theo TCVN 4054 và phải bằng 10 - 12 cm khi đường thiết kế là đường cấp III, cấp IV theo TCVN 4054.

Hình 3.1 [6] so sánh chiều dày tầng mặt asphalt và lớp móng trên kết cấu mặt đường chịu lưu lượng giao thông lớn, tải trọng nặng của một số nước châu Âu. Từ tổng hợp ở *Hình 3.1* nhận thấy chiều dày các lớp BTAP phổ biến từ 170 - 290 mm (xuống đến 80 mm ở Pháp); chiều dày lớp móng gia cố phía trên từ 160 - 380 mm (tùy loại vật liệu).



Ký hiệu các nước AT: Áo; BE: Bỉ; FR: Pháp; HU: Hungary;
PL: Ba Lan; ES: Tây Ban Nha; CH: Séc và UK: Anh;
HBM: Vật liệu gia cố chất rắn kết trong nước
(Hydraulically Bound Material);
Asphalt: Các lớp BTAP hoặc đá dăm đen.

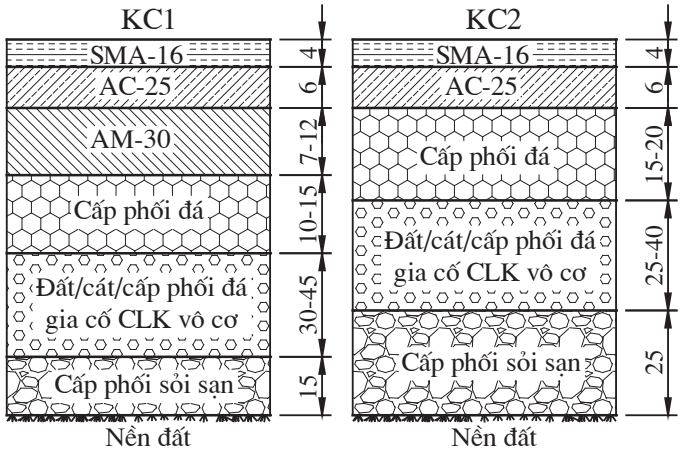
Hình 3.1: So sánh chiều dày các lớp trên của kết cấu mặt đường hỗn hợp [6]

3.3. Bố trí một lớp không gia cố xen giữa lớp móng gia cố và lớp mặt

Bố trí xen giữa lớp mặt asphalt và lớp móng gia cố một lớp vật liệu không gia cố nhằm "cắt" nứt phản ánh. Giải pháp "Sandwich Layer"này được nhiều nước sử dụng.

Tuy nhiên, việc tính toán bố trí lớp vật liệu này phải đặc biệt lưu ý đến kiểm toán trượt. Do vậy, chiều dày của lớp vật liệu rời phải đủ lớn để đảm bảo được các điều kiện kiểm toán trong kết cấu áo đường (đặc biệt là kiểm toán ổn định trượt). Khi bố trí lớp vật liệu không có khả năng chịu kéo-uốn bên dưới sẽ làm ứng suất kéo-uốn ở đáy lớp mặt BTAP tăng lên dẫn đến lớp BTAP bị nứt mỏi.

Bố trí, lựa chọn chiều dày các lớp hợp lý và phân tích về trạng thái ứng suất, biến dạng các nhà khoa học Trung Quốc đưa ra một số lựa chọn cho kết cấu đường chịu tải trọng nặng (đường Thông Hóa) như *Hình 3.2.* (SMA - Stone Mastic Asphalt; AC - Asphalt Concrete, BTAP; AM-Large Stone Asphalt Mixture, BTAP rỗng hoặc đá dăm đen).



Hình 3.2: Kết cấu mặt đường Thông Hóa - Trung Quốc

3.4. Lựa chọn chiều dày và cường độ lớp móng gia cố hợp lý

Chiều dày lớp móng trên bằng vật liệu gia cố chất liên kết vô cơ thông thường từ 15 - 30 cm để hạn chế sự phát triển các vết nứt do nhiệt. Theo nghiên cứu của Willberg (2001) thì tỷ số giữa chiều dày lớp mặt BTAP và lớp móng đá gia cố xi măng không nên nhỏ hơn 0,7 ($h_1/h_2 \geq 0,7$).

3.5. Công nghệ thi công hợp lý

Nên thi công vật liệu gia cố với độ ẩm nhỏ hơn độ ẩm tốt nhất. Sử dụng đầm rung cũng làm giảm hiện tượng nứt co ngót của lớp móng gia cố nên làm giảm được nứt truyền lên bề mặt. Bảo dưỡng ngay sau khi lu lèn xong bằng tưới nhũ tương phân tách nhanh để tạo màng tránh mất nước trong giai đoạn đầu để đảm bảo ít xuất hiện các vết nứt co ngót.

3.6. Tạo các khe nứt trước (Pre-Cracking)

Đây là giải pháp được nhiều nước sử dụng như Pháp, Áo, Tây Ban Nha… Nguyên lý của kỹ thuật này giống như bố trí khe co của mặt đường BTXM. Rạch các đường ngang trên bề mặt lớp gia cố sau khi rải với khoảng cách đều 2 - 4 m (thường là 3 m) sâu từ 1/2 đến 1/3 chiều dày lớp. Sau khi đông cứng, khe nứt mịn sẽ phát triển hết chiều sâu lớp. Các khe ngang này có tác dụng làm giảm chiều rộng vết nứt co ngót, giảm ứng suất nhiệt, truyền tải trọng tốt và do đó giảm nứt phản ánh.

3.7. Giảm các khe nứt và khe nối ở tầng móng BTXM

Kết cấu áo đường hỗn hợp làm mới thì nên dùng móng là BTXM cốt thép liên tục hoặc BTXM lu lèn.

4. KẾT LUẬN CHUNG

Mặt đường hỗn hợp trong quá trình khai thác dưới tác dụng của điều kiện môi trường (nhiệt độ, độ ẩm…) và giao thông (yếu tố tải trọng), vết nứt phản ánh phát triển theo thời gian làm giảm tuổi thọ của kết cấu áo đường. Nghiên cứu lựa chọn kết cấu mặt đường hỗn hợp có lớp móng phù hợp với điều kiện Việt Nam để nâng cao chất lượng phục vụ của đường.

Tài liệu tham khảo

[1]. Danish Road Institute, Report 138 (2004), *Mechanistic Design of Semi-Rigid Pavements - An Incremental Approach*, Ministry of Transport - Denmark.

[2]. Gerardo W. Flintsch, et al (2008), *Composite pavement systems: Synthesis of design and construction practices*, Final contract report VTRC 09-CR2, Contract Research Sponsored by the Virginia Transportation Research Council.

[3]. Jongeun Baek (2010), *Modeling Reflective cracking development in hot mix asphalt overlays and quantification of control techniques*, University of Illinois at Urbana, Champaign.

[4]. Danish Road Institute, Report 138 (2004), *Mechanistic Design of Semi-Rigid Pavements - An Incremental Approach*, Ministry of Transport - Denmark.

[5]. FEHRL REPORT/01-ELLPAG PHASE 2 (2009), *A Guide to the use of Long-Life Semi-Rigid Pavements*, ©FEHRL-ISSN 1362-6019.

[6]. Bondt A.H (1999), *Anti-Reflective Cracking Design of (Reinforced) Asphaltic Overlays*, Ph.D.-Thesis, Delft University of Technology.

Ngày nhận bài: 20/9/2023
Ngày chấp nhận đăng: 10/10/2023
Người phản biện: TS. Nguyễn Trọng Hiệp
TS. Nguyễn Thị Quỳnh Trang

Nghiên cứu các đặc trưng và yêu cầu đối với lớp phủ bê tông nhựa dưới tác động khí động học khi cải tạo mặt đường sân bay

■ **TS. NGUYỄN THỊ HỒNG ĐIỆP**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: hongdiepdsb@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Bài báo phân tích những đặc trưng của mặt đường và các lớp phủ bê tông nhựa (BTN) trên sân bay, các tác động từ luồng khí phản lực của động cơ tàu bay, phương pháp đánh giá tính bền vững ổn định với tác động khí động học của các lớp phủ BTN, các yêu cầu đối với chất lượng vật liệu được sử dụng và cường độ của chúng, cũng như các khuyến nghị về công tác cải tạo mặt đường hiện hữu của sân bay để có thể phục vụ các tàu bay có động cơ phản lực bố trí thấp.

TỪ KHÓA: Lớp phủ bê tông nhựa, mặt đường sân bay, luồng khí phản lực, khí động học, cải tạo.

ABSTRACT: The peper analyzes the characteristics of the asphalt pavement and the asphalt overlays at the airport, the impacts from the jet airflow of aircraft engines, the method of assessing sustainability and stability of asphalt concrete reinforcement layers with aerodynamic impacts, requirements for the quality of materials used and their strength and recommendations for improving of existing airport pavements to accommodate aircraft with low-mounted jet engines.

KEYWORDS: Asphalt overlay, airport pavement, jet stream, aerodynamic, improvement.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Xu hướng hiện nay tại nhiều nước trên thế giới là sử dụng vật liệu BTN làm lớp phủ khi cải tạo mặt đường cất, hạ cánh của sân bay. Hiệu quả của giải pháp này phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố, trong đó có sự xói mòn do luồng khí từ động cơ tàu bay, nhất là những tàu bay hạng nặng có động cơ bố trí thấp. Vì thế, việc đánh giá kịp thời độ bền với tác động khí động học của các lớp BTN bên trên và ngăn chặn sự hư hỏng của chúng là một nhiệm vụ hết sức cấp thiết.

Các nguyên nhân cơ bản làm mặt đường BTN và các lớp phủ bị hư hỏng trước thời hạn là sự không hoàn thiện mô hình tính toán, không đặt ra đủ các yêu cầu đối với vật liệu, do chất lượng thi công không đảm bảo và do không thực hiện đúng các yêu cầu khai thác bảo dưỡng và không tiến hành sửa chữa kịp thời.

Để giải quyết các bài toán đã nêu cần làm rõ các đặc trưng tính toán của tải trọng luồng khí từ động cơ phản lực bố trí thấp lên mặt đường, đánh giá cường độ chịu tác động khí động học của các lớp mặt đường bằng BTN, hoàn thiện các giải pháp thiết kế mặt đường và các lớp phủ bằng BTN, tăng cao chất lượng vật liệu sử dụng và cường độ của chúng. Cùng với đó phải cân nhắc đến các tiêu chuẩn phục vụ kỹ thuật và cải tạo mặt đường sân bay BTN được dự kiến phục vụ cho các tàu bay có động cơ phản lực bố trí thấp.

2. CÁC ĐẶC ĐIỂM CHUNG CỦA MẶT ĐƯỜNG BTN VÀ CÁC LỚP PHỦ BTN TRÊN SÂN BAY

Trong thực tiễn xây dựng và khai thác mặt đường sân bay trên thế giới, để cải tạo mặt đường người ta sử dụng các lớp BTN với các vật liệu bitum polymer khoáng chất bởi các ưu điểm sau:

- Việc thi công có thể được tiến hành mà không cần ngừng khai thác sân bay;
- Có thể được thi công theo các giai đoạn;
- Công tác thi công có thể được cơ giới hóa toàn bộ;
- Mặt đường được cải tạo không có khe nối, có độ bằng phẳng cao và hệ số dính bám đạt yêu cầu (hỗn hợp tỷ lệ đá dăm cao).

Tuổi thọ các lớp phủ BTN được đảm bảo nhờ sự tính toán hợp lý chiều dày, đảm bảo tính đồng nhất và sự liên kết lý tưởng giữa các lớp với mặt đường cũ, nhờ sử dụng hỗn hợp BTN chất lượng cao có bổ sung vật liệu polymer, nhờ việc bố trí cốt thép (trong trường hợp cần thiết) cho các lớp phủ và cả những biện pháp bổ sung để nâng cao khả năng chịu tải của mặt đường, thay thế các đoạn đường và nền đường cũ, đảm bảo việc thoát nước và các biện pháp kỹ thuật khác.

Hạn chế của các lớp phủ bằng BTN là nhanh chóng xuất hiện những vết nứt phản ánh bên trên các khe nối và các vết nứt của mặt đường cũ. Cơ chế xuất hiện các vết nứt phản ánh hiện nay vẫn chưa được nghiên cứu đầy đủ do mặt đường chịu những tác động vô cùng đa dạng. Có thể nêu ra các nhân tố cơ bản như sau:

- Tác động ẩm nhiệt:

+ Các ứng suất và biến dạng do sự chênh lệch nhiệt độ;

+ Sự phân tầng của kết cấu, nước ngấm xuống bên dưới qua các vết nứt của lớp trên;

+ Sự lan truyền ứng suất kéo uốn từ lớp dưới lên lớp trên do sự dính bám của các lớp, hậu quả của sự mở rộng các khe nứt nhiệt;

+ Các hư hỏng của những bộ phận kết cấu (hở cốt thép, các khe nối không đảm bảo chất lượng...) là trung tâm ứng suất ở lớp dưới và là tác nhân của lớp trên.

- Tác động khai thác:

+ Ứng suất kéo uốn khi có tải trọng tác động bên trên và bên cạnh các vết nứt ở lớp dưới;

+ Ứng suất cắt sinh ra do sự hình thành bậc ở lớp dưới khi có tải trọng tác động bên cạnh vết nứt;

+ Sự chuyển vị theo chiều thẳng đứng không đồng đều của các tấm bản do tình trạng không tốt của lớp móng (sụt lún và ngập úng) là điều không tránh được khi cải tạo mặt đường cứng đã được khai thác trong một thời gian dài;

+ Hiệu ứng của tác động khí động học phát sinh tại chỗ đứt gãy của lớp BTN xuất hiện khi luồng khí phụt bao phủ trên mặt đường có vết nứt và tạo ra sự chênh lệch áp suất có xu hướng đẩy lớp BTN lên;

Vì vậy, việc thiết kế các lớp phủ BTN phải định trước được những phương án ngăn chặn hiện tượng hình thành vết nứt phản ánh. Đó là tăng chiều dày lớp phủ; sử dụng BTN có thành phần đặc biệt; xây dựng các lớp giãn cách tại những vị trí vết nứt của mặt đường cũ; tạo cốt tăng cường cho lớp BTN; tạo các khe biến dạng. Thông thường sẽ sử dụng đồng thời một số phương án nêu trên [7].

Trong thực tiễn thiết kế sân bay, người ta cho rằng không nên sử dụng các lớp BTN nếu sân bay được dự định khai thác cho những tàu bay có động cơ phản lực công suất lớn bố trí thấp. Trong trường hợp cần thiết vẫn phải sử dụng thì chiều dày các lớp BTN khuyến nghị không nhỏ hơn 15 cm [5].

Mặt đường BTN không được sử dụng ở những đoạn phải chịu sự tác động của luồng khí phụt từ động cơ của tàu bay phản lực quá 3 phút, ở đó nhiệt độ trên bề mặt vượt quá 100^{0}C, còn tốc độ luồng khí phụt là 50 m/s hoặc hơn [6].

3. TÍNH ỔN ĐỊNH CỦA MẶT ĐƯỜNG VÀ CÁC LỚP PHỦ BẰNG BTN KHI BỊ BAO PHỦ BỞI LUỒNG KHÍ PHỤT

Các kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng, mặt đường sân bay ở vùng tiếp xúc với luồng khí từ động cơ, ngoài các xung động của áp lực đã nói trên còn chịu tác động của một số lực khác.

Khi đánh giá khả năng chống dịch chuyển khí động học của mặt đường và các lớp phủ bằng BTN, cần xét đến các tác động thành phần sau đây [5]:

- Áp lực động học của dòng khí khi có sự tác động của luồng khí xuống mặt đường;

- Các lực phản lại được hình thành do ma sát ở lớp ngoài cùng khi bao phủ bề mặt đường bởi luồng khí;

- Lực nâng lên được hình thành do sự chênh lệch áp suất khi luồng khí bao phủ mặt đường có vết nứt và do sự không ổn định của luồng khí.

Các lực khí động học tác dụng lên mặt đường được biểu diễn bởi hai thành phần: Thành phần thẳng đứng P_n nén mặt đường xuống và thành phần nằm ngang P_t có xu hướng làm xê dịch hoặc nâng mặt đường lên. Hai thành phần này được xác định bởi các mối tương quan sau:

$$P_n = C_x \frac{\rho}{2} (I_{tb}.sin\beta_0)^2.S.K_d.K_e; \quad (1)$$

$$P_t = C_y \frac{\rho}{2} (I_{tb}.sin\beta_0)^2.S.K_d.K_e; \quad (2)$$

Trong đó:

ρ - Mật độ dòng khí ở một khoảng cách (nào đó) cách mặt cắt của ống xả;

I_{tb} - Tốc độ trung bình của luồng khí;

S - Một đơn vị diện tích tính toán của bề mặt bị thổi bởi luồng khí;

β_0 - Góc tác động của luồng khí;

K_d - Hệ số động học sự tác động của luồng khí (nhận giá trị 1,25);

K_e - Hệ số nhiễu động của luồng khí, nhận giá trị trung bình 1,3 (xác định chính xác thông qua thực nghiệm đối với mỗi loại động cơ);

C_x, C_y - Hệ số phản lực và lực nâng được xác định bằng thực nghiệm.

Các hệ số khí động học của phản lực và lực nâng thay đổi trong phạm vi rộng phụ thuộc vào kích thước của các đối tượng bị bao phủ và vị trí của chúng so với luồng khí. Đối với các đối tượng có mặt phẳng nhẵn, các hệ số này có giá trị 0,01 (mặt đường BTN chất lượng tốt). Khi trên bề mặt có một số vết nứt, hệ số này tăng lên đến 0,1. Đối với mặt đường BTN bị hư hỏng nặng, có mạng lưới vết nứt mở rộng và đối với các mặt đường giản đơn và mặt đường trồng cỏ, giá trị của các hệ số này vào khoảng từ 0,2 đến 0,5 phụ thuộc vào mức độ hư hỏng và đặc trưng không bằng phẳng của bề mặt đường.

Để đảm bảo tính ổn định trong hoạt động của mặt đường BTN dưới tác động của các luồng khí phụt, trọng lượng của một đơn vị diện tích (tính toán) của lớp mặt đường (P) cần phải lớn hơn lực cắt (P_c): $P > P_c$ (trong đó $P_c = P_t - P_n$).

Từ điều kiện này, chiều dày tối thiểu của lớp BTN được xác định theo:

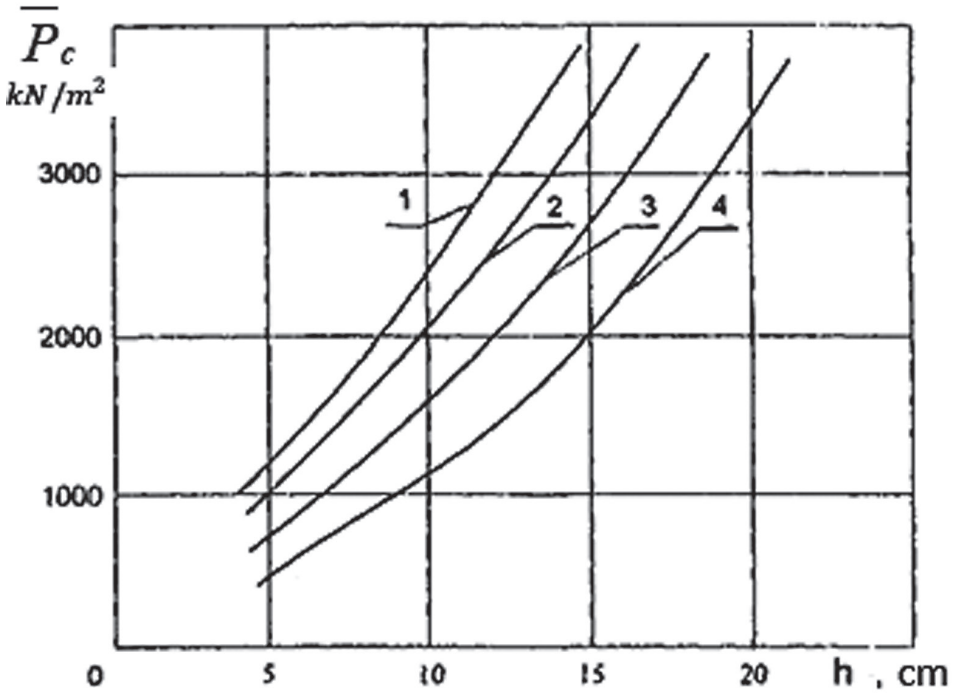
$$h_{min} = \frac{\overline{P}_c}{\gamma}; \quad (3)$$

Trong đó:

$\overline{P}_c$ - Lực cắt trên một đơn vị diện tích;

γ - Tỷ trọng khối của BTN.

Chiều dày cần thiết của lớp BTN, đặc biệt là trong trường hợp nâng cấp mặt đường cũ, cùng với việc xét đến hiệu ứng tác động của luồng khí, được xác định với từng cấp hạng sân bay và cấp tải trọng tiêu chuẩn. Cũng cần phải tính đến cả tình trạng của mặt đường cũ, móng tự nhiên và nhân tạo, hệ thống thoát nước; các điều kiện địa chất thủy văn khu vực; các đặc trưng của vật liệu mặt đường và nền đường cũ; cao độ của bề mặt mặt đường cùng các nhân tố khác.



Hình 3.1: Mối phụ thuộc của chiều dày các lớp BTN đặt trên mặt đường mềm (1) và trong vai trò các lớp phủ (2-4) cho mặt đường cứng vào lực khí động khi bao phủ bề mặt đường bởi luồng khí từ động cơ bố trí thấp (2 - mức độ phá hủy I của lớp gia cố; 3 - mức độ phá hủy II; 4 - mức độ phá hủy III)

Trong *Hình 3.1* là mối phụ thuộc của chiều dày mặt đường BTN khi chúng được đặt trên kết cấu mềm và trong vai trò là lớp phủ cho mặt đường cứng vào lực khí động khi các luồng khí phụt từ động cơ bố trí thấp của các tàu bay thân rộng chảy tràn trên bề mặt đường. Mối phụ thuộc không tuyến tính là do có xét đến ảnh hưởng của độ nén và nhiệt độ vật chất của dòng khí khi tính đến khối lượng riêng của lực cắt.

4. CÁC YÊU CẦU ĐỐI VỚI THÀNH PHẦN BTN

Việc tải trọng và tần suất cất, hạ cánh của các loại tàu bay không ngừng tăng lên đòi hỏi phải nâng cao yêu cầu đối với chất lượng và khả năng chịu tải của các lớp kết cấu mặt đường sân bay bằng BTN. Các tiêu chuẩn hiện hành chưa đáp ứng được toàn bộ yêu cầu khai thác các tàu bay hiện đại hạng nặng có động cơ bố trí thấp, đặc biệt là về điều kiện cường độ chịu nén ở nhiệt độ +50^{0}C, khả năng chịu nhiệt chung và tính ổn định dưới tác động khí động học.

Trên những mặt đường BTN này có thể xuất hiện các biến dạng nhiệt và suy giảm cường độ của các lớp kết cấu, thậm chí hình thành những hư hỏng ở dạng vệt lút bánh xe, chuyển vị, xô dồn và sau đó là phá hủy độ bằng phẳng yêu cầu của mặt đường và làm giảm điều kiện khai thác tàu bay.

Thực tiễn ngành Xây dựng đường và sân bay trên thế giới cho thấy, việc lựa chọn kỹ lưỡng thành phần của hỗn hợp BTN, sử dụng vật liệu đá và các chất kết dính chất lượng cao cho phép có được những mặt đường bền vững, ổn định với tuổi thọ cao, có chất lượng liên kết tốt. Kinh nghiệm đúc kết được chỉ ra rằng, trong điều kiện lưu thông các phương tiện tải trọng nặng với lưu lượng lớn như hiện nay, hợp lý hơn cả là sử dụng hỗn hợp BTN nhiều đá dăm và bitum có độ nhớt không cao. Mặt đường BTN bền vững ổn định phải có hàm lượng đá dăm lớn với kích thước hạt lớn nhất sao cho chiều dày của các lớp không vượt quá 3 lần kích thước lớn nhất của hạt cốt liệu. Để đảm bảo tính dẻo cần thiết của mặt đường ở nhiệt độ thấp không nên sử dụng các loại bitum có độ nhớt cao. Khi đó, việc sản xuất hỗn hợp BTN được dễ dàng hơn và nâng cao được khả năng tái sinh ở nhiệt độ cao. Hàm lượng bitum và phần hòa tan trong hỗn hợp phải đảm bảo khi các cốt liệu khoáng được đầm chặt hoàn toàn vẫn phải còn lại đủ độ rỗng của mặt đường.

Khi xây dựng mặt đường BTN trên nền BTXM, cần sử dụng BTN có khả năng chống nứt cao từ các hỗn hợp chất lượng cao có bổ sung vật liệu polymer, có chiều dày lớn và có cốt tăng cường cho lớp gia cố. Các chất polymer được bổ sung hoặc vào bitum với hàm lượng 2 - 5% khối lượng của bitum, hoặc là vào hỗn hợp BTN với hàm lượng 1 - 2% khối lượng vật liệu khoáng. Việc bổ sung polymer cho phép thu được một vật liệu kết dính mới - vật liệu kết dính bitumpolymer với các tính chất cơ lý được tăng lên đáng kể [3].

Khả năng chống dịch chuyển cao của BTN đạt được nhờ sự kết hợp của nhiều biện pháp: Sử dụng bitum có độ nhớt cao hơn, sử dụng chất kết dính bitumpolymer hoặc các chất phụ gia bitum tự nhiên; gia tăng hàm lượng đá dăm và kích thước lớn nhất của đá; giảm hàm lượng bitum; sử dụng bột khoáng hoạt tính; thay thế hoàn toàn hoặc một phần cát tự nhiên bằng cát được nghiền; bổ sung chất phụ gia vật liệu dạng thanh.

Để nâng cao chất lượng BTN, mục tiêu hướng tới việc tạo ra được một vật liệu tổng hợp được đặc trưng bởi góc ma sát trong lớn và sự liên kết cấu trúc cao. Như đã biết, yếu tố đầu tiên có thể đạt được bằng việc tăng cốt cho BTN nhờ sự bão hòa (làm đầy) bằng các hạt đá và cát có cạnh sắc nhọn. Yếu tố thứ hai đạt được bằng việc bổ sung vào thành phần hỗn hợp các cốt liệu và chất kết dính hoạt tính có nhiệt độ nung mềm cao. Điều này cùng với việc sử dụng hỗn hợp có hàm lượng đá cao sẽ làm tăng độ ổn định của mặt đường BTN trên sân bay.

Một trong những phương pháp nâng cao chất lượng mặt đường BTN là cải thiện chất lượng vật liệu kết dính - bitum. Nhiệm vụ cơ bản để cải thiện chất lượng bitum là nâng cao tính dính bám, tính ổn định đối với những dao động nhiệt… Vào những năm gần đây, trong số các phụ gia được sử dụng nhiều nhất là polyetilen ở dạng dung dịch keo, ethylenvinilasetat, bột cao su các loại, cao su, các thành phần mangan hữu cơ. Thực tiễn cho thấy, sự gia tăng giá thành của bitum chất lượng tốt (đến 20%) được đền bù bằng sự nâng cao tính ổn định và độ nhám của các lớp, giảm sự hình thành vệt lún bánh xe... [4].

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Qua các vấn đề nêu trên có thể thấy rõ nguyên nhân gây ra hư hỏng trên bề mặt mặt đường và các lớp phủ bằng BTN rất đa dạng. Các yếu tố về thời tiết và khí hậu cùng với tải trọng nặng từ bánh hơi cũng như tác động từ các luồng khí nhiệt độ cao của động cơ trước hết được hấp thụ bởi các lớp bề mặt BTN và sẽ ảnh hưởng rất lớn đến sự phá huỷ của chúng.

Khi thiết kế mới và cải tạo những sân bay hiện tại cho tàu bay có động cơ bố trí thấp nên chú ý đến những điểm cơ bản sau:

- Sử dụng hỗn hợp BTN có hàm lượng đá dăm cao và kích thước hạt lớn;

- Để tăng tuổi thọ của lớp phủ BTN trên mặt đường BTXM cũ cần tăng khả năng chống nứt, chống dịch chuyển bằng cách bổ sung vật liệu polymer và các phụ gia bitum tự nhiên;

- Đảm bảo sự dính bám tin cậy của mặt đường BTN hoặc các lớp phủ BTN với các lớp bên dưới, giá trị dính bám phải không nhỏ hơn 5.000 Pa trên đường cất, hạ cánh và đường lăn chính, 1.500 - 2.000 Pa trên sân hành khách;

- Khi đáp ứng các yêu cầu kinh tế - kỹ thuật thì cho phép xây dựng lớp trên cùng của mặt đường từ BTN với chiều dày không nhỏ hơn 10 - 14 cm trong điều kiện đảm bảo được lực liên kết với các lớp dưới của mặt đường không nhỏ hơn 5.000 Pa;

- Công tác bảo dưỡng khai thác cần thực hiện kỹ lưỡng hơn và công tác sửa chữa mặt đường được tiến hành đều đặn hơn, đặc biệt đối với kết cấu mặt đường mềm và cả với mặt đường cứng có các lớp phủ BTN;

- Để đảm bảo an toàn cho các chuyến bay từ đường cất, hạ cánh có lớp gia cố BTN dễ bị nứt, trong một số trường hợp có thể áp dụng chế độ cất cánh sau. Khi thực hiện khởi động, tàu bay bắt đầu chạy đà với động cơ làm việc ở mức 0,6 công suất so với tiêu chuẩn thông thường, sau đó trong quá trình chạy đà sẽ đưa đến mức rời đất. Với phương pháp cất cánh này sẽ giảm được xác suất phá hủy mặt đường BTN từ luồng khí phụt của động cơ.

- Điều quan trọng là các biện pháp kịp thời xử lý những hư hỏng và vết nứt xuất hiện trên các lớp phủ bằng BTN. Vì vậy, cần kịp thời nhận ra những khu vực mặt đường BTN tiềm ẩn nguy cơ theo điều kiện dính bám với các lớp bên dưới. Những khu vực có hư hỏng cần tiến hành quan sát một cách có hệ thống và kịp thời loại bỏ những chỗ hư hỏng nguy hiểm nhất. Việc tiến hành các công tác sửa chữa linh hoạt và định kỳ phải được thực hiện tuân thủ theo các văn bản tiêu chuẩn kỹ thuật về khai thác và bảo dưỡng mặt đường BTN trên sân bay.

Tài liệu tham khảo

[1]. Каплун А.Б. (1998), *Влияние параметров цикла нагружения на рост усталостных трещин*, Физико-химическая механика материалов, № 4, с. 51-53.

[2]. Каплун А.Б. (1993), *Об оценке параметров циклической трещиностойкости строительных конструкций*, Известия ВУЗ "Строительство и архитектура", № 11, с. 121-124.

[3]. Под ред. В.Е. Тригони. - М.: ГПИ и НИИ ГА. (1996), *Рекомендации по устройству термоизоляционных слоев из полимербетона и мелкозернистого бетона на аэродромных покрытиях*, 32с.

[4]. Слепая Б.М., Гузеева В.Ф (2007), *Требования к ремонтным материалам для аэродромных покрытий*, Труды ГосНИИ ГА. Вып. 269. М., с. 51-56.

[5]. Тригони В.Е. (1993), *Учет эффекта струи двигателей реактивных самолетов при проектировании аэродромов*, М.: ГПИ и НИИ ГА, 48 с.

[6]. Тригони В.Е. (1991), *Струйная эрозия аэродромов*, М.: Транспорт, 248с.

[7]. Тригони В.Е. (2002), *Оценка отраженного трещинообразования покрытий и слоев усиления*, Автомобильные дороги, № 9-10, с 22-24.

Ngày nhận bài: 03/10/2023
Ngày chấp nhận đăng: 20/10/2023
Người phản biện: TS. Phạm Duy Linh
TS. Nguyễn Thị Quỳnh Trang

Ảnh hưởng của co ngót đến biến dạng dài hạn của dầm bê tông cốt thép sử dụng cốt liệu nhỏ là cát mịn trộn cát nghiền

■ **TS. NGUYỄN ĐỨC DŨNG(*); PGS. TS. NGUYỄN DUY TIẾN; TS. THÁI KHẮC CHIẾN**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: (*)nguyenducdung@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Cốt liệu nhỏ phối trộn cát mịn (CM) với cát nghiền (CN) có đặc tính vật lý khác với cát vàng tự nhiên về độ rỗng, độ nhám bề mặt, độ hút nước, hàm lượng bột [1, 2]..., các thay đổi này ảnh hưởng đến các tính chất của bê tông trong đó có biến dạng co ngót [2, 3]... Ở tuổi sớm ứng suất - biến dạng do co ngót có thể dẫn đến hình thành vết nứt, làm giảm tính thẩm mỹ cũng như sự toàn vẹn của cấu trúc kết cấu, theo thời gian co ngót khô dẫn đến mất mát dự ứng lực, giảm độ vồng, gia tăng độ võng cho kết cấu, làm thay đổi ứng suất đối với các kết cấu siêu tĩnh... Trong nội dung bài báo, nhóm tác giả trình bày các kết quả nghiên cứu thực nghiệm bao gồm: Thực nghiệm đo độ võng của dầm bê tông cốt thép (BTCT) do biến dạng co ngót; phân tích, đánh giá kết quả đo theo các tiêu chuẩn hiện hành; dựa theo phương pháp tính toán độ cong và biến dạng dọc trục của dầm, xây dựng mối quan hệ giữa ứng suất, mô-đun đàn hồi có hiệu với biến dạng co ngót và độ võng của dầm.

TỪ KHÓA: Cát mịn, cát nghiền, co ngót, biến dạng dài hạn, dầm bê tông cốt thép.

ABSTRACT: Fine Small aggregates mixed with fine sand and crushed sand have physical properties different from natural yellow sand in terms of porosity, surface roughness, water absorption, and powder content [1, 2]..., these changes affect the properties of concrete including shrinkage deformation [2, 3]... At an early age, stress - deformation due to shrinkage can lead to the formation of cracks, reducing the aesthetics as well as the integrity of the structure. Over time, drying shrinkage leads to loss of prestress, Reduce camber/increase structural deflection, changing stress for super static structures... In this article, the authors present the results of experimental research including: Experimental measurement of deflection of reinforced concrete beams due to shrinkage deformation; analyze and evaluate measurement results according to current standards; based on the method of calculating the curvature and axial deformation of the beam, build the relationship between stress, effective elastic modulus with shrinkage deformation and deflection of the beam.

KEYWORDS: Fine sand, crushed sand, shrinkage, long-term deformation, reinforced concrete beams.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự suy giảm nguồn tài nguyên cát tự nhiên đã tạo ra nhu cầu về việc sử dụng vật liệu thay thế cốt liệu nhỏ để chế tạo bê tông [2], dẫn đến việc thay thế cát sông bằng CN là một vấn đề bắt buộc [4]. Đặc điểm điều kiện tự nhiên phía Nam nước ta thuộc vùng hạ lưu sông Mê Kông, cát sông ở đây có cỡ hạt nhỏ mô-đun độ lớn dưới 2,24 [5], không đủ tiêu chuẩn chế tạo bê tông chịu lực. Để khắc phục tình trạng thiếu hụt nghiêm trọng nguồn cát vàng trong xây dựng, các nhà thầu đã phối trộn CM với CN thô (tên địa phương gọi là đá mi rửa) với tỉ lệ thích hợp để tạo thành cát hỗn hợp có đủ thành phần hạt và tính chất cơ lý đáp ứng công tác chế tạo bê tông [6].

Bê tông sử dụng CM phối trộn CN về cơ bản đáp ứng được các yêu cầu về cường độ đối với các cấp bê tông phổ biến trong xây dựng cầu [7, 8, 9]. Tuy nhiên, co ngót khô, cùng với cường độ kéo uốn thấp có lẽ là đặc tính bất lợi nhất của bê tông có sử dụng CM phối trộn CN.

Theo R. Mu, J.P. Forth [10], nghiên cứu mô hình co ngót gây ra độ cong của dầm bê tông cho thấy, bên cạnh tải trọng và nhiệt độ, co ngót và từ biến là những yếu tố chính ảnh hưởng đến độ cong của mặt cắt BTCT.

Theo GS. TS. Trần Đức Nhiệm [11, 12], dầm Super T qua thời gian sử dụng đã xuất hiện hiện tượng mất độ vồng, phân tích lý thuyết cho thấy các yếu tố vật liệu và

quá trình thi công ảnh hưởng đến sự phát triển độ vồng của dầm BTCT dự ứng lực căng trước. Có thể chia thành hai nhóm yếu tố ảnh hưởng theo đặc tính, đó là: Các yếu tố do thuộc tính vật liệu chế tạo dầm gồm co ngót, từ biến của bê tông; các yếu tố do trình tự chế tạo, thi công dầm bao gồm thời gian cắt cáp, hiệu ứng kiềm giữ ban đầu, thời điểm đổ bê tông bản mặt cầu, hiệu ứng biến đổi nhiệt, grandient nhiệt.

Từ việc phân tích các kết quả nghiên cứu đã công bố, nhóm tác giả tiến hành nghiên cứu thực nghiệm trên 3 phiến dầm BTCT để xác định ảnh hưởng của co ngót đến biến dạng dài hạn của dầm BTCT có sử dụng cốt liệu nhỏ là CM trộn CN.

2. CÔNG TÁC THÍ NGHIỆM

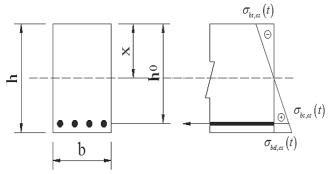
2.1. Mô hình dầm thí nghiệm

Nhóm tác giả lựa chọn dầm thí nghiệm là dầm BTCT giản đơn. Dầm được xoay ngang đặt trên hệ treo bao gồm khung thép, dây treo, thanh đỡ cho phép dầm di chuyển tự do trong mặt phẳng treo (nằm ngang), với mục đích loại bỏ ma sát giữa dầm và ván đáy và dầm được treo ngang để khử ảnh hưởng của trọng lượng bản thân dầm đến độ võng. Một đầu chốt cho phép dầm xoay tự do tương đương gối cố định. Đầu chốt còn lại cho phép dầm vừa xoay tự do vừa trượt dọc theo phương chiều dài dầm tương đương gối di động *(Hình 2.1)*.

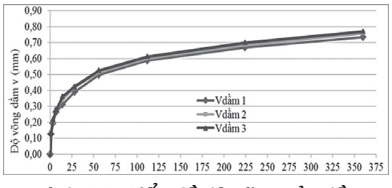
Dầm thí nghiệm có kích thước tiết diện b×h = 80×120 mm, chiều dài dầm L = 1.500 mm. Bê tông cấp cường độ C40, có tỉ lệ phối trộn cát mịn/CN là 50/50. Cốt thép dọc 4ϕ8 được đặt về một phía của tiết diện. Đo chuyển vị dầm bằng 3 Indicator cơ học tại các tiết diện ở hai gối tựa dầm và tiết diện giữa dầm.

Kết quả thí nghiệm đo độ võng các dầm BTCT do biến dạng co ngót được trình bày trong *Bảng 2.1* và biểu đồ phát triển độ võng thể hiện trên *Hình 2.3*.

Hình 2.1: Lắp dựng giá treo dầm



Hình 2.2: Bố trí cốt thép trong dầm thí nghiệm



Hình 2.3: Biểu đồ độ võng của dầm

Bảng 2.1. Kết quả đo độ võng

Ngày	f (mm) theo kết quả thí nghiệm		
	D_1	D_2	D_3
0	0,000	0,00	0,00
1	0,125	0,135	0,134
3	0,195	0,203	0,219
7	0,265	0,281	0,282
14	0,312	0,346	0,362
28	0,391	0,423	0,426
56	0,498	0,515	0,525
112	0,589	0,601	0,613
224	0,670	0,686	0,701
360	0,735	0,759	0,771

2.2. Đánh giá kết quả đo theo các tiêu chuẩn tính toán hiện hành

Độ cong của dầm do biến dạng co ngót được xác định trong các tiêu chuẩn Eurocode 2 [15], ACI 345R-03 [16] và phương pháp của Miller [17], Branson [18]… Kết quả tính toán được trình bày trong *Bảng 2.2*.

Bảng 2.2. Kết quả tính toán độ võng của dầm

Ngày	f (mm) theo kết quả thí nghiệm			f (mm) theo kết quả tính toán theo tiêu chuẩn và các nghiên cứu khác			
	Dầm D_1	Dầm D_2	Dầm D_3	Eurocode 2	ACI435	Miller	Branson
0	0,000	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
1	0,125	0,135	0,134	0,059	0,075	0,152	0,147
3	0,195	0,203	0,219	0,176	0,149	0,278	0,268
7	0,265	0,281	0,282	0,276	0,243	0,391	0,377
14	0,312	0,346	0,362	0,345	0,314	0,453	0,436
28	0,391	0,423	0,426	0,425	0,396	0,519	0,501
56	0,498	0,515	0,525	0,553	0,521	0,631	0,608
112	0,589	0,601	0,613	0,689	0,650	0,741	0,714
224	0,670	0,686	0,701	0,831	0,785	0,852	0,821
360	0,735	0,759	0,771	0,927	0,875	0,927	0,893

So sánh kết quả đo với giá trị tính toán theo các công thức thực nghiệm của các tác giả nghiên cứu trước thì kết quả đo gần với các kết quả thực nghiệm của Miller [17] và Branson [18]. Độ võng của các dầm ở thời điểm 360 ngày tuổi đều nhỏ hơn giá trị tính toán theo các công thức thực nghiệm và tiêu chuẩn, điều đó cho thấy các tiêu chuẩn tính toán thiên về an toàn. Kết quả thí nghiệm cũng xấp xỉ giá trị tính toán độ võng của dầm theo lý thuyết ứng suất biến dạng *(Bảng 2.4)*. Từ đó có thể thấy được phương pháp đo biến dạng co ngót của dầm bê tông mà bài báo thực hiện là rất hiệu quả.

2.3. Phân tích ảnh hưởng của co ngót đến sự làm việc và biến dạng của dầm BTCT

Dựa trên phương pháp cân bằng cơ học với các giả thiết cơ bản như mặt cắt được coi là phẳng, từ biến tuyến tính, độ cong và co ngót được coi là hiện tượng độc lập không có tác động lẫn nhau. Độ võng của dầm BTCT do co ngót được xác định theo công thức (1). Trong đó: s - Hệ số phụ thuộc vào trường hợp tải; Kcs - Độ cong của dầm; L - Chiều dài nhịp.

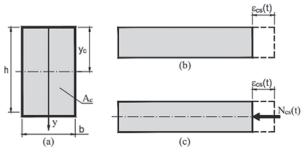
$$f = s.\kappa_{cs}.L^2 \quad (1)$$

Sử dụng phương pháp lực nén giả định trong bài toán này và co ngót là tải trọng dài hạn nên phải xét đến ảnh hưởng của từ biến, để xét đến ảnh hưởng của từ biến thì phương pháp thường dùng là sử dụng mắt cắt dài hạn.

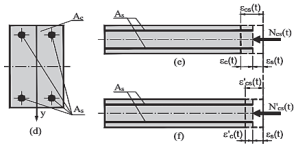
Xét trường hợp dầm bê tông không có cốt thép, biến dạng co ngót làm dầm bị co ngắn lại một đoạn là e_{cs}, biến dạng này tương đương với việc dầm chịu một lực nén đúng tâm giả định Ncs(t) như *Hình 2.4*. Lực nén giả định do biến dạng co ngót Ncs(t) được tính như sau:

$$N_{cs}(t) = \mathrm{E_c}(t).\mathrm{A_c}\varepsilon_{cs}(t) \quad (2)$$

Trong đó: Ec(t) - Mô-đun đàn hồi có hiệu của bê tông; Ac - Diện tích mặt cắt ngang dầm bê tông; e_{cs}(t) - Biến dạng tương đối do co ngót của bê tông.



Hình 2.4: Biến dạng do co ngót gây ra trên dầm bê tông không có cốt thép



Hình 2.5: Biến dạng do co ngót gây ra trên dầm bê tông có cốt thép đối xứng

Xét trường hợp dầm bố trí cốt thép đối xứng, do có cốt thép kiềm chế nên dưới tác dụng của co ngót dầm biến dạng là e_s và phần bị kiềm chế không biến dạng là e_c , e_{cs} = e_s + e_c như trên *Hình 2.5*. Lực nén giả định do co ngót N_{cs}(t) được tính như sau:

$$N_{cs}(t) = \varepsilon_s(\mathrm{Ac}+\mathrm{nA_s}).\mathrm{E_c}(t) \quad (3)$$

Trong đó: As - Diện tích cốt thép; n = Es/Ec(t); Es - Mô-đun đàn hồi của thép.

Từ hai phương trình (2) và (3), xác định được biến dạng co ngót e_s là:

$$\varepsilon_s(t) = \frac{\varepsilon_{cs}(t)}{1+n.p} \quad (4)$$

Trong đó: p - Tỉ số As/Ac.

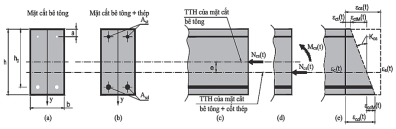
Do bê tông bị kiềm chế phần biến dạng e_c làm phát sinh ứng suất tương ứng trong bê tông do co ngót theo định luật Hooke là:

$$\sigma_c(t) = Ec(t).\varepsilon_c(t) = Ec(t).\left(\frac{np}{1+np}\right).\varepsilon_{cs}(t) \quad (5)$$

Xét trường hợp cốt thép không đối xứng: Trục trung hòa của tiết diện BTCT lệch so với trục trung hòa của dầm bê tông là e, lực nén giả định do co ngót N_{cs}(t) đặt tại trọng tâm của tiết diện bê tông. Chuyển lực này về trục trung hòa của tiết diện BTCT tính đổi gồm N_{cs}(t) và M_{cs}(t) như *Hình 2.6*:

$$N_{cs}(t) = \mathrm{E_c}(t).\mathrm{A_c}\varepsilon_{cs}(t) \quad (6)$$

$$M_{cs}(t) = e.N_{cs}(t) = e.\mathrm{E_c}(t).\mathrm{A_c}\varepsilon_{cs}(t) \quad (7)$$



Hình 2.6: Biến dạng do co ngót gây ra trên dầm bê tông có cốt thép không đối xứng

Do xuất hiện mô-men uốn M_{cs}(t) làm cho mặt cắt bị xoay một góc là K_{cs} như *Hình 2.6*, làm cho bê tông thớ trên bị nén vào là e_{ctM}(t) và thớ dưới dãn ra là e_{cdM}(t), tương ứng sinh ra ứng suất nén thớ trên là s_{ctM}(t) và ứng suất kéo thớ dưới là s_{cdM}(t).

Tổng ứng suất trong bê tông thớ trên và thớ dưới do biến dạng co ngót sinh ra là:

$$\sigma_{ct}(t) = Ec(t).\varepsilon_{cs}(t).\left[\frac{np}{1+np} - \frac{e.Ac}{Itd}\left(\frac{h}{2}+e\right)\right] \quad (8)$$

$$\sigma_{cd}(t) = Ec(t).\varepsilon_{cs}(t).\left[\frac{np}{1+np} + \frac{e.Ac}{Itd}\left(\frac{h}{2}-e\right)\right] \quad (9)$$

Trong đó:

$$e = \frac{n.A_{sd}.h_0 + n.A_{st}.a + A_c.\frac{h}{2}}{\left(A_{sd}+A_{st}\right).n + A_c} - \frac{h}{2} \quad (10)$$

$$Itd = Ic + Ac.e^2 + Ast.\frac{Es}{Ec(t)}.\left(\frac{h}{2}+e-a\right)^2 + Asd.\frac{Es}{Ec(t)}\left(h0-\frac{h}{2}-e\right)^2 \quad (11)$$

Kiểm toán, nếu s_{cd}(t) nhỏ hơn f_r(t) thì dầm bê tông chưa bị nứt, độ cong của dầm được xây dựng theo công thức được xây dựng theo sức bền vật liệu như sau:

$$\kappa_{cs} = \frac{1}{\rho} = = \frac{M_{cs}(t)}{Ec(t).Itd} = \frac{e.\mathrm{E_c}(t).\mathrm{A_c}.\varepsilon_{cs}(t)}{Ec(t).Itd} = \frac{e.Ac}{Itd}.\varepsilon_{cs}(t) \quad (12)$$

Kết hợp (12) với (1) xác định được công thức tính độ võng của dầm BTCT do biến dạng co ngót sinh ra theo công thức (13). Kết hợp các công thức (13), (10) và (11), dùng phần mềm toán học Mathlab giải phương trình xác định được công thức tính mô-đun đàn hồi có hiệu của bê tông Ec(t) theo thời gian:

$$f(t) = s.L^2.\frac{e.Ac}{Itd}.\varepsilon_{cs}(t) \quad (13)$$

$$E_c(t) = Asd.Es.\frac{2.s.L^2.Ac.(2h_0-h)\varepsilon_{cs}(t) - (Ac.h^2 - 4.Ac.h.h_0 + 4.Ac.h_0^2 + 4Ic).f(t)}{4.Ac.Ic.f(t)} \quad (14)$$

Từ công thức (9) tính toán ứng suất kéo tại đáy dầm, kết quả trên cho thấy ứng suất kéo tại đáy dầm BTCT do biến dạng co ngót sinh ra nhỏ hơn cường độ chịu kéo của bê tông tính theo ACI và CEB/FIB *(Bảng 2.3)*, do đó đáy dầm bê tông chưa bị nứt. Thực tế quan sát trên dầm thí nghiệm không thấy xuất hiện vết nứt ở đáy dầm.

Từ công thức 13 tính độ võng của dầm, kết quả tính toán cho thấy giá trị độ võng đo được của các dầm thí nghiệm xấp xỉ giá trị độ võng tính theo công thức *Bảng 2.4*.

Bảng 2.3. Ứng suất kéo đáy dầm

Ngày	Ứng suất kéo đáy dầm (MPa)	Cường độ chịu kéo của bê tông (MPa)	
		ACI	CEB/FIB
0	0	0,00	0,00
1	0,58	2,40	2,29
3	1,08	3,57	4,01
7	1,46	4,43	5,23
14	1,64	4,95	6,05
28	1,81	5,30	6,71
56	2,11	5,50	7,22
112	2,37	5,61	7,60
224	2,79	5,66	7,89
360	2,82	5,69	8,04

Bảng 2.4. Độ võng của dầm BTCT

Ngày	f (mm)			
	D_1	D_2	D_3	Tính theo 13
0	0,000	0,00	0,00	0,000
1	0,125	0,135	0,134	0,081
3	0,195	0,203	0,219	0,142
7	0,265	0,281	0,282	0,221
14	0,312	0,346	0,362	0,277
28	0,391	0,423	0,426	0,342
56	0,498	0,515	0,525	0,447
112	0,589	0,601	0,613	0,560
224	0,670	0,686	0,701	0,721
360	0,735	0,759	0,771	0,768

Kết quả trong *Bảng 2.4* cho thấy giá trị độ võng tính theo công thức (13) theo phương pháp lực nén tương đương xấp xỉ giá trị độ võng của các dầm thực nghiệm. Nên có thể sử dụng công thức (13) để tính toán biến dạng do co ngót của dầm BTCT sử dụng cát mịn phối trộn CN.

Từ công thức (14) xác định được mô-đun đàn hồi có hiệu do biến dạng co ngót và độ võng của các dầm số 1, số 2 và số 3. Dùng thuật toán PSO [13] xây dựng được công thức (15) tính mô-đun đàn hồi có hiệu $E_c(t)$ tại thời điểm bất kỳ của bê tông có sử dụng cát mịn phối trộn CN theo dạng công thức của ACI209.2R [14]:

$$E_c(t) = E_c \cdot \sqrt{\frac{t}{at+b}} \quad (15)$$

Trong đó: a, b - Các hệ số; Ec - Mô-đun đàn hồi của bê tông ở 28 ngày tuổi; t - Thời gian.

Sử dụng thuật toán PSO xác định được a = 6,902 và b = 2,02.

Công thức xác định $E_c(t)$ của bê tông sử dụng cát mịn trộn CN được xác định theo công thức như sau:

$$E_c(t) = E_c \cdot \sqrt{\frac{t}{6,902t+2,02}} \quad (16)$$

3. KẾT LUẬN

Qua kết quả thí nghiệm, phân tích đánh giá và xử lý số liệu, nhóm tác giả đã thực hiện được các nội dung sau:

- Xây dựng được mô hình giá treo dầm và thí nghiệm thành công đo biến dạng của dầm BTCT bị uốn cong do co ngót;

- So sánh với các công thức thực nghiệm nghiên cứu trước thì kết quả thí nghiệm là tương đương, so sánh với các tiêu chuẩn Eurocode 2 [15] và ACI 209 [16] thì kết quả thí nghiệm nhỏ hơn kết quả tính toán theo hai tiêu chuẩn trên;

- Thiết lập được phương trình tính ứng suất, độ võng của dầm theo biến dạng co ngót của bê tông và phương trình quan hệ giữa mô-đun đàn hồi có hiệu của bê tông với biến dạng co ngót và độ võng của dầm; xây dựng phương trình tính mô-đun đàn hồi có hiệu dựa theo công thức của ACI209 từ số liệu thực nghiệm.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học GTVT trong Đề tài mã số T2023-CT-021.

Tài liệu tham khảo

[1]. Nguyễn Quang Cung (2004), *Nghiên cứu cát nhân tạo sử dụng cho bê tông và vữa nhân tạo*, Tuyển tập các công trình NCKH công nghệ vật liệu xây dựng, NXB. Xây dựng.

[2]. Michael L. Leming, Ph.D (2008), *Effects of Manufactured Sands and Blended Aggregates on the Durability of Concrete Bridge Decks and Pavements*, Highway Research Project HWY-98-6 , Final Report.

[3]. Wenyan Zhang a (2013), *Influence of aggregate materials characteristics on the drying shrinkage*, Construction and Building Materials, pp.500-510.

[4]. V. Umamaheswaran1 (2015), *Use of M Sand in High Strength and High Performance Concrete*, Indian Journal of Science and Technology, vol.8.

[5]. Lê Văn Quang (2012), *Sử dụng cát mịn vùng đồng bằng sông Cửu Long để chế tạo bê tông*, Hội thảo cát mịn vùng đồng bằng Sông Cửu Long.

[6]. Báo cáo chất lượng nguồn vật liệu phục vụ sản xuất bê tông thi công các hạng mục công trình gói thầu J1- cầu Bình Khánh và cầu dẫn (2016), *Dự án xây dựng đường cao tốc Bắc Nam (đoạn Bến Lức - Long Thành)*.

[7]. Nguyễn Đức Dũng, Nguyễn Duy Tiến, Thái Khắc Chiến (8/2021), *Nghiên cứu đặc trưng cơ học của bê tông sử dụng cát mịn phối trộn CN trong xây dựng cầu*, Tạp chí Khoa học GTVT, Trường Đại học GTVT, số 72, tr.686-700.

[8]. Nguyễn Đức Dũng, Nguyễn Duy Tiến, Thái Khắc Chiến, Trần Thế Truyền (2021), *Nghiên cứu ảnh hưởng của CN từ các loại đá gốc khác nhau đến các đặc trưng cơ học của bê tông sử dụng cát mịn phối trộn CN trong xây dựng cầu*, Tạp chí Cầu đường Việt Nam, số 8, tr.12-18.

[9]. Nguyễn Đức Dũng, Nguyễn Duy Tiến, Thái Khắc Chiến (2/2022), *Nghiên cứu ảnh hưởng của bột đá đến các đặc trưng cơ học của bê tông sử dụng cát mịn phối trộn CN trong xây dựng cầu*, Tạp chí Khoa học GTVT, Trường Đại học GTVT, số 73, tr.100-110.

[10]. R. Mu, J.P. Forth & A.W. Beeby (2008), *Modelling of shrinkage induced curvature of cracked concrete beams*, Tailor Made Concrete Structures, Walraven & Stoelhorst, 99.

[11]. Trần Đức Nhiệm, Ngô Văn Minh (2015), *Phân tích ảnh hưởng của quá trình thi công đến độ vồng của dầm chủ BTCT dự ứng lực căng trước superT*, Tạp chí Khoa học GTVT, Trường Đại học GTVT, số 49, 16.

[12]. Trần Đức Nhiệm, Ngô Văn Minh (2016), *Phân tích lý thuyết đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến biến đổi độ vồng dầm bê tông dự ứng lực căng trước*, Tạp chí Khoa học GTVT, Trường Đại học GTVT, 17.

[13]. PSO - Particle Swarm Optimization - J. Kennedy and R. Eberhart (1995), *Particle swarm optimization*, Proceedings of ICNN'95 - International Conference on Neural Networks, vol.4, pp.1942-1948.

[14]. American Concrete Institute (2008), *ACI 209.2R-08 Guide for Modeling and Calculating Shrinkage and Creep in Hardened Concrete*.

[15]. Eurocode 2- Comité Européen De Normalisation (2001), *Eurocode 2: Design of Concrete Structures, Part 1: General Rules and Rules for Buildings*, Brussels: CEN. 230p.

[16]. American Concrete Institute (2003), *ACI 345R-95 Control of Deflection in Concrete Structures*.

[17]. Miller, A. (1958), *Warping of reinforced concrete due to shrinkage*, ACI Journal Proceedings 54(11), 939-950.

[18]. Branson, D. E. (1977), *Deformation of Concrete Structures*, New York: McGraw-Hill, Inc. 546p.

Ngày nhận bài: 19/9/2023
Ngày chấp nhận đăng: 25/10/2023
Người phản biện: TS. Vũ Bá Thành
TS. Lê Bá Anh

Khảo sát tường đơn chịu tải trọng gió

■ **TS. HUỲNH VĂN QUÂN**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: quanhv_ph@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Ngày nay, công trình xây dựng với kích thước lớn để phù hợp với nhu cầu sản xuất trở nên khá phổ biến. Với những công trình này, việc tính toán đến tải trọng gió được đặt ra ngay từ bước thi công cho đến giai đoạn khai thác. Tuy nhiên, những sai sót do kỹ sư thiết kế và/hoặc thi công khi không coi trọng áp lực gió sẽ gây sự cố không đáng có, sập tường nhà xưởng Công ty TNHH MTV Savvy Seafood Việt Nam - Khu công nghiệp Nhơn Hòa tại thị xã An Nhơn, tỉnh Bình Định vào tháng 9/2022 là một ví dụ. Bài báo khảo sát tường đơn dưới tác dụng của tải trọng gió. Kết quả tính toán theo TCVN2737:2020 được so sánh với TCVN2737:1995, độ lệch giữa hai tiêu chuẩn giảm dần khi tăng độ cao từ 50 m (17,6%) đến 184 m (3,9%). Với tường đơn, mặt cắt cột (250x300)mm, bố trí 322 mm, áp lực gió vùng III, kích thước tường tối đa chịu lực là 12x9 m.

TỪ KHÓA: Tải trọng gió, tường đơn, sập tường nhà xưởng.

ABSTRACT: Large structures are more typical in modern times. It is required to analyze wind loads during both the construction and rehabilitation phases. However, mistakes made by design and/or construction engineers who neglected to account for wind loadings resulted in needless failures, such as the collapse of a wall in the province of An Nhon - Binh Dinh in September 2022. This paper calculates the wind loads on a single factory wall at various sizes. Comparing the results from TCVN2737:202 and TCVN2737:1995, it can be seen that as altitude rises, the difference between the two specifications decreases, for instance from 50 m (17,6%) to 184 m (3,9%). Under Region III wind intensity, the maximum bearing size for a single-wall reinforced concrete frame with a cross section of (250x300)mm and three bars of 22 mm diameter is.

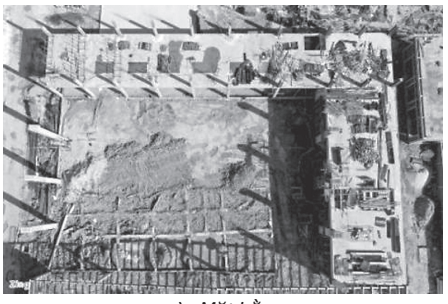
KEYWORDS: Wind load, single wall, factory wall collapse.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay, với sự phát triển của nhu cầu sản xuất cũng như tiến bộ của công nghệ, các công trình được xây dựng với kích thước khá lớn cả về bề rộng và chiều cao. Tuy nhiên, kích thước càng lớn thì diện tích hứng gió càng tăng, lực gió lớn gây tác dụng không mong muốn lên công trình, thậm chí gây ra tai nạn sập đổ, làm thiệt hại về người và của. Sự cố sập tường vây nhà xưởng Công ty TNHH MTV Savvy Seafood Việt Nam - Khu công nghiệp Nhơn Hòa, An Nhơn, Bình Định (Công ty Savvy Seafood) là một ví dụ (*Hình 1.1)*. Sự cố làm toàn bộ mảng tường đơn, chưa được liên kết ngang, dài 38 m, cao 15 m đổ sập hoàn toàn, vùi lấp 11 công nhân, trong đó có 5 người chết và 6 người bị thương. Cơ quan điều tra phải tiến hành khởi tố vụ án [1]. Chính vì vậy, bằng các kiến thức cơ học công trình, tiến hành giới thiệu, phân tích và dự báo sự cố tương tự như trên mang tính thời sự và cần thiết.

Việc tính toán đối với tải trọng gió đã được tiêu chuẩn các nước trên thế giới ban hành, nổi tiếng nhất phải kể đến như ASCE của Mỹ, Eurocode của châu Âu, được [2] tổng hợp và giới thiệu. Ngoài ra, nội dung tính toán tải trọng gió cho công trình dân dụng và nhà cao tầng có thể tham khảo trong [3]. Tại Việt Nam, tải trọng gió được bắt buộc đưa vào tính toán cho công trình từ rất sớm, tiêu chuẩn tải trọng và tác động TCVN 2737:1995 [4], được cụ thể bằng chỉ dẫn TCXD 229:1999 [5]. Để phù hợp với thời đại, Việt Nam đã cập nhật, ban hành tạm thời tiêu chuẩn tải trọng tính toán công trình TCVN 2737:2020 [6], nhằm lấy ý kiến để thay thế cho TCVN 2737:1995.

Trong bài báo này, một phần nội dung về tải trọng gió của TCVN 2737:2020 và tính toán kết cấu bê tông cốt thép của TCVN 5574:2018 [7] sẽ được giới thiệu. Các ví dụ về tải trọng, khả năng chịu lực của khung nhà xưởng với các kích thước khác nhau sẽ được đề cập.



a) - Mặt bằng

b) - Chiếu cạnh

c) - Khung tường

d) - Mặt cắt và cốt thép cột

Hình 1.1: Hiện trường vụ sập tường nhà xưởng [1]

2. CƠ SỞ TÍNH TOÁN TẢI TRỌNG GIÓ VÀ KHẢ NĂNG CHỊU UỐN CỦA CỘT

2.1. Tính toán tải trọng gió theo TCVN 2737:2020

Theo TCVN 2737:2020, áp lực gió tiêu chuẩn tại chiều cao xác định theo công thức:

$$W = 1,2\times(W_0\times k\times c)\times(G_f\times I_W) \quad (1)$$

Với 1,2 là hệ số chuyển đổi áp lực gió từ chu kỳ lặp 20 năm lên chu kỳ lặp chuẩn 50 năm; W_0 (daN/m^2) là áp lực gió tiêu chuẩn, xác định theo *Bảng 2.1*; *k* là hệ số kể đến sự thay đổi áp lực gió theo độ cao z và dạng địa hình, xác định theo công thức (2), 5 m ≤ z ≤ z_g. Trong đó, địa hình dạng A, α = 11,5, z_g = 213,36 m, k ≤ 1,99; địa hình dạng B, α = 9,5, z_g = 274,32 m, k ≤ 1,97; địa hình dạng C, α = 7,0, z_g = 365,76 m, k ≤ 1,98. *c* là hệ số khí động, tra bảng theo sơ đồ công trình, cấu kiện và tải trọng gió.

Bảng 2.1. Xác định áp lực gió tiêu chuẩn theo phân vùng lãnh thổ quốc gia

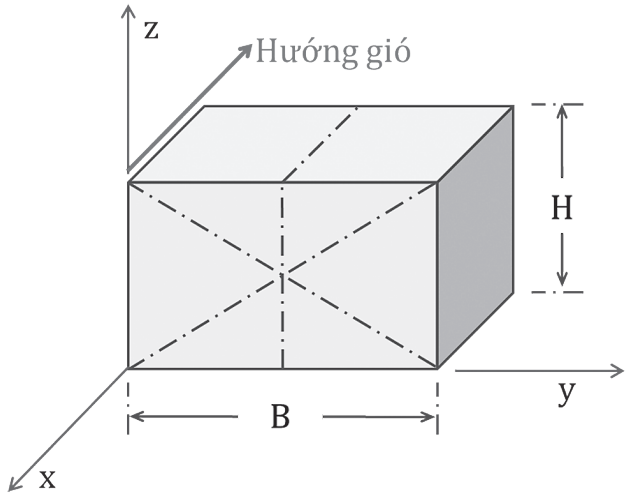
Vùng áp lực gió	I	II	III	IV	V
W_0 (daN/m^2)	65	95	125	155	185

$$k = 2,01\left(\frac{z}{z_g}\right)^{2/\alpha} \quad (2)$$

G_f là hệ số giật, hệ số phản ứng của kết cấu dưới tác dụng của tải trọng gió, xác định như sau: Đối với kết cấu có T_{mode1} ≤ 1s thì G_f = 0,85; đối với kết cấu có T_{mode1} > 1s thì G_f được xác định theo Phụ lục G-TCVN 2737:2020; đối với kết cấu cao tầng, G_f = 0,85+H/2840 với nhà bê tông và G_f = 0,85+H/1010 với nhà thép, H (m) là chiều cao công trình. I_W là hệ số tầm quan trọng, phụ thuộc vào mức độ quan trọng của công trình. Công trình đặc biệt quan trọng, cấp I lấy I_W = 1,15; công trình ở mức độ II và III lấy I_W = 1,00 và ở mức IV lấy I_W = 0,87.

Công trình có bề rộng và chiều cao tường đón gió tương ứng là B (m) và H (m) như *Hình 2.1*, lực gió tác dụng lên công trình là lực tập trung, đặt tại tâm hình học của tường [5], mô-men tại chân tường xác định theo công thức:

$$M = WB\frac{H^2}{2} \text{ (daNm)} \quad (3)$$



Hình 2.1: Định nghĩa các kích thước công trình chắn gió

2.2. Khả năng chịu uốn của cột bê tông cốt thép

Độ bền tiết diện của cấu kiện bê tông cốt thép chịu uốn tính theo điều kiện (4). Trong đó, M là mô-men của ngoại lực; M_u là mô-men giới hạn mà tiết diện cấu kiện có thể chịu được. Giá trị M_u đối với cấu kiện chịu uốn, tiết diện chữ nhật (*Hình 2.2*), khi $\xi = x/h_0 \le \xi_R$ xác định như (5).

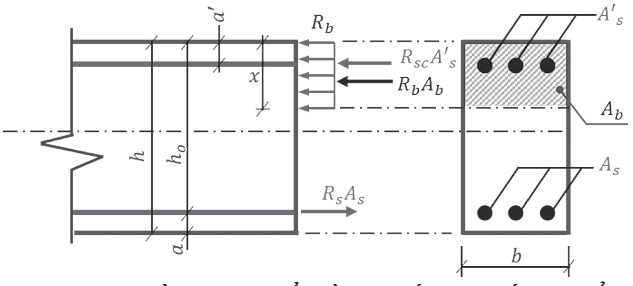
$$M < M_u \quad (4)$$

$$M_u = R_b\, bx(h_0-0,5x)+R_{sc}A'_s\,(h_0-a') \quad (5)$$

Trong đó: R_b - Cường độ chịu nén dọc trục của bê tông (MPa); b, x, h_0, a' - Các kích thước được chỉ ra trên *Hình 2.2*; R_{sc} và R_s - Cường độ của cốt thép phía chịu nén và chịu kéo (MPa); A'_s và A_s - Diện tích tiết diện cốt thép phía chịu nén và chịu kéo (mm^2); chiều cao vùng chịu nén x được xác định theo công thức (5). Trường hợp bố trí cốt thép phía chịu kéo và chịu nén là đối xứng; $R_s A_s = R_{sc}A'_s$, giá trị M_u xác định theo công thức (6).

$$x = \frac{R_sA_s-R_{sc}A'_s}{R_bb} \quad (6)$$

$$M_u = R_sA_s(h_0-a') \quad (7)$$



Hình 2.2: Sơ đồ nội lực và biểu đồ ứng suất trong tiết diện thẳng góc của cấu kiện chịu uốn [6]

3. PHÂN TÍCH SỐ VÀ BÀN LUẬN

3.1. So sánh áp lực gió tính theo TCVN 2737:2020 với TCVN 2737:1995

Bài báo sử dụng lại bộ số liệu về tính toán áp lực gió của [2]: Dự án thuộc địa phận phường Trung Văn, quận Nam Từ Liêm, TP. Hà Nội; quy mô công trình là 54 tầng, chiều cao 184 m, dạng hình chữ nhật. Sau đây, khảo sát áp lực gió đẩy tác dụng lên công trình theo TCVN 2737:2020, kết quả so sánh với TCVN 2737:1995 của [2].

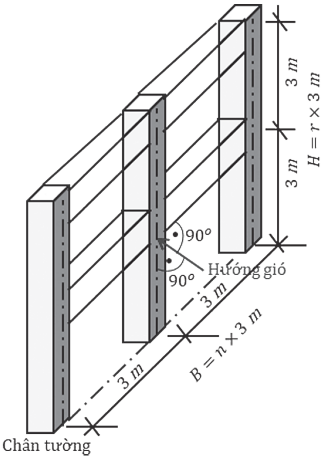
Theo TCVN 2737:2020, tại Từ Liêm, gió thuộc vùng II, tra *Bảng 1.1*, W_0 = 95 (daN/m²); địa hình dạng B, α = 9,5, z_g = 274,32 m; hệ số khí động phía đón gió c = +0,8; công trình có tầm quan trọng ở mức II, I_W = 1. Hệ số thay đổi áp lực gió k xác định theo công thức (2) và hệ số giật G_f xác định theo kết cấu nhà bê tông, thay đổi theo độ cao z như cột (2), kết quả xem cột (3) và (4) của *Bảng 3.1*.

Áp dụng công thức (1), kết quả tính toán áp lực gió đẩy được chỉ ra ở cột (5) của *Bảng 3.1*. Ký hiệu áp lực gió tính theo TCVN 2737:2020 và TCVN 2737:1995 tương ứng là W_{2020}, W_{1995}, độ lệch giữa hai tiêu chuẩn như cột (7) của *Bảng 3.1*. Có thể thấy, càng lên cao thì độ lệch áp lực gió giữa hai tiêu chuẩn càng giảm, với các cao độ 20 m và 50 m, độ lệch tương ứng là 17,6% và 14,4%; với cao độ 120 m và 184 m, độ lệch thấp, tương ứng 8,0% và 3,9%.

Bảng 3.1. Độ lệch giữa W_{1995} [2] với W_{2020} tại các cao độ

Cao độ	z (m)	k	G_f	W_{2020} (daN/m²)	W_{1995} (daN/m²)	Độ lệch %
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	20	1,16	0,8570	91	107	17,6%
2	50	1,40	0,8676	111	127	14,4%
3	120	1,69	0,8923	137	148	8,0%
4	184	1,85	0,9148	154	160	3,9%

3.2. Khảo sát áp lực gió lên tường chắn nhà xưởng



Hình 3.1: Một ví dụ về kích thước cơ bản của tường đơn

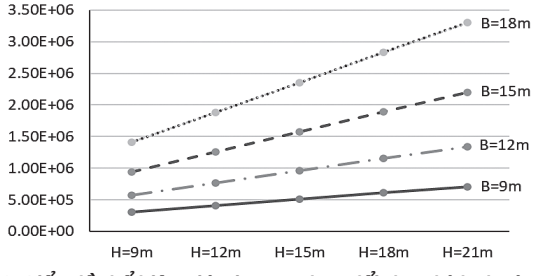
Kết quả ở ví dụ trên phần nào phản ánh quá trình tính toán áp lực gió tiêu chuẩn của bài báo là tin cậy. Tiếp tục khảo sát công trình là tường chắn nhà xưởng, đang xây dựng, chưa được liên kết với các cấu kiện khác. Dự án đặt trên địa bàn thị xã An Nhơn thuộc tỉnh Bình Định. Gió thuộc vùng III, tra *Bảng 1.1*, W_0 = 125 daN/m²; địa hình dạng B nên α = 9,5 và z_g = 274,32 m; công trình có mức độ quan trọng cấp II, I_W = 1,00; hệ số khí động được tra bảng theo đặc điểm công trình có dạng hình chữ nhật, $c_{đón\ gió}$ = +0,6, $c_{khuất\ gió}$ = -0,6; nghiên cứu này chưa xét đến tác động của phía khuất gió.

Tham khảo dạng công trình gặp sự cố như *Hình 1.1*, ví dụ này xét hệ có cấu tạo dạng khung nhiều khoang, nhiều tầng như *Hình 3.1*. Chiều cao tường H = r×3 m, r là số tầng của đoạn tường; bề rộng tường B = n×3 m, n là số khoang của đoạn tường; giả sử chiều cao mỗi tầng và bề rộng mỗi khoang đều là 3 m. Các thông số cơ bản và áp lực gió thay đổi theo cao độ như các cột (1) - (4) của *Bảng 3.2*.

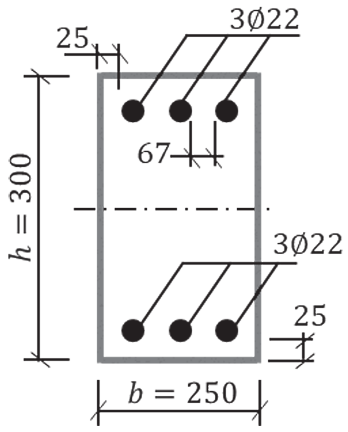
Bảng 3.2. Áp lực gió tác dụng lên tường theo chiều cao và mô-men tại chân tường

r	k	G_f	W (daN/m²)	M (Nm)				
				n = 3	n = 4	n = 5	n = 6	n = 7
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
3	0,98	0,8532	83,52	3,04E+05	4,06E+05	5,074E+05	6,09E+05	7,10E+05
4	1,04	0,8542	88,85	5,76E+05	7,68E+05	9,60E+05	11,51E+05	13,43E+05
5	1,09	0,8553	93,24	9,44E+05	12,59E+05	15,73E+05	18,88E+05	22,03E+05
6	1,13	0,8563	97,00	14,14E+05	18,86E+05	23,57E+05	28,29E+05	33,00E+05

Theo công thức (3), mô-men tại chân tường M như các cột (5) - (9) của *Bảng 3.2*, biểu diễn như *Hình 3.2*. Về lý thuyết, M tăng tuyến tính theo bề rộng và tăng bậc hai đối với chiều cao tường. Về giá trị, trường hợp tường có n = 6 khoang, B = 18 m, biểu đồ M có độ dốc lớn nhất; trường hợp tường có r = 7 tầng, H = 21 m, giá trị M gấp đôi trường hợp tường có r = 3 tầng (H = 9 m). Qua đây cho thấy, cần cân nhắc lựa chọn kích thước tường (r, n) sao cho đảm bảo về kinh tế và an toàn về kỹ thuật.



Hình 3.2: Biểu đồ thể hiện giá trị (Nm) thay đổi theo kích thước tường H



Hình 3.3: Mặt cắt ngang cột (mm)

3.3. Kiểm tra khả năng chịu lực của khung tường nhà xưởng

Tham khảo nhà xưởng có đặc điểm như *Hình 1.1*, mặt cắt ngang cột khung tường dạng hình chữ nhật, gọi bề rộng và chiều cao tiết diện là b×h, bố trí một hàng cốt thép chịu lực phía chịu nén và phía chịu kéo, số lượng và tiết diện thanh thép giống nhau. Trong ví dụ này, b = 250 mm, h = 300 mm *(Hình 3.3)*.

Theo [8], thép thanh chịu lực của trụ có đường kính ∅ = 12 - 40 mm; trường hợp kích thước cạnh ≥200 mm, yêu cầu ∅ ≥ 16 mm. Ở mỗi phía kéo/nén, bài báo bố trí một hàng cốt thép chịu lực gồm 3∅22 (*Hình 3.3)*, diện tích cốt thép là 1.140 mm^2. Kiểm tra điều kiện diện tích cốt thép tối thiểu và tối đa [8], 0,005 < μ_s < 0,06; khi đó, $\mu_s = \frac{A_{st}}{A_b} = \frac{2\times1140}{250\times300} = 0{,}03$, đảm bảo yêu cầu. Ngoài ra, với cột có h ≥ 250 mm, yêu cầu bề dày lớp bê tông bảo vệ ≥20 mm hoặc >∅ = 22 mm, bài báo chọn 25 mm. Để đảm bảo công tác đổ bê tông, khoảng hở giữa các thanh thép thẳng đứng ≥50 mm hoặc 1,5∅ = 33 mm [8]; trường hợp này, khoảng cách $t_0 = \frac{250-2\times(25+22/2)}{2} - 22 = 67$ mm, đảm bảo yêu cầu.

Cốt thép được bố trí đối xứng nên chiều dày lớp đệm, $a = a' = 25 + \frac{\emptyset}{2} = 25 + 11 = 36$ mm; suy ra h_0 = h-a = 300-36 = 264 mm, h_0 - a' = 264 - 36 = 228 mm. Bê tông mác 300, có R_b = 13 MPa, E_b = 29.000 MPa; cốt thép CII, $R_s = R_{sc}$ = 280 MPa. Thay các số liệu đặc trưng của mặt cắt vào công thức (7), M_u = $280 \times 10^6 \times 1140 \times 10^{-6} \times 264 \times 10^{-3} = 0{,}84 \times 10^5$N.

Với các đoạn tường có n khoang, các cột có cấu tạo hoàn toàn giống nhau, số cột tương ứng sẽ là n+1. Khi đó, khả năng chịu mô-men uốn của đoạn tường tính theo công thức, $M_{tường} = (n+1)\ M_u$. Với kích thước tường ở *Bảng 3.2*, giá trị $M_{tường}$ được tổng hợp như *Bảng 3.3*.

Bảng 3.3. Khả năng chịu mô-men uốn theo số khoang của tường nhà xưởng

Số khoang	n+1 = 4	n+1 = 5	n+1 = 6	n+1 = 7	n+1 = 8
(Nm)	3,36E+05	4,20E+05	5,04E+05	5,88E+05	6,72E+05

Trường hợp cột có tiết diện và bố trí cốt thép như trên, tiến hành so sánh giữa khả năng chịu mô-men uốn $M_{tường}$ (*Bảng 3.3*) với mô-men do tải trọng gió gây ra tại chân tường M (*Bảng 3.2*), nhận thấy: (i) tường đủ khả năng chịu tải có tổ hợp đến dòng (2), cột (4) của *Bảng 3.2* (n = 4 khoang - bề rộng tường B = 12 m, r = 3 tầng - chiều cao tường H = 9 m); (ii) trường hợp nhà xưởng có dạng như *Hình 1.1*, tường đơn có B = 38 m và H = 15 m thì sự cố làm sập hoàn toàn mảng tường này là điều không tránh khỏi.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã thực hiện tính tải trọng gió đẩy lên tường chắn nhà xưởng theo Tiêu chuẩn TCVN 2737:2020 với các kích thước khác nhau, kết quả được so sánh với TCVN 2737:1995. Bên cạnh đó, khả năng chịu lực của tường với mặt cắt cột điển hình cũng được giới thiệu, qua đó phần nào giải thích cho sự cố xảy ra với tường đơn như tại nhà xưởng Công ty Savvy Seafood. Kết quả của bài báo giúp kỹ sư có những nhận xét ban đầu về lựa chọn kích thước tường và mặt cắt cột phù hợp; cần bổ sung các liên kết ngang, giải pháp giằng/chống để tăng cường khả năng chịu lực. Đề xuất khảo sát bài toán xét đồng thời gió đẩy và hút trong các nghiên cứu tiếp theo.

Tài liệu tham khảo

[1]. *https://zingnews.vn/dam-nuoc-mat-sau-vu-sap-tuong-5-nguoi-chet-o-binh-dinh-post1356452.html.*

[2]. Nguyễn Mạnh Cường, Đỗ Hoàng Lâm, Nguyễn Hồng Hải, Đặng Sỹ Lân (2014), *Tính toán tải trọng gió tác dụng lên hệ mặt dựng kính theo tiêu chuẩn Việt Nam, Hoa Kỳ và châu Âu*, Tạp chí KHCN Xây dựng, số 4.

[3]. A. Nyberg, G. Söderlund (2017), *Wind-Induced Acceleration in High-Rise Buildings*, Master's Thesis, Chalmers university of Technology, Göteborg, Sweden.

[4]. TCVN 2737:1995, *Tiêu chuẩn tải trọng và tác động*.

[5]. TCXD 229:1999, *Chỉ dẫn tính toán thành phần động của tải trọng gió theo TCVN 2737:1995*.

[6]. TCVN 2737:2020, *Quy định tạm thời về tải trọng và tác động - Tiêu chuẩn thiết kế*.

[7]. TCVN 5574:2018, *Tiêu chuẩn Thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép*.

[8]. Nguyễn Đình Cống (2006), *Tính toán tiết diện cột bê tông cốt thép*, NXB. Xây dựng.

Ngày nhận bài: 15/9/2023
Ngày chấp nhận đăng: 17/10/2023
Người phản biện: TS. Nguyên Lộc Kha
TS. Nguyễn Nhật Minh Trị

Mô hình phần tử thép sử dụng trong phân tích ứng xử mối nối dầm cột dưới tác dụng tải trọng lặp

■ **TS. TRẦN XUÂN HÒA**
Phân hiệu tại TP. Hồ Chí Minh, Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: hoatx_ph@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Bài báo đề xuất mô hình phần tử thép cho mối nối dầm cột, sử dụng trong phân tích ứng xử kết cấu dưới tác dụng của tải trọng lặp theo phương ngang. Ý tưởng của phần tử thép xuất phát từ lý thuyết phá hoại cắt kiểu bản lề của Shiohara. Khi các miếng cứng xoay quanh bản lề, tồn tại các lực tương tác giữa hai miếng cứng tại vị trí cốt thép. Phần tử lò xo thanh thép được định nghĩa tại các vị trí đó sao cho nội lực các lò xo tương ứng chính là lực tương tác ở trên. Đóng góp lớn nhất của mô hình là việc đưa thêm các lò xo đặc trưng cho liên kết dính trượt của thép trong bê tông. Phần tử lò xo dính trượt được thêm vào với sự tương thích về nội lực và biến dạng cùng với các phần tử khác. Ma trận độ cứng tổng thể của mối nối được thiết lập, sử dụng trong phân tích ứng xử của một khung dầm cột bê tông cốt thép dạng chữ thập. Sự tương đồng khi so sánh kết quả phân tích lý thuyết với thí nghiệm đã chứng thực độ tin cậy của mô hình.

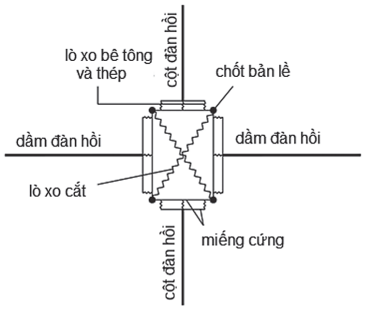
TỪ KHÓA: Phần tử thép, liên kết dính trượt, mối nối.

ABSTRACT: This article proposes a steel element model for beam-column connections, used in the analysis of structural behavior under horizontal loads. The concept of the steel element is derived from Shiohara's hinged-type shear failure theory. When the rigid plates rotate around the hinge, there exist interaction forces between the two rigid plates at the steel anchorage positions. Steel bar spring elements are defined at those positions such that the internal forces of the corresponding springs are the interaction forces mentioned above. The major contribution of the model is the introduction of springs representing the slip bond of steel in concrete. These slip bond spring elements are added with compatibility in internal forces and deformations with other elements. The overall stiffness matrix of the connection is established and used in the analysis of a cruciform-shaped reinforced concrete frame. The similarity between theoretical analysis results and experimental data validates the reliability of the model.

KEYWORDS: Steel element, bond-slip, joint.

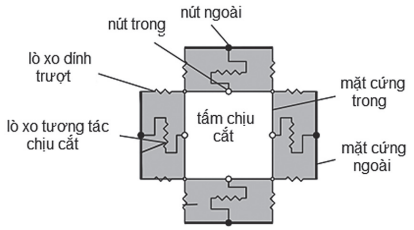
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các mô hình mối nối dầm cột trước đây đi theo hai hướng tiếp cận: Phần tử mối nối vi mô (phần tử hữu hạn) và phần tử mối nối vĩ mô. Với hướng phần tử vĩ mô, một số nghiên cứu trước đây cũng đã xây dựng phần tử đặc trưng cho cốt thép. Youssef và Ghobarah [1] đề xuất một mô hình mối nối bằng 4 tấm cứng kết nối với nhau thông qua chốt bản lề như *Hình 1.1*. Các phần tử dầm cột kết nối với mặt cứng, gắn với 3 lò xo thép, 3 lò xo bê tông và lò xo dính trượt. Những lò xo này đại diện cho các nhóm cốt thép và bê tông chịu nén tương ứng, trong khi ứng xử cắt được mô hình bằng lò xo chịu cắt.



Hình 1.1 : Mô hình mối nối của Youssef and Ghobarah

Lowes và Altoontash [2] cũng đề xuất một mô hình mối nối, trong đó không có phần tử thép nhưng có phần tử lò xo dính trượt. Ứng xử của bê tông và thép được mô hình thông qua lò xo tương tác chịu cắt, như minh họa ở *Hình 1.2*.

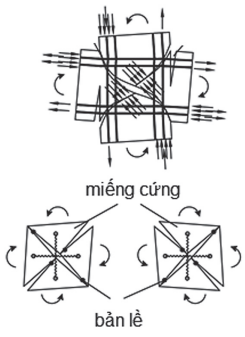


Hình 1.2: Mô hình mối nối của Lowes và Altoontash

Trong bài báo này, tác giả xây dựng phần tử thép bao gồm lò xo thép và lò xo dính trượt theo cách tiếp cận khác, dựa trên lý thuyết phá hoại cắt mối nối bản lề của Shiohara [3].

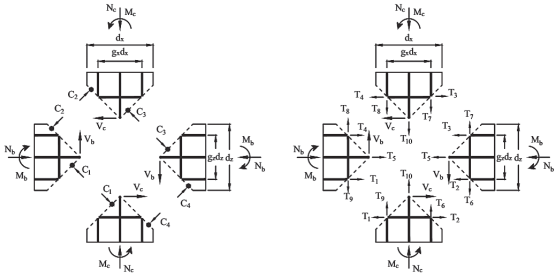
2. XÂY DỰNG PHẦN TỬ THÉP ĐƯA VÀO MA TRẬN ĐỘ CỨNG CỦA MỐI NỐI

Đầu tiên, nguyên lý phá hoại kiểu bản lề như *Hình 2.1* được sử dụng.



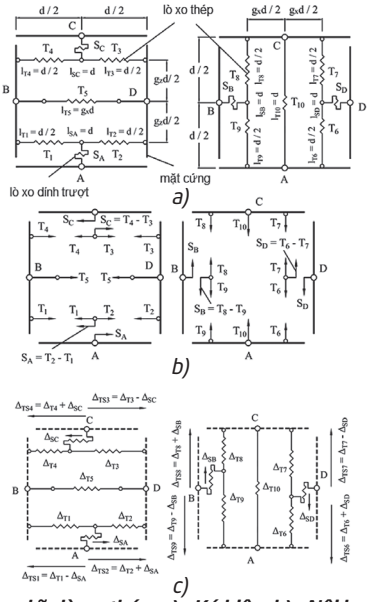
Hình 2.1: Nguyên lý phá hoại kiểu bản lề Shiohara

Nội lực tại vị trí cốt thép được phân tích như *Hình 2.2*.



Hình 2.2: Phân tích nội lực tại vị trí cốt thép trên các miếng cứng

Như vậy, có tổng cộng 10 nội lực tại các vị trí cốt thép. Tác giả sẽ định nghĩa 10 phần tử lò xo thép tương ứng tại các vị trí này sao cho nội lực các lò xo chính là 10 nội lực tương ứng ở trên. Tên của các nội lực từ T1 đến T10 cũng được sử dụng để đặt tên các lò xo. Giữa 2 lò xo thép cạnh nhau, tác giả định nghĩa lò xo dính trượt để đặc trưng cho sự trượt của thép trong bê tông, ký hiệu lần lượt là S_A, S_B, S_C, và S_D như thể hiện ở *Hình 2.3*.



Hình 2.3: Định nghĩa lò xo thép: a) - Ký hiệu; b) - Nội lực; c) - Biến dạng

Quan hệ nội lực - biến dạng của các phần tử lò xo trong *Hình 2.3* được thể hiện như dưới đây:

$$T_i = k_{T_i} T_i \text{ với } i = 1 \text{ to } 10 \quad (1)$$

$$S_r = k_{S_r} \Delta_{S_r} \text{ với } r = A, B, C, D \quad (2)$$

Với: T_i và S_r - Nội lực của phần tử lò xo thép i và lò xo dính trượt r; Δ_{Ti} và Δ_{Sr} - Biến dạng tương ứng.

k_{Sr} được định nghĩa như sau:

$$k_{S_r} = \rho_{S_r} l_{S_r} k_{\tau_{Sr}} \text{ với } r = A, B, C, D \quad (3)$$

Với: ρ_{sr} - Tổng chu vi mặt cắt ngang các thanh thép đặc trưng bởi lò xo dính trượt S_r; l_{Sr} - Chiều dài neo; $k\tau_{Sr}$ - Độ cứng dính trượt cơ sở. Ứng suất dính trượt τ_{Sr} tính theo lực dính trượt S_r như sau:

$$\tau_{Sr} = \frac{S_r}{\rho_{Sr} l_{Sr}} \text{ với } r = A, B, C, D \quad (4)$$

Quan hệ giữa nội lực trong các lò xo thép với biến dạng lò xo thép và lò xo dính trượt thể hiện như dưới đây:

$$\mathrm{T} = \mathrm{k}_{\mathrm{TS}}\ \Delta_{\mathrm{TS}} \quad (5)$$

Với: T - Vector nội lực lò xo thép:

$$\mathbf{T} = \{T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6, T_7, T_8, T_9, T_{10}\} \quad (6)$$

Δ_{TS} - Vector biến dạng của lò xo thép và lò xo dính trượt:

$$\Delta_{TS} = \{\Delta_{TS_1}, \Delta_{TS_2}, \Delta_{TS_3}, \Delta_{TS_4}, \Delta_{T_5}, \Delta_{TS_6}, \Delta_{TS_7}, \Delta_{TS_8}, \Delta_{TS_9}, \Delta_{T_{10}}\} \quad (7)$$

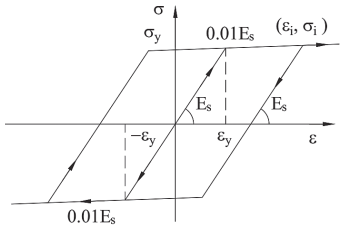
Lò xo đặc trưng cho phần tử bê tông được lấy từ nghiên cứu trước đó [4] của tác giả. Ma trận độ cứng thành phần bao gồm tất cả các lò xo thép, lò xo dính trượt và lò xo phần tử bê tông thể hiện như dưới đây:

$$\mathrm{k}_1 = \begin{bmatrix} \mathrm{k}_{\mathrm{C}} & 0 \\ 0 & \mathrm{k}_{\mathrm{TS}} \end{bmatrix} \quad (8)$$

Với: k_C - Vector độ cứng phần tử bê tông.

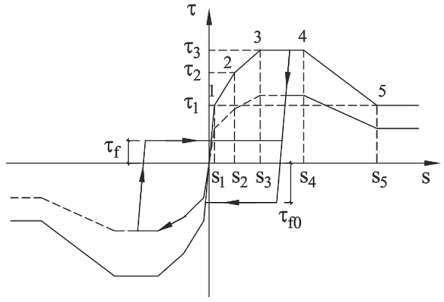
3. MÔ HÌNH VẬT LIỆU

Mô hình đàn dẻo lý tưởng được sử dụng cho lò xo thép như *Hình 3.1*:



Hình 3.1: Mô hình đàn dẻo lý tưởng

Mô hình dính trượt của CEB-FIP Model Code 1990 [5] với quy luật giảm tải gia tải của Eligehausen [6] được sử dụng cho lò xo dính trượt, như thể hiện trong *Hình 3.2*:

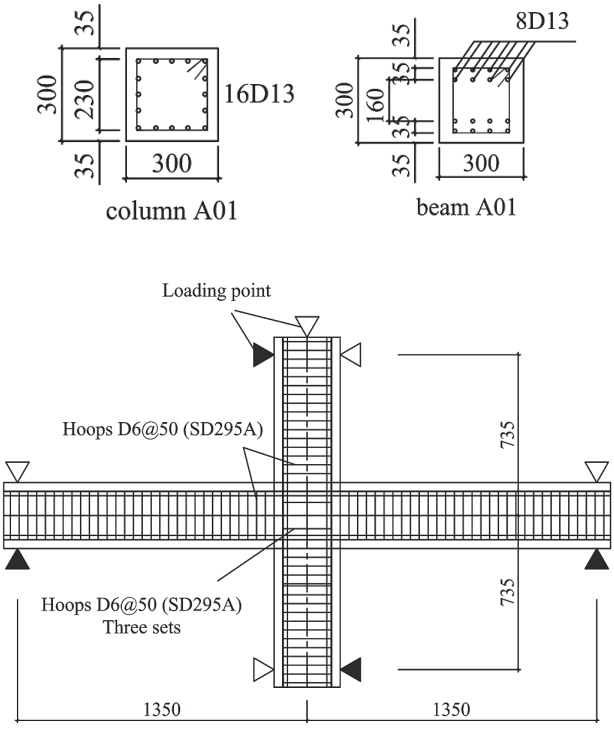


Hình 3.2: Mô hình dính trượt CEB-FIP Model Code 1990

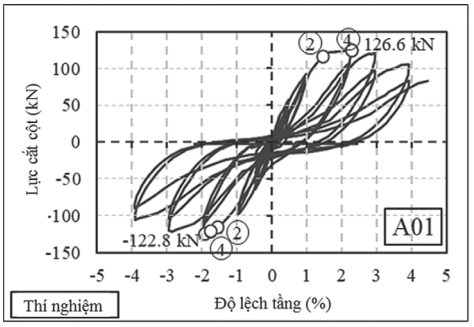
4. ỨNG DỤNG TRONG PHÂN TÍCH ỨNG XỬ KHUNG DẦM CỘT BÊ TÔNG CỐT THÉP DƯỚI TÁC DỤNG TẢI TRỌNG PHƯƠNG NGANG

Khung thí nghiệm khung dầm cột bê tông cốt thép A01 mô tả ở *Hình 4.1* được sử dụng để phân tích và kiểm chứng độ tin cậy [7]. Dầm cột đều có mặt cắt ngang (300x300)mm, với 16 thanh D13 cho cột và 8 thanh D13 cho dầm, chịu tác dụng của tải trọng lặp phương ngang.

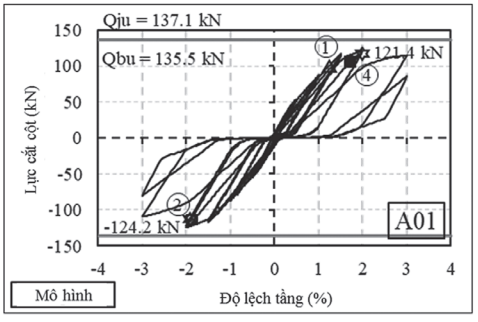
Lực cắt cột lớn nhất từ phân tích theo mô hình là 131,3 kN, cao hơn 4% so với lực cắt lớn nhất thu được từ thí nghiệm 126,6 kN, tương ứng thấp hơn 3% và 4% lực cắt lớn nhất khi áp dụng giới hạn uốn của dầm theo ACI 318-08 [8] (135,5 kN) và giới hạn cắt của mối nối theo AIJ 1999 [9] (137,1 kN). Quan hệ lực cắt - độ lệch tầng theo thí nghiệm và mô hình thể hiện như *Hình 4.2* và *Hình 4.3*. Mô hình cũng dự đoán đúng điểm đi xuống của đường bao lực cắt tại độ lệch tầng 2,6%.



Hình 4.1: Mẫu thí nghiệm (mm)



Hình 4.2: Kết quả phân tích theo thí nghiệm



Hình 4.3: Kết quả phân tích từ mô hình

5. KẾT LUẬN

Bài báo đề xuất mô hình phần tử thép cho mối nối dầm cột dựa trên lý thuyết phá hoại cắt bản lề của Shiohara. Điểm đặc biệt ở đây so với những nghiên cứu khác là việc đưa thêm phần tử đặc trưng cho sự dính trượt của thép trong bê tông, thiết lập được quan hệ tương thích biến dạng giữa các phần tử với biến dạng mối nối.

Để xác thực độ tin cậy, kết quả phân tích ứng xử một mẫu khung dầm cột bê tông cốt thép dưới tác dụng của tải trọng lặp được so sánh với thí nghiệm. So sánh cho thấy mô hình dự đoán tốt giá trị lực cắt tầng lớn nhất cũng như độ lệch tầng tại vị trí suy giảm lực cắt.

Trong nghiên cứu tiếp theo, tác giả sẽ đo ứng suất một số thanh thép trong quá trình gia tải tới khi mối nối phá hoại. Kết quả đối chứng giữa phân tích theo mô hình và thí nghiệm sẽ được bàn luận thêm.

Tài liệu tham khảo

[1]. Youssef, M. and Ghobarah, A. (2001), *Modelling of RC beam-column joints and structural walls*, Journal of Earthquake Engineering, 5: 93-111.

[2]. Lowes, L. N., Mitra, N. and Altoontash, A. (2003), *A beam-column joint model for simulating the earthquake response of reinforced concrete frames*, Report, Pacific Earthquake Engineering Research Center University of California, Berkeley.

[3]. Shiohara H. (2001), *New model for shear failure of RC interior beam-column connections*, Journal of Structural Engineering, vol.127, no.2, pp.152-160.

[4]. Trần Xuân Hòa (5/2023), *Mô hình phần tử bê tông mối nối dầm cột dưới tác dụng của tải trọng ngang*, Tạp chí GTVT.

[5]. CEB-FIP CE. Model Code 1990 (1991), *Comite Euro-International Du Beton*, Paris, pp.87-109.

[6]. Eligehausen, R., Popov, E. P. and Bertero, V. V. (1983), *Local bond stress-slip relationships of deformed bars under generalized excitations*, EERC, University of California, Berkeley.

[7]. Shiohara H, Kusuhara F. (2010), *An overlooked failure mechanism of reinforced concrete beam-column joints*, in Proceedings of the 9th US National & 10th Canadian Conference on Earthquake Engineering, Toronto, Canada.

[8]. ACI Commitee, American Concrete Institute, International Organization for Standardization, *Building code requirements for structural concrete (ACI 318-08) and commentary.*

[9]. Architectural Institute of Japan (1999), *Design guidelines for earthquake resistant reinforced concrete building based on ultimate strength concept and commentary*, AIJ-1999 (In Japanese).

Ngày nhận bài: 02/10/2023
Ngày chấp nhận đăng: 20/10/2023
Người phản biện: TS. Hồ Vĩnh Hạ
TS. Nguyễn Xuân Tùng

Hệ số điều chỉnh mô-men trong tính toán ổn định của dầm liên tục

■ **ThS. CAO THỊ MAI HƯƠNG**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: huongctm@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Các tiêu chuẩn thiết kế không cung cấp công thức để tính toán tương tác giữa các nhịp trong dầm liên tục. Trong hoàn cảnh thiếu hướng dẫn như vậy, người kỹ sư chỉ có thể tính toán tải trọng gây mất ổn định xoắn ngang của mỗi nhịp riêng biệt bằng cách sử dụng các công thức tính toán hệ số điều chỉnh mô-men trong các dầm một nhịp để tính toán và sử dụng giá trị mô-men gây mất ổn định nhỏ nhất để làm giá trị thiết kế. Nghiên cứu hiện tại so sánh đánh giá hệ số điều chỉnh mô-men trong tính toán ổn định của dầm liên tục dựa trên một số tiêu chuẩn phổ biến. Sau đó, một nghiên cứu số được tiến hành để đánh giá hệ số này và so sánh với các tính toán tiêu chuẩn. Kết quả so sánh đánh giá cho thấy các tính toán tải trọng gây mất ổn định trong dầm liên tục dựa trên các tiêu chuẩn hiện tại là chưa được hoàn thiện vì chúng chưa tính đến được tương tác giữa các nhịp. Trong khi đó, lời giải số có thể tính toán đến tương tác này và dự đoán tốt các giá trị tải trọng gây mất ổn định của kết cấu dầm nhiều nhịp.

TỪ KHÓA: Ổn định, hệ số điều chỉnh mô-men, dầm liên tục.

ABSTRACT: Design standards do not provide a formula for calculating the interactions between spans in continuous beams. Engineers can only calculate the lateral torsional buckling load of each individual span using the formulas for calculating moment correction factors in single-span beams and use the minimum destabilizing moment value as the design value. The present study compares the evaluation of moment gradient factors in calculating the laternal torsional buckling loads of continuous beams based on popular standards. A numerical study is then conducted to evaluate this factor and compare it against standard calculations. Comparative results show that calculations of buckling loads in continuous beams based on current standards are incomplete because they do not take into account interactions between spans. Meanwhile, the present numerical solution can calculate this interaction and they well predict the buckling loads continuous beams.

KEYWORDS: Buckling, moment gradient factor, continuous beams.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

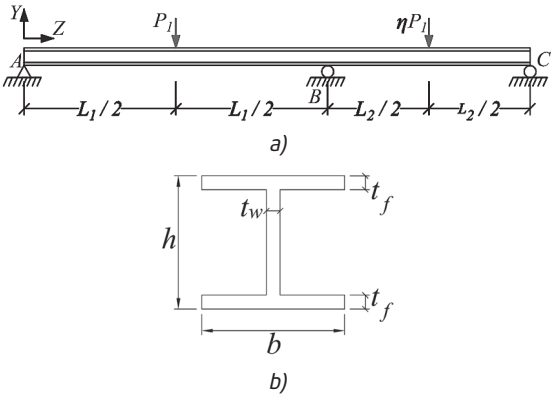
Kết cấu dầm thép liên tục thường được chế tạo ở dạng thành mỏng. Khi không được giằng và chịu tải trọng uốn (đặc biệt là trong giai đoạn thi công), dầm thép có thể bị mất ổn định xoắn ngang, một hiện tượng tương đối phức tạp. Nhiều nhà nghiên cứu và chỉ dẫn thiết kế đã rất quan tâm đến việc thiết kế bài toán mất ổn định xoắn ngang của kết cấu dầm thép nói chung và dầm thép liên tục nói riêng. Các tiêu chuẩn điển hình cho thiết kế các thành phần thép (ví dụ: AISC A360 [1] của Mỹ, CSA S16 [2] của Canada, AS-4100 của Úc [3], Eurocode EC3 [4], JSE của Nhật Bản [5]) đã đề xuất một quy trình đơn giản cho việc đánh giá khả năng chống mất ổn định trong một dầm nhất định với các điều kiện biên và tải trọng tùy ý. Tuy nhiên, các hướng dẫn tính toán hiện tại trong các tiêu chuẩn thiết kế này không tính đến sự tương tác giữa các phân đoạn khác nhau của dầm liên tục khi xác định khả năng chống mất ổn định xoắn ngang của chúng. Trong trường hợp này, các kỹ sư thiết kế có thể sử dụng cách xử lý bằng cách chia từng phân đoạn như một nhịp riêng biệt và tính toán tải trọng mất ổn định xoắn ngang riêng cho từng phân đoạn bằng cách áp dụng hệ số điều chỉnh mô-men và phương trình mô-men tới hạn được cung cấp trong các tiêu chuẩn. Sau đó, một cách thận trọng, áp dụng giá trị mô-men mất ổn định trong các nhịp để lấy làm mô-men chi phối mất ổn định xoắn ngang của dầm liên tục. Quy trình trên bỏ qua hiệu ứng tương tác giữa các nhịp liền kề và như vậy nó phản ánh không chính xác ứng xử mất ổn định của dầm liên tục. Để khắc phục vấn đề này, một số nghiên cứu về tương tác giữa các nhịp trong bài toán ổn định của dầm liên tục đã được thực hiện trong các công trình của Nethercot và Trahair [6], Trahair [7] và Trahair và Bradford [8], Sahraei và cộng sự [9]. Tuy nhiên, các nghiên cứu này tương đối phức tạp, đòi hỏi một quá trình tính lặp để tính ra tải trọng mất ổn định xoắn ngang của dầm liên tục. Theo Sahraei và cộng sự [9], trong hầu hết các trường hợp, các quy trình này dẫn đến ước tính thận trọng cho những giá trị mô-men mất ổn định. Trong trường hợp độ dốc mô-men cao, chúng có thể đánh giá quá cao độ tải trọng mất ổn định.

Như đã đề cập ở trên, tải trọng mất ổn định của kết cấu dầm liên tục theo các tiêu chuẩn sẽ là giá trị tải trọng mất ổn định nhỏ nhất của một nhịp trong dầm liên tục (có biểu đồ mô-men uốn lấy từ biểu đồ mô-men của dầm liên tục). Để tính toán sức kháng ổn định, ta cần xác định hệ số điều chỉnh mô-men của từng nhịp và nhân với tải trọng mất ổn định của dầm giản đơn chịu tải trọng mô-men uốn đều. Tuy nhiên, các tiêu chuẩn điển hình đề xuất các phương trình rất khác nhau để đánh giá hệ số điều chỉnh mô-men. Qua rà soát có thể thấy rằng, Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5575-2018 [10] thậm chí còn không có hệ số thiết kế C_b.

Do vậy, có thể thấy rằng việc xác định hệ số mô-men trong tính toán ổn định của dầm liên tục còn khá khác biệt giữa các tiêu chuẩn. Đặc biệt, tương tác giữa các nhịp khi kết cấu chịu tải trọng chưa được tính đến trong các tiêu chuẩn. Để lấp đầy khoảng trống này, nghiên cứu hiện tại sẽ xem xét việc áp dụng các phương trình tiêu chuẩn để tính hệ số biến đổi mô-men của dầm liên tục. Một nghiên cứu số dựa trên phương pháp phần tử hữu hạn sẽ được tiến hành để có cái nhìn sâu hơn về hệ số điều chỉnh mô-men của dầm liên tục. Cuối cùng, thông qua sự so sánh chi tiết giữa các lời giải, các khuyến cáo sẽ được đưa ra để tính toán hệ số điều chỉnh mô-men của dầm liên tục.

2. MÔ TẢ BÀI TOÁN

Một dầm thép liên tục 2 nhịp chịu tác dụng của hai lực tập trung P_1 và ηP_1 tác dụng ở giữa các nhịp như thể hiện trong *Hình 2.1*. η là hệ số tỉ lệ của lực tác dụng giữa hai nhịp. Dầm có mặt cắt ngang là dạng chữ I hoặc W cánh rộng. Nhịp 1 có chiều dài là L_1 và nhịp 2 có chiều dài L_2. Tải trọng gây mất ổn định cho kết cấu này sẽ được tính toán theo một số tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép và một nghiên cứu số trong phần mềm ABAQUS. Hệ số điều chỉnh mô-men sẽ được đánh giá và so sánh giữa các tiêu chuẩn và nghiên cứu số để làm rõ các ưu, nhược điểm của các phương trình tính toán theo các tiêu chuẩn hiện hành.



Hình 2.1: Dầm liên tục chịu tác dụng của tải trọng

3. TÍNH TOÁN TẢI TRỌNG MẤT ỔN ĐỊNH THEO MỘT SỐ TIÊU CHUẨN PHỔ BIẾN

Để tính toán tải trọng mất ổn định xoắn ngang của dầm liên tục, việc làm đầu tiên là ta phải tính giá trị tải trọng mất ổn định xoắn ngang đàn hồi cho mỗi nhịp dựa trên giả thiết các nhịp này có điều kiện biên giản đơn và chịu tác dụng của tải trọng mô-men uốn đều. Giá trị mô-men ổn định này được ký hiệu là $M_{cr,\,m}$ và được tính theo công thức $M_{cr,m} = (\pi/L)\sqrt{EI_yGJ + (\pi E/L)^2 I_y C_w}$.

Trong đó: I_y - Mô-men quán tính của mặt cắt ngang quanh trục Y; J - Hằng sô xoắn St. Venant torsional constant; C_w - Hằng số xoắn oằn; E - Mô-đun đàn hồi của thép; G - Hằng số cắt của thép. Sau khi tính được giá trị mô-men mất ổn định của nhịp giản đơn chịu mô-men uốn đều, ta vẽ biểu đồ mô-men của dầm liên tục. Dựa trên biểu đồ mô-men của dầm liên tục, ta tính được hệ số điều chỉnh mô-men C_b của mỗi nhịp, từ đó tính được tải trọng mất ổn định của mỗi nhịp $M_{cr} = C_b M_{cr,\,m}$. Tải trọng mất ổn định của dầm liên lục là giá trị nhỏ nhất của M_{cr} sau khi tính cho nhịp 1 hoặc nhịp 2. Dưới đây trình bày cách xác định hệ số C_b theo một số tiêu chuẩn phổ biến.

** Hệ số điều chỉnh mô-men theo tiêu chuẩn Hoa Kỳ AISC:*

$$C_b = \frac{12.5M_{\max}}{2.5M_{\max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C} \quad (1)$$

Trong đó: M_{max} - Giá trị độ lớn của mô-men uốn lớn nhất trong nhịp xem xét; M_A - Giá trị độ lớn của mô-men ở 1/4 của chiều dài nhịp xem xét; M_B - Giá trị độ lớn của mô-men ở 1/2 của chiều dài nhịp xem xét; M_C - Giá trị độ lớn của mô-men ở 3/4 của chiều dài nhịp xem xét.

** Hệ số điều chỉnh mô-men theo tiêu chuẩn Úc AS 4100:*

$$C_b = \frac{1.7M_{\max}}{\sqrt{M_A^2 + M_B^2 + M_C^2}} \quad (2)$$

Trong đó: M_{max}, M_A, M_B, M_C được xác định giống như cách làm cho công thức của tiêu chuẩn Hoa Kỳ ở trên.

** Hệ số điều chỉnh mô-men theo tiêu chuẩn Canada CSA S16:*

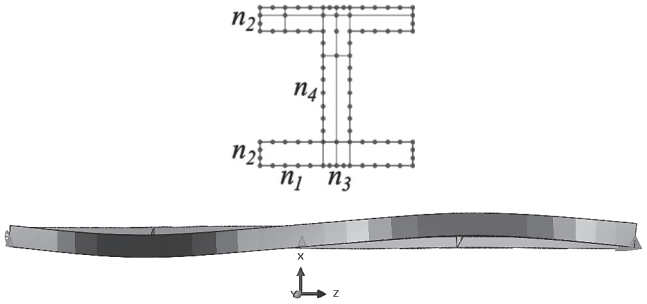
$$C_b = \frac{4M_{\max}}{\sqrt{M_{\max}^2 + 4M_A^2 + 7M_B^2 + 4M_C^2}} \le 2.5 \quad (3)$$

Trong đó: M_{max}, M_A, M_B, M_C được xác định giống như cách làm cho công thức của tiêu chuẩn Hoa Kỳ ở trên.

4. TÍNH TOÁN TẢI TRỌNG MẤT ỔN ĐỊNH THEO MỘT LỜI GIẢI SỐ ABAQUS

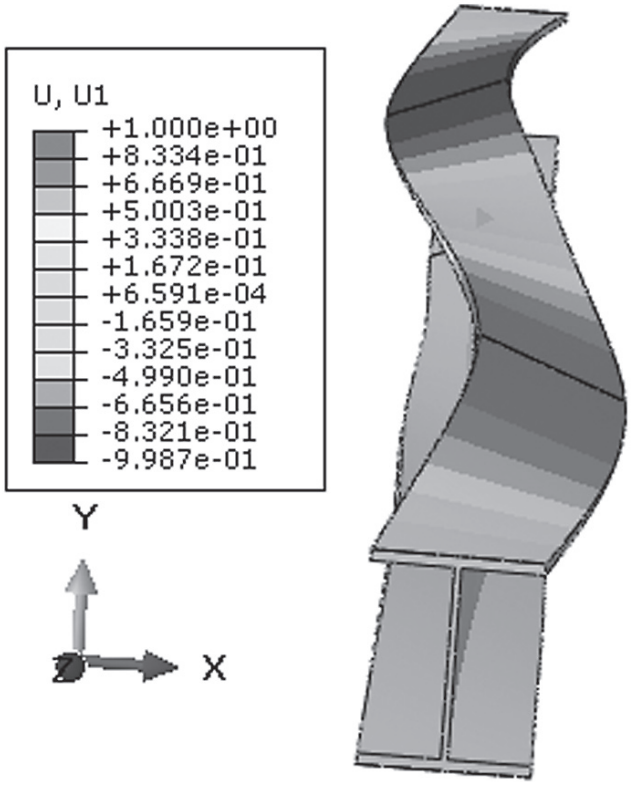
Do các hệ số điều chỉnh mô-men dựa trên các tiêu chuẩn trên là tương đối khác nhau dẫn đến lời giải tải trọng mất ổn định của dầm liên tục dựa trên các tiêu chuẩn này cũng sẽ khác nhau. Bên cạnh đó, các tiêu chuẩn bỏ qua tương tác tải trọng giữa các nhịp nên có thể sẽ dự đoán quá thận trọng tải trọng mất ổn định của kết cấu. Do vậy, một nghiên cứu số sẽ được thực hiện trong phần sau đây để kiểm chứng và so sánh với các lời giải tiêu chuẩn. Nghiên cứu số được thực hiện trong phần mềm ABAQUS. Mô hình dầm liên tục được xây dựng trong phần mềm dựa trên các phần tử khối C3D8R liên kết với nhau. Để kiểm soát lưới phần tử hữu hạn, 6 thông số độc lập là số phần tử trên các cạnh của khối dầm được đề xuất và ký hiệu là n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6. Trong đó, n_1 là số phần tử trên một nửa cánh dầm, n_2 là số phần tử theo chiều dày của cánh, n_3 là số phần tử theo chiều dày bản bụng, n_4 là số phần tử dọc theo chiều cao bản bụng, n_5 là số phần tử dọc theo chiều dài nhịp L_1 và n_6

là số phần tử dọc theo chiều dài nhịp L_2 *(Hình 4.1)*. Các điều kiện biên gối cố định và gối di động được thể hiện trong *Hình 4.1*.



Hình 4.1: Mô hình hóa dầm bằng các số lượng phần tử khác nhau theo các cạnh của khối dầm

Tải trọng mất ổn định của kết cấu M_{cr} có thể xác định được thông qua phân tích trong phần mềm ABAQUS. Hệ số C_b của nghiên cứu số có thể tính được bằng $C_b = M_{cr}/M_{cr,\,m}$, trong đó $M_{cr,\,m}$ xác định giống như trong Mục 3 ở trên. Hình dạng mất ổn định của dầm thép được thể hiện trong *Hình 4.2*.



Hình 4.2: Hình dạng mất ổn định xoắn ngang của dầm liên tục hai nhịp trong lời giải số ABAQUS

** Kiểm tra tính đúng đắn của kết quả số*:

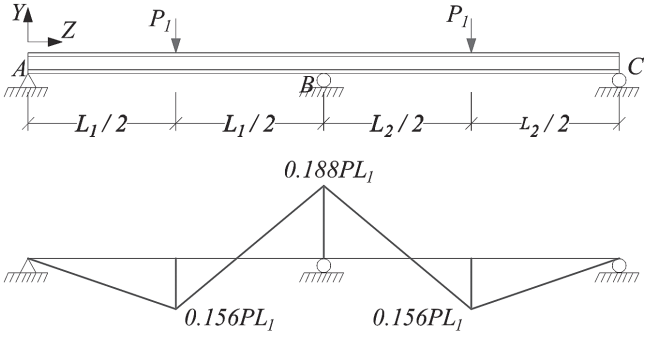
Zhao và Ding [11] đã tiến hành một nghiên cứu thực nghiệm và xây dựng lời giải xấp xỉ để nghiên cứu ổn định tổng thể xoắn ngang của dầm thép liên tục. Nghiên cứu của họ xem xét mặt cắt ngang dầm chữ I có các kích thước là h = 300 mm, b = 200 mm, t_w = 10 mm và t_f = 16 mm. Các tải trọng P_1 và ηP_1 với η = 1,0 tác dụng vào cánh trên của dầm. Nhịp L_1 có chiều dài là 5,0 m, còn nhịp 2 có tỉ số chiều dài so với nhịp 1 là L_2/L_1 = 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9 và 1,0. *Bảng 4.1* thể hiện kết quả so sánh giữa tải trọng mất ổn định có được từ lời giải số ABAQUS hiện tại và các tải trọng mất ổn định tính theo nghiên cứu của Zhao và Ding [11]. So sánh kết quả cho thấy phần trăm khác biệt của các tải trọng mất ổn định giữa hai lời giải này chỉ là từ 0,9 tới 3,4%. Do đó, lời giải số hiện tại cho kết quả tải trọng mất ổn định sát với lời giải kiểm chứng thực nghiệm của Zhao và Ding [11].

Bảng 4.1. So sánh tải trọng mất ổn định theo nghiên cứu của Zhao và Ding [13] và lời giải số

L_2/L_1	Zhao và Ding [11]	Lời giải số hiện tại	% sai khác
0,5	443,4	439,6	0,9
0,6	435,4	432,5	0,7
0,7	429,4	426,8	0,6
0,8	419,4	418,2	0,3
0,9	395,5	403,6	2,0
1,0	359,5	372,1	3,4

5. SO SÁNH ĐÁNH GIÁ HỆ SỐ ĐIỀU CHỈNH MÔ-MEN THEO CÁC LỜI GIẢI

Để có thể so sánh đánh giá hệ số điều chỉnh mô-men theo tiêu chuẩn và theo lời giải số, ta xét một thí dụ kết cấu dầm 2 nhịp trong *Hình 5.1*. Dầm có mặt cắt ngang W250x58 với các kích thước h = 252 mm, b = 203 mm, t_w = 8,0 mm và t_f = 13,5 mm. Mô-đun đàn hồi của thép là 200 GPa. Các chiều dài nhịp $L_1 = L_2$, ở đây L_1 có thể lấy các giá trị 4,0, 6,0 hoặc 8,0 m. Hệ số tỉ lệ tải trọng η lấy bằng 1,0.



Hình 5.1: Dầm liên tục hai nhịp và biểu đồ mô-men uốn

Dựa trên công thức $M_{cr,m} = (\pi/L)\sqrt{EI_yGJ + (\pi E/L)^2 I_y C_w}$, ta có thể tính được tải trọng mất ổn định của nhịp giản đơn chịu tải trọng mô-men uốn đều là $M_{cr,\,m}$ = 388 kN cho nhịp L_1 = 4,0 m, 218,7 kN cho nhịp L_1 = 6,0 m và 152,1 kN cho nhịp L_1 = 8,0 m. Dựa trên *Hình 5.1* ta có thể xác định được các giá trị M_{max}, M_A, M_B, M_C và sử dụng công thức (1), (2) và (3) để tính được các hệ số điều chỉnh mô-men C_b theo tiêu chuẩn Hoa Kỳ (AISC), theo tiêu chuẩn Canada (CSA) và theo tiêu chuẩn Úc (AUS). Bên cạnh đó, dựa vào kết quả lời giải số, ta tính được các tải trọng mất ổn định của dầm liên tục. Từ đó, C_b của dầm liên tục có thể xác định được bằng cách lấy giá trị tải trọng mất ổn định của lời giải số chia cho giá trị tải trọng mất ổn định $M_{cr,\,m}$.

Bảng 5.1 thể hiện kết quả tính toán và so sánh sự khác biệt của hệ số điều chỉnh mô-men có được theo các lời giải khác nhau (AISC, CAN, AUS và lời giải số). Nếu lấy lời giải số làm lời giải tham chiếu thì có thể thấy được rằng hệ số điều chỉnh mô-men dựa trên các lời giải có sự khác biệt lớn. Với

nhịp L_1 = 4,0 m, hệ số theo AISC thấp hơn lời giải số tới 25,2%, hệ số theo CAN thấp hơn 31,5% và hệ số theo AUS thấp hơn 20%. Tuy nhiên, với nhịp L_1 = 8,0 m, hệ số theo AISC lại cao hơn lời giải số tới 48,8%, hệ số theo CAN cao hơn 36,2% và hệ số theo AUS cao hơn tới 59%. Lưu ý rằng, các công thức tiêu chuẩn không xem xét tới tương tác tải trọng giữa các nhịp và chỉ tính hệ số C_b dựa theo các công thức (1), (2) và (3) nên kết quả C_b không thay đổi khi chiều dài nhịp thay đổi. Điều này cho thấy việc tính toán tải trọng mất ổn định cho dầm liên tục theo các tiêu chuẩn là không hợp lý. Nhận xét tương tự cũng được báo cáo trong nghiên cứu của Sahraei và cộng sự [9], Zhao và Ding [11].

Bảng 5.1. So sánh hệ số điều chỉnh mô-men theo các lời giải khác nhau cho dầm liên tục 2 nhịp

L1 (m)	Hệ số điều chỉnh mô-men Cb				% sai khác		
	AISC	CAN	AUS	Lời giải số			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(2-5)/(5)	(3-5)/(5)	(4-5)/(5)
4	1,708	1,564	1,825	2,282	-25,2	-31,5	-20,0
6	1,708	1,564	1,825	1,545	10,6	1,2	18,1
8	1,708	1,564	1,825	1,148	48,8	36,2	59,0

Bảng 5.2 thể hiện kết quả tính toán và so sánh sự khác biệt của các tải trọng mất ổn định có được theo các lời giải khác nhau (AISC, CAN, AUS và lời giải số). Tương tự như quan sát cho hệ số điều chỉnh mô-men, các tải trọng mất ổn định cũng sai khác lớn giữa các lời giải.

Bảng 5.2. So sánh tải trọng mất ổn định theo các lời giải khác nhau cho dầm liên tục hai nhịp

L1 (m)	Tải trọng mất ổn định P_1 (kN)			
	AISC	CAN	AUS	Lời giải số
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
4	662,7	607,0	708,0	885,5
6	373,5	342,1	399,1	337,9
8	259,8	238,0	277,6	174,7

6. KẾT LUẬN

Nghiên cứu hiện tại đã thực hiện một tính toán và so sánh hệ số điều chỉnh mô-men trong kết cấu dầm liên tục theo hướng dẫn của các tiêu chuẩn khác nhau và theo một lời giải số. Các tiêu chuẩn xem xét bao gồm tiêu chuẩn Hoa Kỳ, tiêu chuẩn Canada, tiêu chuẩn Úc. Lời giải số được thực hiện trong phần mềm ABAQUS và được kiểm chứng với lời giải sẵn dựa trên kết quả thực nghiệm. Kết quả so sánh cho thấy các tải trọng mất ổn định của dầm liên tục tính theo các tiêu chuẩn là không hợp lý. Trong trường hợp này, việc tính toán tải trọng mất ổn định của dầm thép liên tục có thể thực hiện theo lời giải số.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học GTVT trong Đề tài mã số T2023-CT-006.

Tài liệu tham khảo

[1]. ANSI/AISC 360-10 (2010), *Specification for Structural Steel Buildings*, American Institute of Steel Construction (AISC). Chicago, IL: AISC.

[2]. CAN/CSA-S16-14 (2014), *Limit states design of steel structures*, Canadian Standards Association, Mississauga, Ontario.

[3]. AS-4100 1998 (1998), *AS-4100 Steel Structures*, Standards Australia, Sydney, Australia.

[4]. EN 1993-1-1:2005 (E) (2005): *Eurocode 3: design of steel structures-part 1-1: general rules and rules for buildings*, CEN.

[5]. Japan Society of Civil Engineers (JSCE) (2009), *Standard Specifications for Steel and Composite Structures*.

[6]. Nethercot, D. A. and Trahair, N. S. (1976), *Lateral Buckling Approximations for Elastic Beams*, Structural Engineering, 54(6), 197-204.

[7]. Trahair, N. S. (1977), *Lateral Buckling of Beams and Beam-Columns*, in Theory of Beam-Columns, McGraw-Hill, New York.

[8]. Trahair, N. S., and Bradford, M. A. (1988), *The Behaviour and Design of Steel Structures*.

[9]. Sahraei, A., Pezeshky, P. and Mohareb, M. (May, 2017), *Lateral torsional buckling analysis and design of steel beams with continuous spans*, Conference of Leadership in Substanable infrashstructure, Vancouver, Canada.

[10]. TCVN 5575-2018 (2018), *Steel structures - Design standard*, Vietnam institute for Building Science and Technology (INST).

[11]. Zhao, J. and Ding, W. (2022), *Tests and design method on overall buckling behaviours of welded I-section two-span continuous beams for Q460 high strength steel*, Engineering Structures, 253, 113789.

Ngày nhận bài: 02/10/2023
Ngày chấp nhận đăng: 11/10/2023
Người phản biện: TS. Đào Sỹ Đán
TS. Trần Việt Hưng

So sánh kết quả thực nghiệm và tính toán tấm sàn panel nhà dân dụng nhịp lớn có sử dụng bê tông chất lượng siêu cao (UHPC)

■ **ThS. CAO TUẤN ANH (*); PGS. TS. NGUYỄN MẠNH TUẤN**
ThS. VŨ ANH TUẤN; ThS. ĐỖ THỊ VÂN ANH
Trường Đại học Xây dựng Hà Nội
■ **ThS. PHẠM MINH HIẾU**
Bệnh Viện Bạch Mai
Email: (*)anhct@huce.edu.vn

TÓM TẮT: Bê tông cường độ siêu cao (UHPC) đã được ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực xây dựng tại Việt Nam và trên thế giới bởi những ưu điểm vượt trội của vật liệu này. Bài báo trình bày kết quả thực nghiệm chế tạo tấm panel sàn nhà dân dụng lắp ghép nhịp lớn có sử dụng bê tông cường độ siêu cao UHPC tại phòng thí nghiệm Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (thuộc chương trình khoa học và công nghệ cấp Bộ về Nghiên cứu chế tạo tấm panel sàn nhà dân dụng lắp ghép nhịp lớn có sử dụng bê tông cường độ siêu cao UHPC-CTB-2020-08), trong đó tấm panel được mô hình bằng phần tử hữu hạn bởi phần mềm SAFE, đối chiếu kết quả với thí nghiệm trong thực tế. Kết quả của nghiên cứu sử dụng bê tông cường độ siêu cao (UHPC) trong chế tạo panel sàn nhà dân dụng là một hướng phát triển rất tốt trong tương lai khi các công trình lắp ghép ngày một nhiều trong các khu đô thị lớn tại Việt Nam.

TỪ KHÓA: Bê tông chất lượng siêu cao, panel nhịp lớn, panel sàn nhà dân dụng, phần mềm (SAFE).

ABSTRACT: Ultra-high strength concrete (UHPC) has been widely applied in the construction field in Vietnam and around the world because of its outstanding advantages. This paper presents the experimental results of manufacturing large span assembled residential floor panels using UHPC super high strength concrete at the laboratory of Hanoi University of Civil Engineering (under the ministerial-level science and technology program on science and technology). Research on manufacturing large span assembled residential floor panels using UHPC super high strength concrete - CTB-2020-08), in which the panel is modeled by finite element by SAFE software, for compare the results with the actual experiment. The results of the study on the use of ultra-high strength concrete (UHPC) in the manufacture of residential floor panels are a very good development direction in the future when prefabricated works are more and more in large urban areas in Vietnam.

KEYWORDS: Comparison results of experiment and calculation of floor panel large spans with ultra-high supplemented concrete, Ultra-high strength concrete, Long span floor panel.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các nghiên cứu về UHPC tại Việt Nam đang được ứng dụng và phát triển, các kết quả nghiên cứu được công bố chủ yếu tập trung tại các trường đại học, viện nghiên cứu chuyên ngành xây dựng như: Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng - Bộ Xây dựng, Viện Khoa học Vật liệu Xây dựng - Bộ Xây dựng... Nhóm tác giả Nguyễn Văn Tuấn, Phạm Hữu Hanh, Nguyễn Công Thắng - Trường Đại học Xây dựng Hà Nội đã nghiên cứu khả năng chế tạo bê tông UHPC ở Việt Nam năm 2006 [9, 10], kết quả khẳng định rằng UHPC hoàn toàn có thể chế tạo được trong điều kiện vật liệu hiện có ở Việt Nam. Năm 2013, tác giả Lê Trung Thành [29] đã nghiên cứu về độ bền của bê tông khi sử dụng cốt sợi, trong đó đã so sánh giữa bê tông thường, bê tông mác cao và bê tông UHPC kết quả cho thấy UHPC có độ bền, dẻo dai vượt trội hơn tất cả.

Đến nay, các nghiên cứu về UHPC tại Trường Đại học Xây dựng Hà Nội đã đạt được cường độ nén ở tuổi 28 ngày đạt trên 200 MPa ở điều kiện vật liệu sẵn có trong nước [10], đây là một trong những kết quả thực tế thúc đẩy các nghiên cứu ứng dụng tiếp theo. Nghiên cứu [11] khảo sát các đơn vị tổ chức trong ngành Xây dựng năm 2019 cho thấy, bê tông UHPC sẽ được sử dụng nhiều trong các công trình xây dựng. Cụ thể, nghiên cứu đã chỉ rõ xu hướng ứng dụng vật liệu bê tông chất lượng siêu cao để xây dựng công trình giao thông tại Việt Nam, trong đó khẳng định xu hướng ứng dụng vật liệu UHPC cho mục đích giảm chiều cao kiến trúc nhịp cầu tại các nút giao khác mức, tăng tính thẩm mỹ bề mặt cho cầu trong đô thị, ngoài ra còn ứng dụng UHPC trong xây dựng cầu ở khu vực chịu ảnh hưởng môi trường xâm thực (ven

biển, hóa...) cũng là giải pháp rất phù hợp đối với khu vực ven biển. Đối với công trình cầu, ứng dụng vật liệu UHPC cho cấu kiện dầm cầu và bản mặt cầu được nhận định là khả thi nhất.

Bên cạnh đó, một nghiên cứu khác [12] cũng về lĩnh vực ứng dụng vật liệu UHPC cho kết cấu công trình cầu ở Việt Nam, cụ thể là áp dụng cho dầm cầu An Thượng tại tỉnh Hưng Yên do Trường Đại học Xây dựng Hà Nội nghiên cứu, thiết kế và chế tạo. Việc ứng dụng thành công chế tạo dầm cầu An Thượng cho thấy UHPC đã được quan tâm, nghiên cứu và chế tạo một cách nghiêm túc, kết quả rất khả thi trong lĩnh vực xây dựng công trình giao thông.

Tuy nhiên, việc ứng dụng bê tông cường độ siêu cao (UHPC) trong các công trình dân dụng như nhà ở, trường học, bệnh viện tại Việt Nam vẫn đang ở mức độ khá thấp do một số lý do phổ biến trên thế giới như:

- Chi phí sản xuất cao: UHPC có thành phần và quy trình chế tạo phức tạp, dẫn đến chi phí cao hơn so với bê tông thông thường, điều này làm cho việc sử dụng UHPC trở nên khó khăn đối với các dự án dân dụng có ngân sách hạn chế.

- Kiến thức và công nghệ còn yếu: Ứng dụng UHPC yêu cầu kiến thức và kỹ thuật cao trong việc thiết kế, thi công và kiểm tra chất lượng. Hiện tại, vẫn còn thiếu nhân lực có đủ kinh nghiệm và năng lực để triển khai công trình quy mô lớn sử dụng UHPC.

- Tiêu chuẩn và quy định: Việc ứng dụng UHPC cần có tiêu chuẩn và quy định rõ ràng, cụ thể để đảm bảo chất lượng công trình. Hiện tại, chưa có quy định cụ thể về ứng dụng UHPC trong các công trình dân dụng tại Việt Nam.

Trong chương trình nghiên cứu của Bộ Giáo dục và Đào tạo đã tài trợ về ứng dụng UHPC chế tạo tấm panel sàn áp dụng cho các công trình dân dụng và công nghiệp như các chung cư cao tầng, trường học, bệnh viện... Phạm vi nghiên cứu của của bài báo trình bày hai nội dung cơ bản về UHPC, đó là: Chế tạo ra tấm panel sàn nhịp lớn UHPC trong điều kiện thực tế tại phòng thí nghiệm và kiểm tra khả năng chịu tải của chúng, tính toán tấm panel sàn với kích thước tương đương để được ứng dụng cho tấm sàn vì các lý do cơ bản:

1) Độ bền - khả năng chịu lực cao: Sàn UHPC có khả năng chịu lực và tải trọng tác dụng cao hơn so với bê tông thông thường, giúp tăng cường độ an toàn và ổn định cho công trình dân dụng.

2) Giảm chiều dày sàn: Sàn UHPC có khả năng chịu lực cao cho phép giảm chiều dày sàn so với bê tông thông thường, giúp tiết kiệm không gian và tối ưu hóa thiết kế công trình.

3) Độ cứng và đàn hồi tốt: UHPC có độ cứng và đàn hồi tốt, giúp giảm chấn động và rung động trong công trình, cải thiện môi trường sống và làm việc cho người dùng.

4) Chống thấm nước và chống ăn mòn: Sàn UHPC có khả năng chống thấm nước và chống ăn mòn tốt, giúp bảo vệ công trình khỏi các tác động của môi trường và thời tiết.

5) Tuổi thọ cao: UHPC có tuổi thọ cao hơn so với bê tông thông thường, giúp kéo dài thời gian sử dụng và giảm chi phí bảo trì cho công trình.

6) Khả năng thi công linh hoạt: Sàn UHPC có khả năng thi công linh hoạt và đa dạng, phù hợp với các yêu cầu thiết kế và kiến trúc độc đáo của các công trình dân dụng.

Tóm lại, nghiên cứu và sử dụng sàn UHPC cho công trình dân dụng là một cách để nâng cao chất lượng, an toàn và tiết kiệm chi phí xây dựng cho các công trình dân dụng hiện nay và trong tương lai.

Ở Việt Nam, trong những năm gần đây, vật liệu UHPC cũng đã và đang được quan tâm nghiên cứu, đặc biệt là sử dụng vật liệu địa phương để chế tạo UHPC [14-17]. Cùng với đó là việc ứng dụng vật liệu UHPC trong xây dựng các công trình cầu. Một số công trình cầu giao thông nông thôn như Đập Đá (Hậu Giang), Năng An (Ninh Bình) đã được xây dựng thành công bởi Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng [18, 19]. Gần đây nhất, nghiên cứu về dự báo ứng xử kháng uốn của vật liệu UHPC của Hưng và cộng sự [20] góp phần thúc đẩy việc áp dụng UHPC tại Việt Nam. Tuy nhiên, những nghiên cứu này chỉ tập trung áp dụng vào kết cấu dầm cầu, còn những nghiên cứu về tấm ván khuôn UHPC đo bản mặt cầu thì vẫn đang bị bỏ ngỏ. Do vậy, việc nghiên cứu thực nghiệm khả năng chịu lực của tấm bản mỏng sử dụng vật liệu UHPC và so sánh với kết quả bằng phân tích mô hình sử dụng phần tử hữu hạn (FEM) là cần thiết và có ý nghĩa khoa học, từ đó đưa ra ứng dụng cho việc sản xuất tấm ván khuôn (đem lại vĩnh viễn) thi công bản mặt cầu bê tông cốt thép đo tại chỗ trong thực tế.

2. CHẾ TẠO TẤM SÀN NHỊP LỚN UHPC

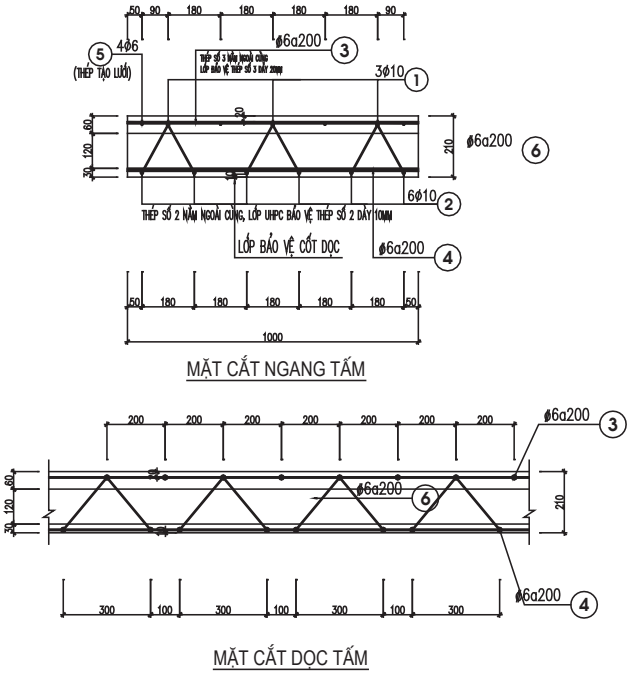
2.1. Cấu tạo mẫu thí nghiệm

Kích thước tổng thể mẫu:

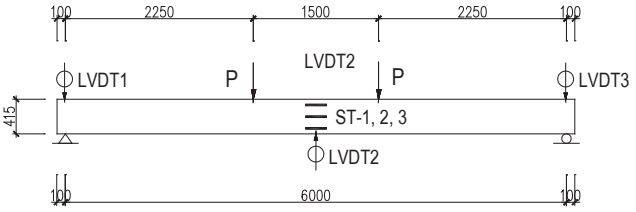
DàixRộngxCao = (6.200x1.000x210)mm.

Chi tiết mẫu thí nghiệm được thể hiện trên *Hình 2.1*. Cấu tạo cốt thép được thể hiện trên *Hình 2.2*.

Các thông số về vật liệu được xác định trong quá trình thực hiện, bao gồm: Thí nghiệm kiểm tra cường độ của cốt thép, thí nghiệm xác định cường độ nén của bê tông (bê tông thường, bê tông chất lượng siêu cao, bê tông nhẹ), thành phần cấp phối của các lớp bê tông.



Hình 2.1: Kích thước tấm panel sàn thí nghiệm



Hình 2.2: Sơ đồ bố trí dụng cụ đo

2.2. Sơ đồ thí nghiệm bố trí dụng cụ, thiết bị đo

Các dụng cụ, thiết bị đo được sử dụng trong thí nghiệm, được trình bày trên *Hình 3.2*, bao gồm:

- Dụng cụ đo chuyển vị: 3 dụng cụ đo chuyển vị điện tử, ký hiệu LVDT1, LVDT2, LVDT3 bố trí ở hai gối tựa và ở tiết diện giữa nhịp. Trong trường hợp này, độ võng f ở vị trí giữa dầm được xác định theo công thức:

$$f = f_2 - 0{,}5\,(f_1 + f_3)$$

Với: f_1, f_2, f_3 - Giá trị chuyển vị xác định từ số đọc trên các LVDT tương ứng.

- Dụng cụ đo biến dạng của bê tông ở vùng chịu uốn thuần túy, tại vùng giữa nhịp dầm: 3 cảm biến điện trở (strain gauges), loại chuyên dụng cho bê tông có chiều dài chuẩn đo 90 mm.

- Đo lực: Lực tác dụng lên dầm do kích thủy lực tạo ra được đo bằng dụng cụ đo lực điện tử (load cell).

- Bộ thu thập và xử lý số liệu (Data logger TDS 530): Kết nối với dụng cụ đo chuyển vị, đo biến dạng và đo lực được kết nối với bộ thu thập và xử lý số liệu cho phép ghi nhận tự động và đồng thời các kết quả đo (1 giây/lần ghi).

2.3. Quy trình thí nghiệm

- Lắp dựng mẫu panel sàn thí nghiệm theo đúng sơ đồ làm việc (đảm bảo vị trí gối tựa, vị trí tác dụng tải trọng);

- Lắp đặt các dụng cụ đo theo đúng sơ đồ;

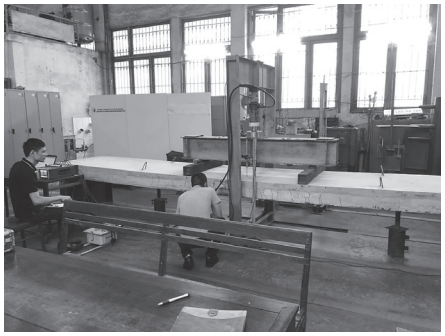
- Kết nối các thiết bị đo (đo chuyển vị dầm, đo biến dạng thanh GFRP, đo mở rộng vết nứt, đo lực) với bộ xử lý số liệu TDS-530 và ghi nhận các số liệu ban đầu. Đặt chế độ ghi số liệu tự động 1 lần ghi/giây;

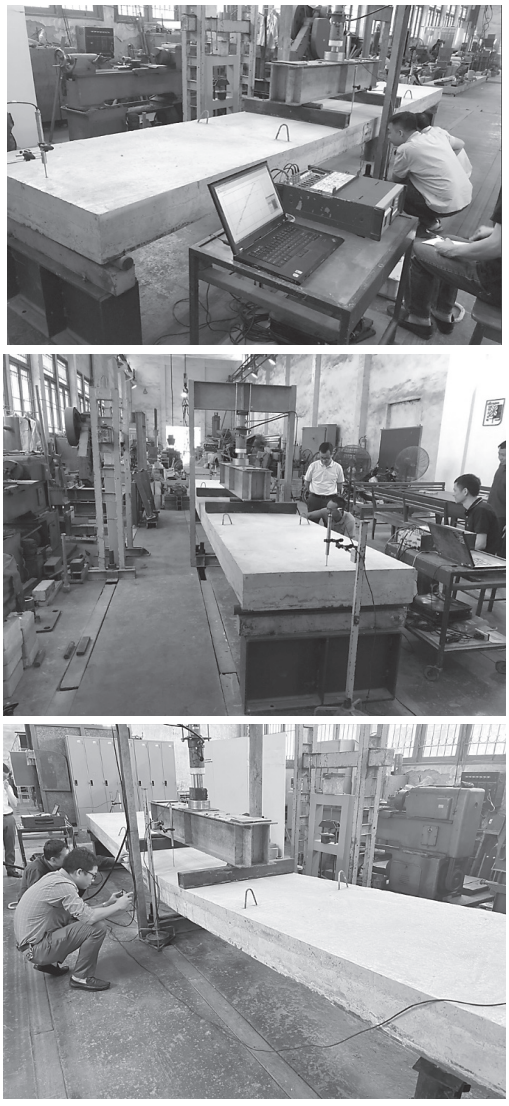
- Gia tải trọng thí nghiệm thử nhằm kiểm tra sự làm việc của các thiết bị, dụng cụ đo. Giá trị tải trọng thử lấy bằng 10 kN;

- Sau khi tiến hành gia tải trọng thử, tiến hành hạ tải trọng về 0 kN;

- Tiến hành thí nghiệm: Gia tải trọng thí nghiệm lên mẫu thí nghiệm một cách từ từ, liên tục đến khi mẫu thí nghiệm bị phá hoại hoàn toàn thì kết thúc thí nghiệm.

Trong quá trình thí nghiệm, đo vẽ sự hình thành và phát triển vết nứt xuất hiện trên bề mặt mẫu thí nghiệm.

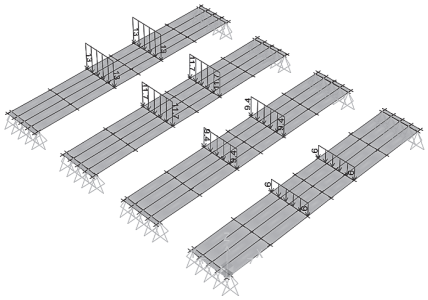




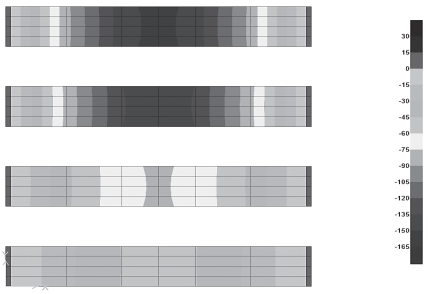
Hình 2.3: Một số hình ảnh trong quá trình thí nghiệm

3. MÔ HÌNH TẤM PANEL SÀN UHPC SỬ DỤNG SAFE

Sử dụng phần mềm SAFE để mô hình, phân tích tấm panel sàn UHPC (phương pháp phần tử hữu hạn). Phương pháp mô phỏng này được sử dụng rộng rãi trong thực hành thiết kế công trình xây dựng do có độ tin cậy cao, tính toán chính xác, đơn giản. Đối với kết cấu tấm panel thí nghiệm để kết quả mô phỏng đủ độ tin cậy thì các thông số đầu vào phải chính xác: Thông số vật liệu, kích thước kết cấu... và quan trọng giới hạn làm việc của tấm sàn trong giới hạn đàn hồi.



Hình 3.1: Mô phỏng tấm sàn panel trong SAFE



Hình 3.2: Ứng suất trong tấm panel khi chịu tải trọng thí nghiệm

Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là tìm ra một mô hình tin cậy để dự báo khả năng làm việc của tấm ván khuôn UHPC. Kết quả thí nghiệm tấm ván khuôn sử dụng vật liệu UHPC cho thấy rằng tấm làm việc chủ yếu ở ngoài miền đàn hồi của vật liệu cho đến khi bị phá hoại hoàn toàn. Điều này dẫn đến việc dự báo khả năng chịu lực của kết cấu này tương đối phức tạp. Chen và Graybeal [21] đã sử dụng mô hình bê tông phá hoại dẻo (Concrete Damaged Plasticity - CDP) trong ABAQUS để mô phỏng dầm bê tông sử dụng vật liệu UHPC. Kết quả của nghiên cứu của các tác giả này cho thấy mô hình phần tử hữu hạn (Finite Element Model - FEM) là khá sát với thí nghiệm. Tuy nhiên, thành phần vật liệu cũng như dạng kết cấu được sử dụng trong nghiên cứu này khác so với nghiên cứu của Chen và Graybeal nên sẽ là rất cần thiết để kiểm chứng về ứng xử và khả năng dự báo sự làm việc của tấm bản mỏng UHPC sử dụng mô hình FEM.

4. KẾT LUẬN

Qua kết quả thí nghiệm về khả năng chịu uốn của tấm panel sàn chịu uốn được chế tạo từ bê tông cốt thép thường, bê tông bọt và UHPC và phân tích mô hình bằng phần mềm tính toán SAFE cho thấy kết quả như sau:

- Khả năng chịu lực của tấm panel chế tạo thực nghiệm và tấm panel trong mô hình hóa có sự tương đồng rõ rệt về khả năng chịu lực trong phạm vi làm việc là giới hạn đàn hồi;
- Tấm panel chế tạo gồm nhiều lớp vật liệu khác nhau (bê tông cốt thép thường, bê tông bọt và UHPC) làm việc với nhau không bị tách trong quá trình thí nghiệm gia tải;
- Có sự phân bố vết nứt của mẫu thí nghiệm dọc theo chiều dài của dầm, không tập trung tại vị trí có nội lực nguy hiểm như dầm bê tông cốt thép thường dẫn đến làm tăng khả năng chịu lực của dầm;
- Từ mô hình SAFE của tấm cho thấy sự làm việc của các lớp vật liệu là tin cậy và an toàn dựa trên cơ sở các tính năng vật liệu xác định trong phòng thí nghiệm thực tế của Trường Đại học Xây dựng Hà Nội.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ Giáo dục và Đào tạo cho Đề tài "Nghiên cứu chế tạo tấm panel sàn nhà dân dụng lắp ghép nhịp lớn có sử dụng bê tông cường độ cao UHPC"; Mã số: CTB-2020-05.

Nhóm tác giả xin cảm ơn sự hỗ trợ, phối hợp của Phòng, Bộ môn Thí nghiệm và Kiểm định Công trình - Khoa Xây dựng Dân dụng và Công nghiệp, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội trong quá trình sản xuất chế tạo và thí nghiệm tấm panel sàn nhịp lớn UHPC.

Tài liệu tham khảo

[1]. Trung tâm Thông tin và Chuyển giao công nghệ VLXD - Hội VLXD Việt Nam, Thông tin trên báo điện tử trực tuyến (2018), *Bê tông lắp ghép - Sự trở lại mạnh mẽ*.

[2]. Navaratnam S, Ngo T, Gunawardena D, Henderson D. (2019), *Performance Review of Prefabricated Building Systems and Future Research in Australia*, BUILDINGS, vol.9, Issue 2, DOI: 10.3390/buildings9020038.

[3]. *TAKTL Facade Panel Program Overview (https://www.taktl-llc.com/program-overview)*.

[4]. George Quercia, Kevin Gannon, RA. (2018), *The Classification and Reference Standards of UHPC in Architectural Applications*, Taktl LLC.

[5]. Kevin Gannon, RA. (2018), *Ultra-High Performance Concrete Panels and Prefabricated Wall Assemblies*, Taktl LLC.

[6]. Perry V.H (2006) [cited 08. November 2011]), *Ductal® - A Revolutionary New Material for New Solutions*, (download *http://www.apegm.mb.ca/pdf/PD_Papers/ductal.pdf*).

[7]. Richard O'Hegarty, Olive Kinnane (2019), *Review of precast concrete sandwich panels and their innovations.*

[8]. Ej, P., Kolísko, J., Bouska, P., Bittner, T., Musutová, V. (2015), *Loading tests of thin plates made of ultra-high performance concrete reinforced by PVA fibers and 2D textile glass reinforcement*, In Advanced Materials Research, Trans Tech Publ, 1095:569-572.

[9]. Rebentrost, M., Wight, G., Fehling, E. (2008), *Experience and applications of ultra-high performance concrete in Asia*, In 2nd International Symposium on Ultra High Performance Concrete, 10:19-30.

[10]. Thắng, N. C., Tuấn, N. V., Hanh, P. H., Lâm, N. T. (2012), *Nghiên cứu chế tạo bê tông chất lượng siêu cao sử dụng vật liệu sẵn có ở Việt Nam*, Tạp chí Xây dựng, Bộ Xây dựng, 12:71-74.

[11]. Thắng, N. C., Thắng, N. T., Hanh, P. H., Tuấn, N. V., Thành, L. T., Lâm, N. T. (2013), *Nghiên cứu chế tạo bê tông chất lượng siêu cao sử dụng silica fume và xỉ lò cao hạt hóa nghiền mịn ở Việt Nam*, Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng, 7(1):83-92.

[12]. Nguyễn Bình Hà, Phạm Duy Hòa, Ngô Quý Tuấn, Lê Bá Danh, Nguyễn Ngọc Tuyển, Nguyễn Quốc Bảo (2019), *Phân tích và đánh giá xu hướng ứng dụng vật liệu bê tông chất lượng siêu cao trong xây dựng cầu quy mô nhỏ và trung bình ở Việt Nam*, Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng, số 7.

[13]. Cù Việt Hưng, Nguyễn Đức Phúc, Nguyễn Công Thắng, Nguyễn Ngọc Tuyển, Phạm Duy Hòa (2018), *Dự báo sức kháng uốn của dầm bê tông chất lượng siêu cao (UHPC)*, Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng, số 5.

[14]. Đề tài KHCN Bộ Xây dựng, *Nghiên cứu giải pháp kết cấu lắp ghép sử dụng bê tông tính năng cao cho công trình xây dựng trên đảo*, mã số: RD 87-16BĐ, nghiệm thu năm 2020.

Ngày nhận bài: 20/9/2023
Ngày chấp nhận đăng: 06/10/2023
Người phản biện: TS. Vũ Chí Công
TS. Nguyễn Anh Đức

Đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến đặc tính mỏi của bê tông nhựa

■ **ThS. NGUYỄN CÔNG THỨC(*); PGS. TS. NGUYỄN QUANG TUẤN**
PGS. TS. LÊ VĂN PHÚC; ThS. TRẦN HUY THIỆP
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: (*)thucnc_ph@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Thử nghiệm mỏi trong phòng thí nghiệm là một phương pháp phổ biến để đánh giá độ bền mỏi của bê tông nhựa (BTN). So với thí nghiệm hiện trường, các thí nghiệm trong phòng có nhiều ưu điểm như chi phí thấp, hiệu quả cao và linh hoạt trong phương thức thực hiện. Tuy nhiên, để đảm bảo độ tin cậy, thử nghiệm mỏi trong phòng thí nghiệm cần mô phỏng chính xác tải trọng và điều kiện môi trường ngoài hiện trường. Bài báo trình bày tổng quan về các yếu tố ảnh hưởng đến việc đánh giá độ bền mỏi của BTN.

TỪ KHÓA: Bê tông nhựa, hiện tượng mỏi, tải trọng, môi trường, hỗn hợp.

ABSTRACT: Laboratory fatigue testing is a common method for evaluating the fatigue durability of asphalt concrete. Compared to field testing, laboratory tests have many advantages such as low cost, high efficiency and flexibility in implementation methods. However, to ensure reliability, laboratory fatigue testing needs to accurately simulate the loading and environmental conditions outside the field. This paper provides an overview of the factors affecting the evaluation of fatigue durability of asphalt concrete.

KEYWORDS: Asphalt concrete, fatigue, loading, environmental, mixture.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

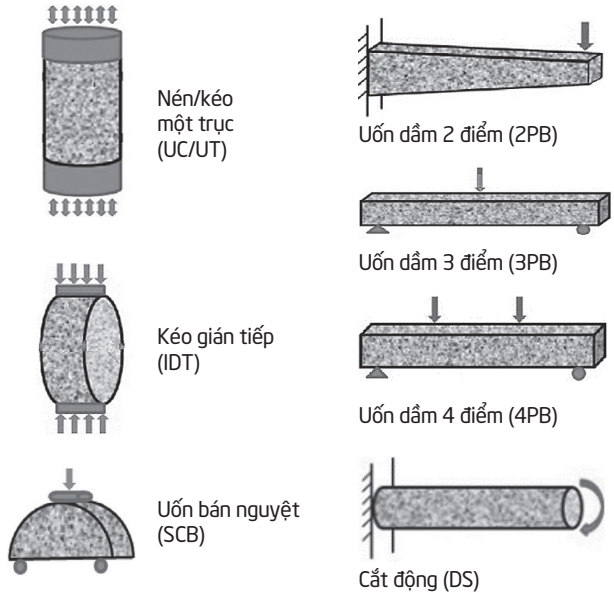
Hiện tượng mỏi là một trong các nguyên nhân chính gây ra sự phá hoại mặt đường BTN. Bản chất của hiện tượng mỏi là sự suy giảm độ cứng của vật liệu dưới tác dụng của tải trọng trùng phục. Có nhiều phương pháp khác nhau để đánh giá độ bền mỏi của BTN, bao gồm thử nghiệm trên hiện trường và thử nghiệm trong phòng thí nghiệm. Thử nghiệm mỏi trong phòng thí nghiệm là một phương pháp phổ biến được các nhà nghiên cứu sử dụng do chi phí thấp, hiệu quả cao và linh hoạt. Tuy nhiên, việc mô phỏng gặp phải những khó khăn đáng kể do BTN thường có tính nhớt và dị hướng, các tính chất cơ học thay đổi theo nhiều yếu tố khác nhau như nhiệt độ, tần số tải và dạng thí nghiệm (nén hoặc kéo). Thử nghiệm mỏi của BTN có thể được thực hiện trong nhiều điều kiện tải khác nhau, bao gồm dạng thí nghiệm, tần số tải, hình dạng sóng tải, chế độ kiểm soát, nhiệt độ và hỗn hợp BTN [1, 2].

Bài báo sẽ xem xét và giới thiệu những nghiên cứu và phát hiện trên thế giới liên quan đến các yếu tố ảnh hưởng đến phương pháp thử nghiệm mỏi của BTN.

2. ẢNH HƯỞNG BỞI TẢI TRỌNG

2.1. Dạng thí nghiệm

Các dạng thí nghiệm đã được sử dụng bao gồm chế độ nén/kéo một trục (UC/UT), chế độ uốn dầm (BB), chế độ kéo gián tiếp (IDT), chế độ uốn bán nguyệt (SCB) và chế độ cắt động (DS) [3, 4]. Các dạng thí nghiệm được thể hiện trên *Hình 2.1*.



Hình 2.1: Mô hình thí nghiệm và mẫu thử được sử dụng trong các dạng thí nghiệm khác nhau

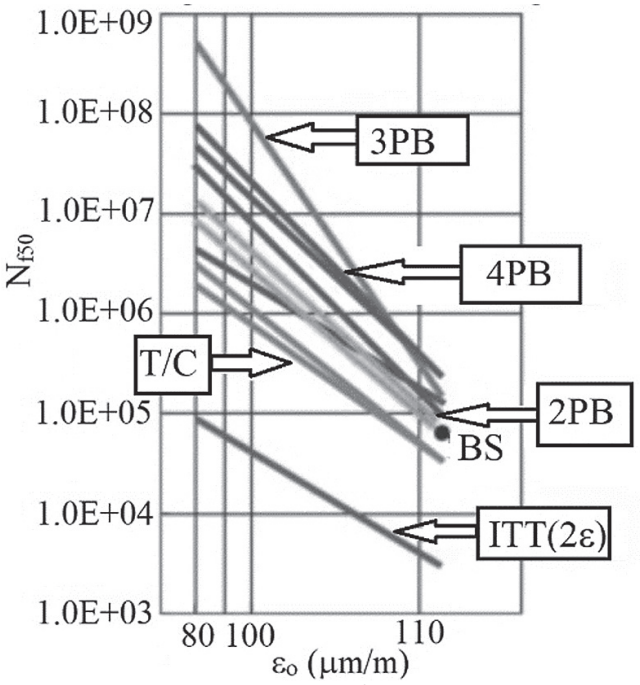
Chế độ uốn dầm (BB) được mô phỏng giống với các điều kiện khai thác thực tế mà lớp mặt đường BTN phải làm việc. Phân tích trạng thái ứng suất của mẫu dầm, đặc biệt là mẫu dầm hình thang phức tạp hơn mẫu UC/UT, do sự phân bố ứng suất trong mẫu dầm không đồng đều. Ngoài ra, việc chuẩn bị mẫu dầm cũng phức tạp, mẫu dầm có kích thước lớn nên cần có máy đầm tấm chuyên dụng để chuẩn bị mẫu BTN.

Chế độ kéo gián tiếp (IDT) tác dụng tải trọng lên mặt

trượt của mẫu hình trụ. Chế độ IDT vượt trội hơn trong việc kiểm tra các đặc tính mỏi của BTN hiện trường, vì việc lấy lõi mẫu từ mặt đường hiện trường dễ dàng hơn so với việc lấy mẫu ở chế độ UC/UT và chế độ BB.

Chế độ uốn mẫu hình bán nguyệt (SCB) áp dụng dạng thí nghiệm tương tự như chế độ IDT. Tuy nhiên, mẫu được sử dụng ở chế độ SCB có hình bán nguyệt. So với mẫu IDT, mẫu SCB phải chịu trạng thái ứng suất phức tạp hơn, bị ảnh hưởng bởi khoảng cách dải và chiều dài vệt rãnh.

Chế độ cắt động (DS) chủ yếu được sử dụng để kiểm tra trạng thái mỏi của ma tít nhựa đường hoặc chất kết dính nhựa đường. Chế độ DS tạo ra sự phân bố ứng suất/biến dạng không đồng đều trong mẫu, biến dạng cắt lớn nhất xuất hiện ở đầu tác dụng lực và biến dạng cắt nhỏ nhất xuất hiện ở đầu ngàm. Đồng thời, ứng suất cắt lớn nhất xảy ra ở bề mặt bên ngoài của mẫu và ứng suất ở tâm trục bằng 0.



Hình 2.2: Kết quả kiểm tra độ mỏi ở các dạng thí nghiệm khác nhau [5]

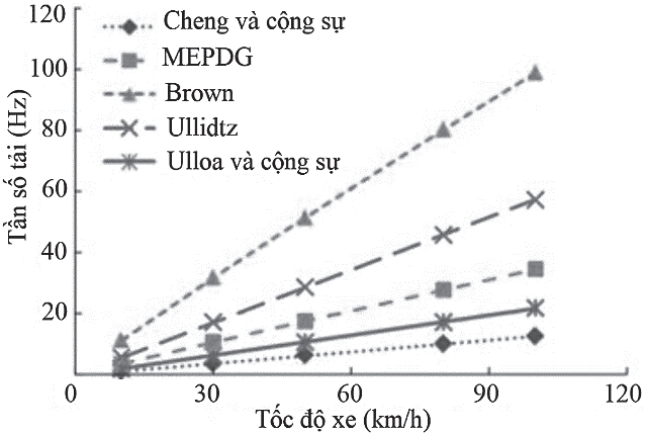
Trong *Hình 2.2*, T/C là chế độ kéo/nén, ITT là chế độ kéo gián tiếp. *Hình 2.2* thể hiện các dạng thí nghiệm khác nhau tạo ra các kết quả kiểm tra độ mỏi khác nhau.

Các nghiên cứu gần đây xác định rằng chế độ 4PB chính xác hơn nhiều trong việc mô phỏng các ứng xử cơ học thực tế của lớp BTN. Do đó, chế độ 4PB có thể được ưu tiên hơn để đánh giá độ bền mỏi của BTN.

2.2. Tần số tải

Các kết quả nghiên cứu hiện tại cho thấy tần số tải có ảnh hưởng chủ yếu đến đặc tính mỏi của BTN [6, 7]. Các ứng xử cơ học (ứng suất hoặc biến dạng) của lớp BTN được lấy từ các mô hình cơ học hoặc thử nghiệm hiện trường được xử lý để chuyển đổi sang thời gian hoặc chuyển đổi sang miền tần số bằng phép biến đổi Fourier. Cuối cùng, dựa trên thời gian hoặc kết quả biến đổi Fourier để xác định tần số tải của lớp BTN.

Các yếu tố ảnh hưởng đến tần số tải bao gồm tốc độ xe, độ sâu mặt đường và bán kính tải trọng đến tần số tải: Tần số tải tăng theo tốc độ xe và giảm theo độ sâu mặt đường hoặc bán kính tải trọng. Nhiệt độ cũng có ảnh hưởng đến tần số tải, với giá trị tần số tăng theo nhiệt độ tăng. Ngoài ra, tốc độ xe được coi là yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến tần số tải, vì tốc độ xe ảnh hưởng trực tiếp đến thời gian tải trọng giao thông và do đó thay đổi chủ yếu tần số tải. Tóm lại, tần số tải của BTN phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Tuy nhiên, hầu hết các thử nghiệm độ mỏi hiện tại chỉ sử dụng tần số thông thường là 10 Hz, rất khó để mô phỏng đặc tính tần số thực của lớp BTN trong các tải trọng khác nhau.



Hình 2.3: So sánh tần số tải thu được từ các xung đo tại hiện trường với tần số thu được từ các xung được tính toán theo lý thuyết [8]

Trong nghiên cứu của Cheng và cộng sự [8], xung thời gian được xác định từ phép đo xung biến dạng mặt đường ngoài hiện trường. Sau đó, tần số tải được tính toán bằng nghịch đảo của xung thời gian này (f=1/t). *Hình 2.3* thể hiện các tính toán lý thuyết đã đánh giá quá cao tần số tải được đo từ lớp BTN hiện trường, điều này cho thấy rằng cần phải xác định tần số BTN bằng cách sử dụng các xung đo tại hiện trường.

2.3. Chế độ kiểm soát

Hiện tại, có hai loại chế độ kiểm soát thường được sử dụng trong các thử nghiệm mỏi trên BTN: Chế độ khống chế biến dạng không đổi, chế độ khống chế ứng suất không đổi.

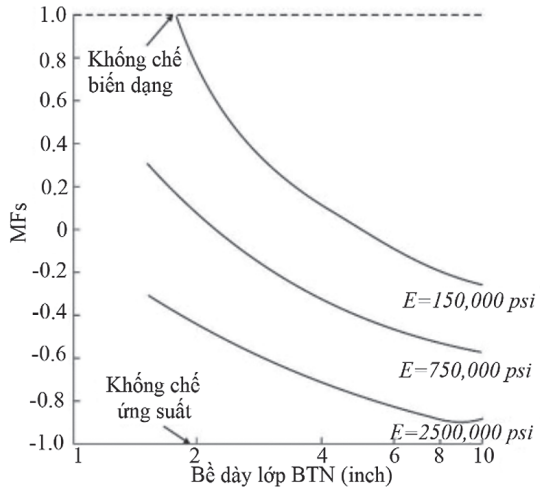
Các nhà nghiên cứu đã chỉ ra rằng, ở chế độ khống chế biến dạng không đổi, ứng suất và mô-đun của BTN giảm nhanh ở giai đoạn bắt đầu thử nghiệm, tốc độ giảm chậm dần ở giai đoạn sau. Ở chế độ khống chế ứng suất không đổi, biến dạng của BTN tăng theo chu kỳ tải, trong khi mô-đun thể hiện xu hướng ngược lại với biến dạng. Đối với góc pha của BTN thì xu hướng thay đổi trong cả hai dạng thí nghiệm đều tăng nhanh khi bắt đầu thử nghiệm và sau đó tăng gần như tuyến tính khi tăng chu kỳ tải. Chế độ khống chế biến dạng được sử dụng rộng rãi nhất vì nó dễ thực hiện và dễ kiểm soát. Chế độ khống chế ứng suất được sử dụng khi cần kiểm soát chính xác ứng suất trong mẫu thử.

Monismith và Deacon [9] đã đề xuất hệ số MF để đánh giá chế độ kiểm soát thực tế trong lớp BTN.

$$MF = \frac{|A|-|B|}{|A|+|B|} \quad (1)$$

Trong đó: A - Tốc độ thay đổi ứng suất kéo trong lớp BTN khi độ cứng của lớp BTN giảm đi một phần trăm nhất định; B - Tốc độ thay đổi của biến dạng kéo trong lớp BTN khi độ cứng của lớp BTN giảm đi một phần trăm nhất định.

Ở chế độ khống chế biến dạng không đổi, giá trị của B bằng 0. Kết quả là MF được tính là 1,0. Tương tự, trong chế độ khống chế ứng suất không đổi, giá trị của A bằng 0 và MF được tính là -1,0. Monismith và cộng sự [10] đã tính toán MF cho các lớp BTN có độ dày khác nhau và mô-đun độ cứng khác nhau. Cần lưu ý rằng, giá trị MF của lớp BTN có độ dày tương đối nhỏ (≤2 inch) và mô-đun độ cứng thấp thì gần bằng 1,0.

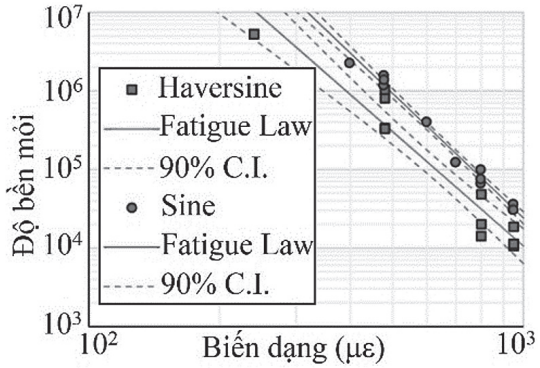


Hình 2.4: Các MF của các lớp BTN với độ dày khác nhau và mô-đun độ cứng khác nhau [10]

Như vậy, lớp BTN mỏng và mềm gần như trải qua chế độ khống chế biến dạng. Ngược lại, khi độ dày và độ cứng của lớp BTN tăng lên, giá trị MF trở nên gần bằng -1,0, lớp BTN gần như chịu chế độ khống chế ứng suất.

2.4. Hình dạng sóng tải

Các dạng sóng tải thường được sử dụng trong các thử nghiệm mỏi BTN là sóng Haversine và sóng hình Sin [11]. Trong thử nghiệm sóng Haversine, biến dạng của mẫu BTN chịu kéo liên tục. Trong thử nghiệm sóng hình Sin, mẫu thử thể hiện phản ứng biến dạng kéo-nén. Sóng hình Sin được áp dụng trong thử nghiệm có thể liên tục hoặc chứa một khoảng thời gian nghỉ nhất định để mô phỏng khoảng thời gian nghỉ giữa các tải giao thông liền kề [12].

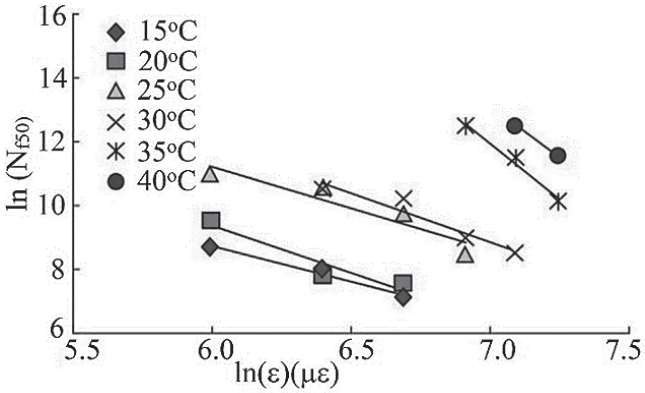


Hình 2.5: So sánh kết quả kiểm tra sóng Haversine và sóng hình sin cho hỗn hợp DG20 C600 [13]

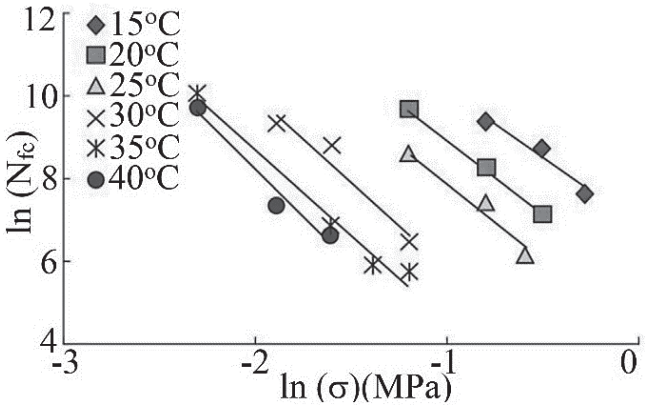
Hình 2.5 thể hiện sóng hình Sin tạo ra độ bền mỏi cao hơn sóng Haversine.

3. ẢNH HƯỞNG BỞI MÔI TRƯỜNG

Ngay từ năm 1962, Pell [14] đã đo độ bền mỏi của BTN bằng thử nghiệm uốn quay ở -9,5^{0}C đến 40^{0}C và kết quả là độ bền mỏi của hỗn hợp ở mức biến dạng được kiểm soát nhất định tăng lên khi nhiệt độ thử nghiệm tăng lên. Gần đây, Cheng và cộng sự [15] đã thực hiện một nghiên cứu toàn diện để nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ đến đặc tính mỏi của BTN, các thử nghiệm mỏi được tiến hành trên BTN ở 6 nhiệt độ dao động từ 15^{0}C đến 40^{0}C. Kết quả cho thấy độ bền mỏi của BTN rõ ràng bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ *(Hình 3.1)*. Trong thử nghiệm 4PB, nhiệt độ tăng làm tăng độ bền mỏi của BTN. Trong thử nghiệm IDT, nhiệt độ tăng lại làm giảm độ bền mỏi của BTN.



a)



b)

Hình 3.1: Độ bền mỏi của BTN ở các nhiệt độ khác nhau: a) - Thử nghiệm 4PB; b) - Thử nghiệm IDT [15]

4. ẢNH HƯỞNG BỞI HỖN HỢP BTN

Các yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến độ bền mỏi được xác định bao gồm: Hàm lượng nhựa đường, loại nhựa đường, loại cấp phối, thành phần cấp phối và độ rỗng. Một số nhà nghiên cứu đã tìm ra hàm lượng nhựa đường tối ưu cho hỗn hợp BTN nhằm đạt đến độ bền mỏi lớn nhất [16]. Theo [14], hàm lượng nhựa tối ưu này có thể tương ứng với giá trị cần thiết để đạt được độ cứng lớn nhất trong hỗn hợp và vượt trội hơn hàm lượng nhựa tối ưu thu được dựa trên phương pháp Marshall.

Ngoài ra, Epps và Monismith [17] ở Hoa Kỳ và Pell và Taylor [18] ở Vương quốc Anh đã nghiên cứu ảnh hưởng của độ rỗng dư (Va) đối với độ bền mỏi của BTN. Nói chung, hỗn hợp có Va lớn hơn sẽ có độ bền mỏi ngắn hơn.

Một số nghiên cứu khác cũng chỉ ra rằng, hỗn hợp sử dụng nhựa đường biến tính (sử dụng polyme, sợi và vật liệu nano, cùng nhiều loại khác) có xu hướng cho thấy độ bền mỏi cao hơn [19]. Tùy thuộc vào loại chất biến tính và hàm lượng của nó, phản ứng đối với độ mỏi trong hỗn hợp sẽ thay đổi.

5. KẾT LUẬN

Qua phân tích ở trên có thể thấy rằng thử nghiệm mỏi chịu ảnh hưởng bởi các yếu tố là tải trọng, điều kiện môi trường và hỗn hợp BTN.

- Các dạng thí nghiệm khác nhau, bao gồm các chế độ UC/UT, 4PB/3PB/TBB, IDT, SCB và DS đã được sử dụng trong các thử nghiệm độ mỏi trên BTN. Chế độ 4PB chính xác hơn nhiều trong việc mô phỏng các ứng xử cơ học thực tế của lớp BTN.

- Tần số tải của lớp BTN khi chịu tải trọng giao thông bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố, bao gồm tốc độ phương tiện, diện tích tải trọng giao thông và nhiệt độ.

- Hình dạng sóng tải là một yếu tố khác được đơn giản hóa trong các thử nghiệm mỏi hiện tại. Sóng Haversine/ hình Sin thường được sử dụng không thể kiểm tra ứng xử mỏi tự nhiên của BTN trong điều kiện hiện trường.

- Nhiệt độ ảnh hưởng đến độ bền mỏi của BTN nhưng lại có ảnh hưởng ngược nhau trong thí nghiệm khống chế biến dạng và thí nghiệm khống chế ứng suất. Việc xác định nhiệt độ thử mỏi cần xem xét đặc điểm khí hậu mà BTN trải qua, chẳng hạn như nhiệt độ không khí và độ cao.

- Thành phần của hỗn hợp BTN bao gồm hàm lượng nhựa đường, loại nhựa đường, loại cấp phối, thành phần cấp phối và độ rỗng quyết định độ bền mỏi của nó.

Tài liệu tham khảo

[1]. Guo, J., Yang, S., Sun, Y., et al. (2021), *Analysis of shear stress and rutting performance of semirigid base asphalt pavement on steep longitudinal slope,* Advances in Civil Engineering 2021.

[2]. Hu, Y., Cheng, H., Sun, L. (2022), *Vertical compressive strain-based method for setting the rigid layer depth based on falling weight deflectometer test,* Construction and Building Materials 319.

[3]. Moreno-Navarro, F., Rubio-G amez, M. (2016), *A review of fatigue damage in bituminous mixtures: understanding the phenomenon from a new perspective*, Construction and Building Materials 113.

[4]. Ahmed, T.M., Al-Khalid, H., Ahmed, T.Y. (2019), *Review of techniques, approaches and criteria of hot-mix asphalt fatigue*, Journal of Materials in Civil Engineering 31.

[5]. Di Benedetto, H., de La Roche, C., Baaj, H., et al. (2003), *Fatigue of bituminous mixtures: different approaches and RILEM group contribution*, In: Sixth International RILEM Symposium on Performance Testing and Evaluation of Bituminous Materials, Zurich.

[6]. Fakhri, M., Hassani, K., Ghanizadeh, A.R. (2013), *Impact of loading frequency on the fatigue behavior of SBS modified asphalt mixtures,* Procedia-Social and Behavioral Sciences 104.

[7]. Zhang, J., Su, Y., Zhang, X., et al. (2019), *Experimental investigation on the effect of loading frequency on the fatigue damage characteristic of asphalt mixture*, International Journal of Pavement Research & Technology 12.

[8]. Cheng, H., Liu, L., Sun, L., et al. (2020), *Comparative analysis of strain-pulse-based loading frequencies for three types of asphalt pavements via field tests with moving truck axle loading,* Construction and Building Materials 247.

[9]. Monismith, C.L., Deacon, J.A. (1969), *Fatigue of asphalt paving mixtures*, Transportation Engineering Journal of ASCE 95.

[10]. Monismith, C., Epps, J., Kasianchuk, D., et al. (1972), *Asphalt Mixture Behavior in Repeated Flexure,* Institute of Transportation and Traffic Engineering, Report No. TE 70-5, University of California, Berkeley.

[11]. AASHTO (2014b), *Estimating Damage Tolerance of Asphalt Binders Using the Linear Amplitude Sweep,* AASHTO TP 101. AASHTO, Washington DC.

[12]. Kim, Y.R., Little, D., Lytton, R. (2003), *Fatigue and healing characterization of asphalt mixtures,* Journal of Materials in Civil Engineering 15.

[13]. Cheng, H., Sun, L., Wang, Y., et al. (2021), *Effects of actual loading waveforms on the fatigue behaviours of asphalt mixtures*, International Journal of Fatigue 151.

[14]. Pell, P.S. (1962), *Fatigue characteristics of bitumen and bituminous mixes*, In: International Conference on the Structural Design ofAsphalt Pavements, Ann Arbor.

[15]. Cheng, H., Liu, J., Sun, L., et al. (2021), *Fatigue behaviours of asphalt mixture at different temperatures in four-point bending and indirect tensile fatigue tests*, Construction and Building Materials 273.

[16]. Pell, P.S. (1967), *Fatigue of asphalt pavement mixes,* Proceedings, Second International conference on the structural design of asphalt pavements, Ann Arbor, University of Michigan.

[17]. Epps, J. and C. L. Monismith (1969), *Influence of mixture variables on the flexural fatigue properties of asphalt concrete,* Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, vol.38.

[18]. Pell, P. S. and I. F. Taylor (1969), *Asphaltic Road Materials in Fatigue,* Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, vol.38.

[19]. Elseifi M A, Flintsch G W, Al-Qadi I L (2003), *Quantitative effect of elastomeric modification on binder performance at intermediate and high temperatures,* Journal of Materials in Civil Engineering 15(1) 32.

Ngày nhận bài: 25/9/2023
Ngày chấp nhận đăng: 10/10/2023
Người phản biện: TS. Trần Xuân Hòa
TS. Nguyễn Xuân Tùng

Phân tích ảnh hưởng của độ bẩn nền đá đến cường độ chống cắt của nền đá ballast đường sắt

■ **TS. MAI TIẾN CHINH**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: chinhmt@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Đường sắt có đá ballast là dạng kết cấu được sử dụng rộng rãi do các ưu điểm về giá thành xây dựng, đơn giản trong giải pháp thiết kế, xây dựng và bảo trì. Tuy nhiên, nền đá bị nhiễm bẩn trong quá trình khai thác dẫn tới sự suy giảm các chức năng của nền đá nên định kỳ phải thực hiện công tác duy tu nền đá (sàng/thay đá). Nếu để nền đá bị nhiễm bẩn quá giới hạn, ứng suất chống cắt của nền đá bị giảm mạnh, đường sẽ dễ bị biến dạng dẫn tới mất an toàn chạy tàu. Nền đá bị nhiễm bẩn do nhiều tác nhân với các mức độ khác nhau, do vậy cần đánh giá ảnh hưởng của độ bẩn cũng như bản chất của vật liệu bẩn đối với ứng suất chống cắt của nền đá. Bài báo giới thiệu thí nghiệm cắt trực tiếp cỡ lớn trên các mẫu đá ballast bị nhiễm bẩn ở các mức độ khác nhau và do các vật liệu gây bẩn khác nhau, từ đó phân tích kết quả thí nghiệm để xác định các ứng xử đặc trưng của ứng suất chống cắt của nền đá ballast khi bị nhiễm bẩn bởi các nguồn bẩn với các mức độ khác nhau.

TỪ KHÓA: Nền đá ballast, nhiễm bẩn, ứng suất cắt, thí nghiệm cắt trực tiếp cỡ lớn, ballast nghiền, than bụi, đất sét.

ABSTRACT: The ballasted railway is a widely used structure due to its advantages in construction cost, simplicity in design, construction and maintenance solutions. However, the ballast foundation is gradually contaminated during use, leading to a decline in the function of the ballast foundation, so the ballast foundation must be periodically maintained (ballast screening/replacement). If the ballast foundation is contaminated beyond the limit, its shear strength will be greatly reduced and the track will easily deform, leading to unsafe train operation. The ballast foundation is contaminated by many agents at different levels, so it is necessary to evaluate the influence of the degree of contamination as well as the nature of the dirty material on the shear stress of the ballast foundation. This article introduces large-scale direct cutting experiments on ballast samples contaminated at different levels and by different contaminating materials. From there, analyze the experimental results to determine the typical behavior of the shear stress of the ballast foundation when contaminated by dirt sources with different levels.

KEYWORDS: Ballast foundation, contaminated, shear stress, large-scale direct cutting test, crushed ballast fines, coal dust, clay.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đường sắt kết cấu đá ballast thông thường bao gồm: Ray, hệ thống phụ kiện nối giữ, tà vẹt, lớp đệm dạng hạt được đầm nén (đá ballast, lớp đá cấp phối dưới đá ballast) và đất nền tự nhiên được đầm nén. Vật liệu làm lớp đá ballast đường sắt thường là đá dăm đạt đủ các yêu cầu về cường độ, độ mài mòn, hình dạng hạt, độ sạch và đặc biệt là yêu cầu về kích thước và thành phần cấp phối hạt.

Trong quá trình khai thác, nền đá ballast bị nhiễm bẩn do các nguyên nhân [7]: Sự vỡ vụn và mài mòn của đá ballast (76% [2]); sự thâm nhập từ lớp subballast lên (13%); sự thâm nhập từ bên trên bề mặt của lớp đá xuống (7%); sự thâm nhập từ nền đường lên (3%); sự mài mòn của tà vẹt (1%). Khi nền đá ballast bị nhiễm bẩn, cấu trúc lỗ rỗng của lớp đá ballast bị thay đổi đáng kể, ma sát giữa các hạt đá bị giảm làm giảm cường độ chống cắt của nền đá [1, 3], dẫn tới hiệu năng làm việc của đường bị suy giảm, đe dọa đến ổn định tổng thể của đường [5].

Hiện tại, để đánh giá độ bẩn của nền đá ballast trên thế giới đang sử dụng một số phương pháp phổ biến dưới đây đã được phân tích trong [4]:

- Phương pháp chỉ số độ nhiễm bẩn - Fouling Index (FI);
- Phương pháp tỷ lệ bẩn - Percentage Fouling (PF);
- Phương pháp D-bar;
- Phương pháp tỷ lệ thể tích lỗ rỗng nhiễm bẩn - Percentage Void Contamination (PVC);
- Phương pháp chỉ số lỗ rỗng nhiễm bẩn - Void Contamination Index (VCI);
- Phương pháp tỷ lệ ballast nhiễm bẩn tương đối - Relative Ballast Fouling Ratio ($R_{b\text{-}f}$).

Trong đó, VCI là phương pháp duy nhất có thể tính tới các ảnh hưởng của hệ số rỗng, trọng lượng riêng và thành phần hạt của vật liệu bẩn và của đá ballast. Chỉ số VCI nhạy cảm hơn so với các chỉ số FI, PVC trong việc phân biệt loại vật liệu bẩn và mức độ nhiễm bẩn [8].

Tiêu chuẩn kỹ thuật của đá ballast sạch ở các nước trên thế giới khác nhau rất nhiều dẫn tới hệ số rỗng, trọng lượng riêng và thành phần kích cỡ hạt cũng rất khác nhau. Đồng thời, những đặc tính hệ số rỗng, tỷ trọng và thành phần kích cỡ của vật liệu bẩn phụ thuộc vào loại vật liệu bẩn như cát, bùn, sét và than bụi. Do vậy, việc nghiên cứu, đánh giá các ảnh hưởng của loại vật liệu gây bẩn đối với ứng suất chống cắt của nền đá là rất cần thiết bất kể ở mức độ bẩn nào. Trong phần dưới đây sẽ giới thiệu phương pháp thí nghiệm và phân tích kết quả để làm rõ ảnh hưởng của độ bẩn và nguồn vật liệu bẩn đối với ứng suất chống cắt của nền đá.

2. THIẾT LẬP THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ BẨN ĐẾN ỨNG SUẤT CHỐNG CẮT CỦA NỀN ĐÁ BALLAST

Vật liệu, thiết bị, quy trình và kết quả thí nghiệm được tham khảo trên một nghiên cứu [6] tại Trường Đại học Kansas - Mỹ (Kansas University - KU).

2.1. Vật liệu thí nghiệm

Vật liệu thí nghiệm được sử dụng bao gồm: Đá ballast đường sắt và các loại vật liệu gây bẩn: đá ballast nghiền vụn (mô phỏng hiện tượng nhiễm bẩn do vỡ vụn của đá ballast), đất sét (mô phỏng hiện tượng nhiễm bẩn do phụt bùn từ dưới nền đường lên nền đá) và bụi than (mô phỏng hiện tượng nhiễm bẩn do than được chuyên chở trên đường sắt rơi vãi xuống và bụi bẩn trong không khí môi trường thấm nhập vào nền đá).

Các thí nghiệm được thực hiện để xác định thành phần cấp phối hạt, trọng lượng riêng của đá ballast và các loại vật liệu gây bẩn nhằm đảm bảo các vật liệu đáp ứng các yêu cầu thí nghiệm. Các đặc trưng của vật liệu thí nghiệm được thể hiện trong *Bảng 2.1* và *Bảng 2.2*.

Bảng 2.1. Đặc trưng của vật liệu gây bẩn

Vật liệu gây bẩn	Giới hạn chảy (%)	Giới hạn dẻo (%)	Trọng lượng riêng	Lọt qua sàng số 200 (%)
Ballast nghiền	-	-	2,61	1,4
Đất sét	52	31	2,74	73
Than bụi	-	-	1,54	4,8

Bảng 2.2. Tổng hợp các đặc trưng kích thước hạt của ballast vật liệu gây bẩn

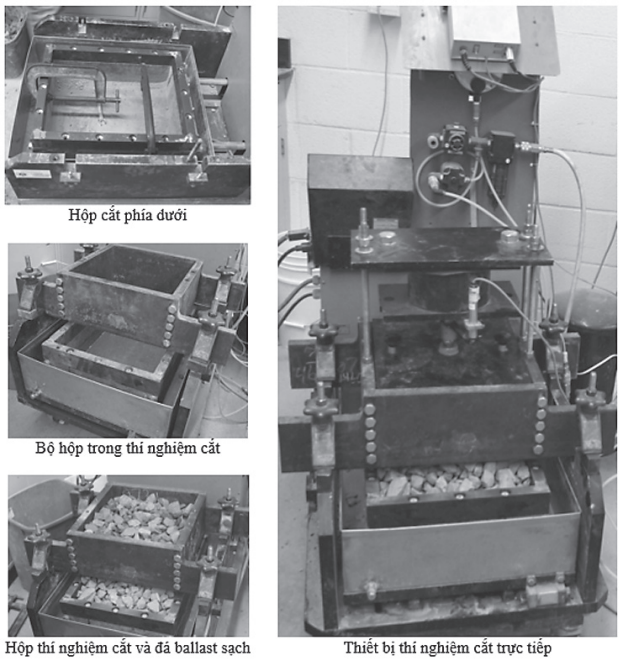
	D_{50} (mm)	D_{max} (mm)	C_c	C_u
Ballast	33	63,5	0,89	2
Ballast nghiền	1,7	9,5	0,959	7,19
Đất sét	0,0075	0,1	-	-
Than bụi	1,2	4,75	1,14	7,35

2.2. Thiết lập thí nghiệm cắt trực tiếp và thiết bị

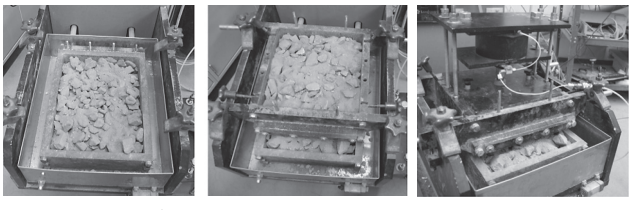
Thí nghiệm độ bền chống cắt trực tiếp được thực hiện trên đá ballast sạch và bẩn. Các loạt thử nghiệm được tiến hành trong một hộp cắt trực tiếp trong phòng thí nghiệm địa kỹ thuật tại Khoa Kỹ thuật Xây dựng - Trường Đại học Kansai. Kích thước bên trong của hộp trên là (305x305x153)mm và kích thước hộp dưới là (406x305x153)mm. Ứng suất pháp được tạo bởi một hình trụ (đường kính trong 140 mm) tác dụng trên một tấm thép (305x305x25 mm). Ứng suất pháp tương đương được tính toán dựa trên sự chuyển đổi diện tích từ hình trụ sang tấm trên cùng. Tải trọng thẳng đứng được kiểm soát bởi một đồng hồ đo áp suất được kết nối với máy nén khí. Cảm biến tải trọng ngang và dụng cụ đo chuyển vị được kết nối với hệ thống thu thập dữ liệu tự động do người dùng điều khiển trên máy tính cá nhân. *Hình 2.1* mô tả hình ảnh thiết bị cắt trực tiếp sau khi lắp ráp và chuẩn bị mẫu.

2.3. Quy trình thí nghiệm

Các mẫu được chuẩn bị thành 6 lớp, 3 lớp ở hộp dưới và 3 lớp trên sau khi lắp đặt hộp trên cùng. Trọng lượng của đá ballast được ghi lại cho mỗi lớp và sau đó trọng lượng của vật liệu bẩn được thêm vào được tính toán dựa trên tỷ lệ bẩn được thử nghiệm. Vật liệu bẩn được rải lên trên cốt liệu sạch ở mỗi lớp để mô phỏng điều kiện hiện trường. Hộp trên sau đó được cố định tại chỗ và tấm thép phân bố tải được đặt lên trên mẫu. Khung tải sau đó được lắp ráp trên đỉnh của hộp trên. Nguồn cung cấp khí nén đã được mở và ứng suất pháp tương đương được đặt bằng đồng hồ đo áp suất. Tốc độ tăng tải được đặt với mức 5,1 mm/phút và chuyển vị ngang tối đa được đặt bằng 15% biến dạng. Cảm biến tải trọng và đồng hồ đo chuyển vị được bắt đầu tại hộp cắt trực tiếp lớn và phần mềm thu thập dữ liệu. Phần mềm được thiết lập để ghi lại lực cắt và chuyển vị ngang. *Hình 2.2* thể hiện quá trình chuẩn bị và thiết lập thí nghiệm.



Hình 2.1: Chuẩn bị vật liệu và thiết lập thí nghiệm cắt trực tiếp



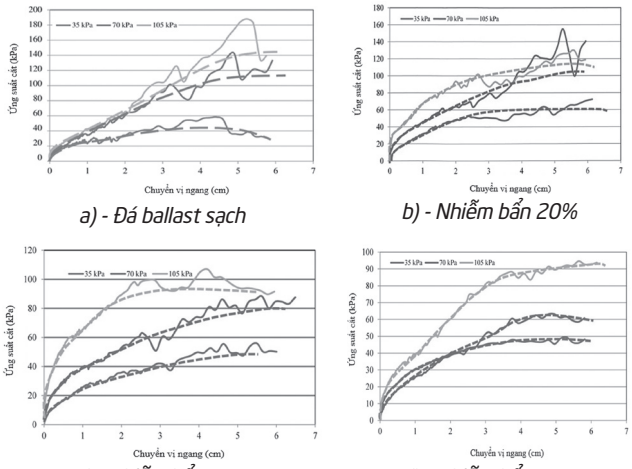
Hình 2.2: Chuẩn bị vật liệu và thiết lập thí nghiệm cắt trực tiếp

3. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM, ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ BẨN, VẬT LIỆU BẨN ĐỐI VỚI ỨNG SUẤT CHỐNG CẮT CỦA NỀN ĐÁ

Phần này trình bày kết quả của các thí nghiệm cắt trực tiếp, mối quan hệ giữa ứng suất cắt với chuyển vị ngang và so sánh các đường bao phá hủy của từng loại vật liệu gây bẩn ở các tỷ lệ nhiễm bẩn khác nhau. Đường cong nét đứt được vẽ trên mỗi đường cong ứng suất - chuyển vị để thể hiện xu hướng ứng suất - chuyển vị và bỏ qua các sự thay đổi đặc biệt trong xu hướng do hiện tượng nghiền vỡ hạt.

3.1. Vật liệu gây bẩn ballast nghiền

Hình 3.1 trình bày kết quả của các thử nghiệm cắt trực tiếp của ballast sạch và bị nhiễm bẩn 20%, 30% và 50% ở 3 giá trị ứng suất pháp 35, 70, 105 kPa. Các đường cong được vẽ cho mỗi thử nghiệm không trơn tru do trong quá trình cắt có hiện tượng các hạt đá bị vỡ. Ngoài ra, sự thay đổi kích thước hạt có thể gây ra sự xáo trộn này trong kết quả cho các thử nghiệm đó. Đối với các hình này, các đường nét liền biểu thị dữ liệu thực tế được lấy từ phần mềm và các đường nét đứt biểu thị đường dự đoán của đường cong (bỏ qua nhiễu gây ra bởi quá trình nghiền vỡ hạt), trong đó các giá trị ứng suất cắt cực đại được đánh giá. Việc nghiền vỡ hạt được quan sát trực quan trên biểu đồ hiển thị của phần mềm và trên màn hình của máy, cho thấy tải tăng lên và đột nhiên rơi xuống sau khi hạt đá bị nghiền vỡ. Dữ liệu được ghi lại trong quá trình nghiền bị bỏ qua và được biểu thị bằng một vòng tròn đứt nét như trong một số hình được trình bày.



a) - Đá ballast sạch b) - Nhiễm bẩn 20%

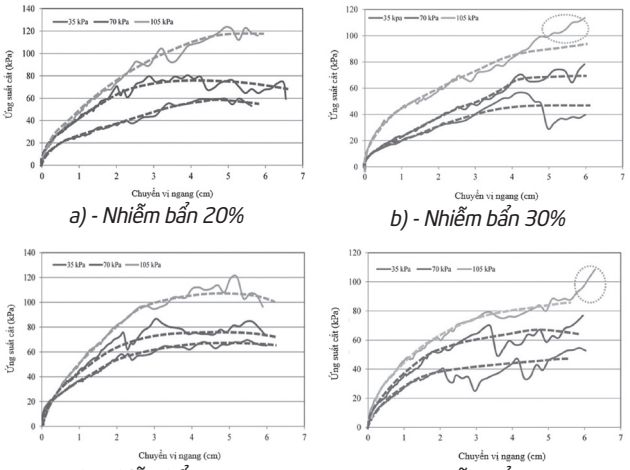
c) - Nhiễm bẩn 30% d) - Nhiễm bẩn 50%

Hình 3.1: Quan hệ giữa ứng suất cắt và chuyển vị ngang trong các trường hợp nền đá có độ nhiễm bẩn khác nhau bởi đá ballast nghiền

Hình 3.1 cho thấy mối quan hệ giữa ứng suất cắt và chuyển vị ngang đối với các tỷ lệ nhiễm bẩn khác nhau với vật liệu bẩn là ballast nghiền. Xu hướng cho thấy, khi tỷ lệ nhiễm bẩn tăng lên làm giảm góc ma sát trong dẫn tới làm suy giảm sức chống cắt giảm của nền đá. Việc nghiền các hạt đá được ghi nhận rõ ràng trong quá trình thử nghiệm và sau thử nghiệm các hạt mịn do ballast bị nghiền cũng đã được quan sát ở đáy hộp nhưng chỉ dưới ứng suất pháp cao.

3.2. Vật liệu gây bẩn là đất sét

Hình 3.2 cho thấy mối quan hệ giữa ứng suất cắt và chuyển vị ngang khi tỷ lệ nhiễm bẩn bởi đất sét tăng lên: 20%, 30%, 40% và 50%, xu hướng tương tự như khi bị nhiễm bẩn bởi ballast nghiền. Tuy nhiên, mẫu bị nhiễm bẩn 40% bởi đất sét được xác định là có độ bền cắt cao hơn mẫu bị nhiễm bẩn 30%. Lý do có thể là khi các lỗ rỗng được lấp đầy một phần bởi các hạt đất sét, chuyển động tự do của các hạt ballast bị hạn chế và sức chống cắt của mẫu có thể tăng tạm thời.



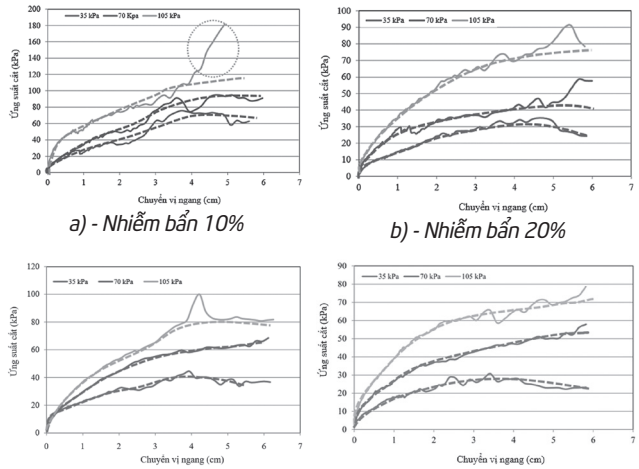
a) - Nhiễm bẩn 20% b) - Nhiễm bẩn 30%

c) - Nhiễm bẩn 40% d) - Nhiễm bẩn 50%

Hình 3.2: Quan hệ giữa ứng suất cắt và chuyển vị ngang trong các trường hợp nền đá có độ nhiễm bẩn khác nhau bởi đất sét

3.3. Vật liệu gây bẩn là than bụi

Hình 3.3 thể hiện kết quả kiểm tra độ bền chống cắt của đá ballast bị nhiễm bẩn bởi than bụi với các tỷ lệ bẩn khác nhau: 10%, 20%, 30%, 40%. Kết quả cho thấy một xu hướng tương tự đó là độ bền của mẫu giảm khi tỷ lệ nhiễm bẩn tăng lên. Ngoài ra, *Hình 3.3* cho thấy độ bền cắt giảm đáng kể đối với các mẫu nhiễm bẩn hơn 10% bởi than bụi.



a) - Nhiễm bẩn 10% b) - Nhiễm bẩn 20%

c) - Nhiễm bẩn 30% d) - Nhiễm bẩn 40%

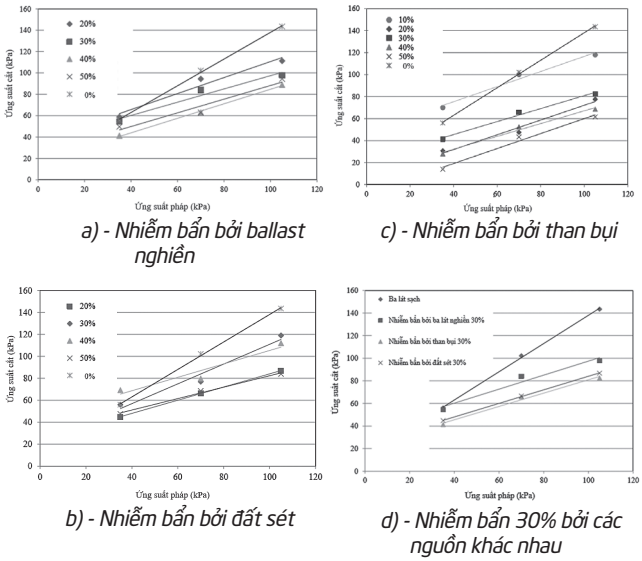
Hình 3.3: Quan hệ giữa ứng suất cắt và chuyển vị ngang trong các trường hợp nền đá có độ nhiễm bẩn khác nhau bởi đất than bụi

3.4. So sánh giữa các nguồn vật liệu gây bẩn: Đá ballast nghiền, đất sét, than bụi

Nhìn chung, các kết quả cho thấy xu hướng tương tự đối với tất cả các vật liệu gây bẩn: Tỷ lệ nhiễm bẩn tăng lên, cường độ chống cắt của nền đá ballast bị nhiễm bẩn giảm xuống. Cường độ chống cắt của nền đá giảm đáng kể khi bị nhiễm bụi than và đất sét.

Hình 3.4a, 3.4b, 3.4c thể hiện đường bao phá hoại của đá ballast bị nhiễm bẩn bởi đá ballast nghiền, đất sét và than bụi ở các mức độ nhiễm bẩn khác nhau.

Hình 3.4d so sánh các đường bao phá hoại đối với đá ballast sạch và ballast bị nhiễm bẩn 30% bởi đá ballast nghiền, đất sét và bụi than. Rõ ràng, nền đá bị nhiễm bẩn bởi bụi than ở mức 30% có độ bền giảm đáng kể so với nền đá sạch và các vật liệu gây bẩn khác.



a) - Nhiễm bẩn bởi ballast nghiền

c) - Nhiễm bẩn bởi than bụi

b) - Nhiễm bẩn bởi đất sét

d) - Nhiễm bẩn 30% bởi các nguồn khác nhau

Hình 3.4: Đường bao phá hoại của ballast sạch và ballast nhiễm bẩn

4. KẾT LUẬN

Độ bẩn của nền đá phụ thuộc vào hệ số rỗng, trọng lượng riêng và thành phần kích cỡ hạt của đá ballast sạch cũng như của các vật liệu gây bẩn... Mức độ nhiễm bẩn và nguồn vật liệu gây bẩn đóng vai trò quyết định tới sức chống cắt của nền đá hay chính là chất lượng làm việc của nền đá ballast, qua đó ảnh hưởng trực tiếp tới chất lượng đường. Việc nghiên cứu ảnh hưởng độ bẩn của nền đá đến ứng suất chống cắt của nền đá ballast đường sắt giúp cho việc đánh giá các chức năng cơ bản của nền đá. Ngoài ra, nó còn giúp cho việc kế hoạch hóa công tác bảo trì đường sắt nói chung, công tác duy tu nền đá nói riêng được chuẩn xác, tiết kiệm.

Đặc tính cường độ chống cắt của nền đá ballast được xác định bằng thử nghiệm cắt trực tiếp (cỡ lớn). Phân tích các kết quả thử nghiệm cho thấy rõ ràng, đối với tất cả các vật liệu gây bẩn khi tỷ lệ nhiễm bẩn tăng lên, cường độ của ballast giảm. Nhìn chung, khi nền đá bị nhiễm bẩn do đất sét và than thì cường độ chống cắt của nền đá giảm đáng kể. Tuy nhiên, trong các thí nghiệm này cũng cần lưu ý đến hiện tượng các lỗ rỗng được lấp đầy một phần vật liệu bẩn sẽ làm cho chuyển động tự do của các hạt ballast bị hạn chế và sức chống cắt của mẫu có thể tăng tạm thời như trong trường hợp mẫu bị nhiễm bẩn 40% bởi đất sét được xác định là có độ bền cắt cao hơn mẫu bị nhiễm bẩn 30%.

Ở Việt Nam hiện chưa có những nghiên cứu hay đánh giá đúng mức về ảnh hưởng của độ bẩn của nền đá đối với ứng suất chống cắt của nền đá mà bản chất là an toàn chạy tàu, đồng thời cũng chưa có quy trình kiểm tra, đánh giá ứng suất chống cắt của nền đá trong giai đoạn khai thác. Vì vậy, trong quá trình duy tu sàng đá, để đánh giá tỷ lệ đá tận dụng chỉ dựa trên sự phân tích về cỡ hạt mà chưa xét tới chỉ tiêu làm việc cụ thể của nền đá như ứng suất chống cắt, tốc độ thoát nước... dẫn tới đôi khi những viên đá đủ kích thước nhưng lại bị tròn cạnh cũng sẽ không đáp ứng được yêu cầu về sức chống cắt, đặc biệt là khi chúng bị tái nhiễm bẩn.

Tài liệu tham khảo

[1]. Giannakos, K. (2010*), Loads on track, ballast fouling and life cycle under dynamic loading in railways*, Jl. of Transport Engineering ASCE 136(12), 1075-1084. M2.

[2]. Huang, H., Tutumluer, E. and Dombrow, W. (2009), *Laboratory characterization of fouled railroad ballast behavior*, Transportation Research Record, 2117, 93-101, M1.

[3]. Janardhanam, R. and Desai, C.S. (1983), *Three-dimensional testing and modeling of ballast*, Journal of Geotechnical Engineering, 109(6): 783-796.

[4]. Mai Tiến Chinh (2020), *Phân tích các phương pháp đánh giá mức độ nhiễm bẩn của nền đá ballast đường sắt*, Tạp chí GTVT, số tháng 7, tr.65-68.

[5]. Nimbalkar, S., Indraratna, B., Rujikiatkamjorn, C. and Martin, M. (2012), *Effect of coal fines on the shear strength and deformation characteristics of ballast*, Proc. 11th Australia New Zealand Conference on Geomechanics, Melbourne, Australia. pp.451-456, M3.

[6]. Robert Parsons, Jie Han, Thomas E. Glavinich, AJ Rahman (2014), *Permeability, Resistivity and Strength of Fouled Railroad Ballast*, Final Report WBS:25-1121-0003-148, University of Kansas.

[7]. Selig E.T., Waters J.M. (1994), *Track geotechnology and substructure management, London*, American Society of Civil Engineers, Thomas Telford.

[8]. Tennakoon, N., Indraratna, B., Rujikiatkamjorn, C., Nimbalkar, S. & Neville, T. (2012), *The role of ballast fouling characteristics on the drainage capacity of rail substructure*, Geotechnical Testing Journal, 35 (4), 1-4.

Ngày nhận bài: 19/9/2023
Ngày chấp nhận đăng: 04/10/2023
Người phản biện: PGS. TS. Nguyễn Hữu Thiện
TS. Trần Anh Dũng

Giải pháp thi công kết cấu cầu cạn khung thép trong điều kiện địa hình phức tạp cho đường miền núi

■ **TS. NGUYỄN CẢNH TUẤN(*); PGS. TS. ĐẶNG ĐĂNG TÙNG**
Trường Đại học Bách khoa - Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh
■ **TS. Hisaya KAMURA**
JFE Civil Engineering and Construction Corporation
■ **Yasuyuki KURIHARA**
JFE Steel Corporation
Email: (*)ctnguyen@hcmut.edu.vn

TÓM TẮT: Kết cấu cầu cạn khung thép là một giải pháp bền vững có thể áp dụng cho hạ tầng giao thông khu vực miền núi. Từ giải pháp thiết kế đã được đề xuất trong nghiên cứu trước đó, bài báo sẽ giới thiệu tổng quan về quy trình và các giải pháp thi công kết cấu cầu cạn khung thép. Phương pháp thi công tuần tự được đề xuất và cho thấy tính hiệu quả và không bị ảnh hưởng bởi điều kiện địa hình tại vị trí công trình. Giải pháp khoan cọc trong nền đá bằng mũi khoan búa kết hợp khí nén cũng đã được đề xuất. Ngoài ra, bài báo cũng trình bày giải pháp xử lý sai lệch tim cọc và tim nút khung bằng liên kết đỉnh cọc dạng đĩa thép hoặc double pipe. Khả năng chịu lực của các dạng liên kết đã được kiểm chứng bằng thí nghiệm nén dọc trục và uốn trước khi ứng dụng thực tế.

TỪ KHÓA: Cầu cạn khung thép, thép chịu thời tiết, trụ ống thép, đường miền núi, thi công tuần tự.

ABSTRACT: Steel frame viaduct structure is a sustainable solution that can be applied to mountainous highways. From the design solution proposed in previous research, this article will introduce an overview of the process and solutions for constructing steel frame viaduct structures. The successive construction method is proposed and shown to be effective and not affected by terrain conditions at the construction site. The solution of drilling piles in rock foundation using a hammer drill combined with compressed air has also been proposed. In addition, the article also presents a solution for controlling misalignment of the pile center and steel frame joint centers by connecting the pile top with a steel pad or double pipe. The bearing capacity of the proposed connection types has been verified by axial compression and bending tests before practical application.

KEYWORDS: Steel frame viaduct, weathering steel, steel pipe columns, mountainous highway, successive construction method.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhu cầu phát triển và nâng cấp hạ tầng giao thông khu vực miền núi và trung du ở Việt Nam là rất lớn nhằm kết nối giao thông và tạo điều kiện để phát triển kinh tế các địa phương. Kết cấu cầu cạn khung thép là một giải pháp bền vững so với các giải pháp đào và đắp truyền thống. Giải pháp này không làm thay đổi địa hình tự nhiên và tác động đến môi trường dọc theo công trình. Giải pháp cầu cạn khung thép đã được sử dụng rất hiệu quả tại các nước phát triển nhằm đáp ứng nhu cầu phát triển các tuyến đường qua khu vực miền núi hoặc sửa chữa, nâng cấp các đoạn đường bị trượt lở do tai biến địa chất. Giải pháp kết cấu này đã được phát triển và áp dụng rộng rãi ở Nhật Bản từ những năm 2000 trong việc khắc phục sự cố công trình đường miền núi bị sạt lở do tai biến địa chất với khoảng 545 dự án và tổng chiều dài đã xây dựng lên đến 28 km [1, 2]. *Hình 1.1* giới thiệu giải pháp mở rộng và nâng cấp đường giao thông khu vực miền núi có địa hình khó khăn sử dụng kết cấu cầu khung thép. Các hạng mục kết cấu chính bao gồm hệ dầm thép và hệ trụ ống thép được ngàm sâu vào tầng chịu lực làm việc như móng cọc ống thép. Hệ dầm thép được gia công tại nhà máy và lắp dựng tại công trường. Sàn bê tông, lớp phủ và các tiện ích sẽ được thi công sau khi hoàn thành lắp dựng kết cấu thép.

Hình 1.1: Giải pháp bền vững phát triển hạ tầng giao thông miền núi

Trong nghiên cứu trước, các tác giả đã giới thiệu về quy trình thiết kế, các cơ sở pháp lý và các giải pháp kết cấu [3]. Nghiên cứu này sẽ giới thiệu về công nghệ thi công áp dụng cho kết cấu cầu cạn khung thép trên địa hình miền núi. Biện pháp thi công tuần tự được áp dụng với ưu điểm

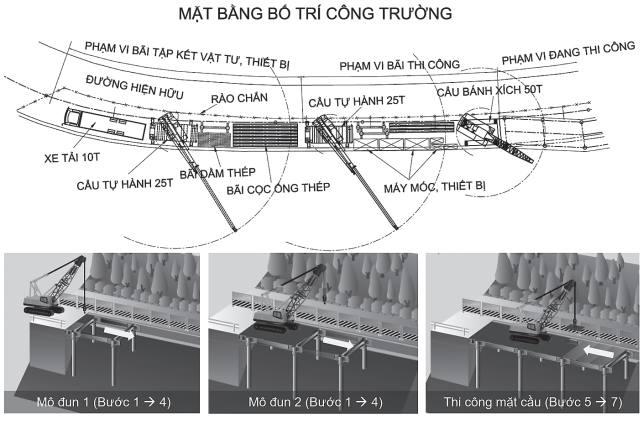
có thể đảm bảo khai thác giao thông của đường hiện hữu trong quá trình thi công. Giải pháp thi công cọc ống thép sử dụng mũi khoan đập kết hợp khí nén được đề xuất cho trường hợp khoan vào nền đá. Các giải pháp kết cấu nhằm xử lý các sai lệch trong quá trình thi công giữa cọc ống thép và phần kết cấu thép bên trên cũng được giới thiệu trong nghiên cứu này.

2. GIẢI PHÁP THI CÔNG KẾT CẤU CẦU KHUNG THÉP

Kết cấu cầu cạn khung thép được thi công và nghiệm thu theo quy định của tiêu chuẩn thi công cầu TCVN 12885:2020 [4], bao gồm kết cấu bê tông, kết cấu thép, thi công cọc thép và các công trình phụ trợ. Bài báo sẽ tập trung giới thiệu về cách thức tổ chức mặt bằng công trường theo phương pháp thi công tuần tự, biện pháp thi công cọc ống thép, thi công hạng mục mặt cầu bê tông cốt thép và giới thiệu giải pháp liên kết cọc ống thép và hệ dầm thép.

2.1. Tổ chức mặt bằng công trường

Trong điều kiện địa hình khó khăn, giải pháp tổ chức thi công tuần tự đối với kết cấu cầu cạn khung thép sẽ có tính khả thi và hiệu quả. Giải pháp thi công này sẽ tận dụng phân đoạn đã thi công làm kết cấu phụ trợ để thi công các phân đoạn tiếp theo. Trong trường hợp mở rộng đường thì đây là một giải pháp để đảm bảo giao thông của phần đường hiện hữu không bị ảnh hưởng. *Hình 2.1* mô tả thiết kế tổ chức mặt bằng công trường với 3 phạm vi bố trí trang thiết bị và vật tư thi công. Đây là một dạng mặt bằng công trường động, thay đổi theo tiến độ thi công.



Hình 2.1: Biện pháp thi công tuần tự cho cầu cạn khung thép

Trình tự thi công kết cấu cầu khung thép bao gồm các bước như sau:

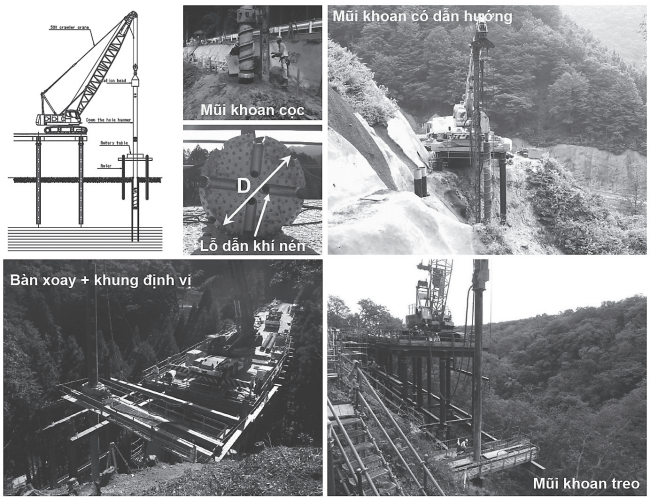
- Bước 1: Công tác chuẩn bị mặt bằng thi công và định vị tim cọc.
- Bước 2: Thi công khoan và hạ cọc ống thép.
- Bước 3: Lắp đặt khối liên kết đỉnh cọc và lắp dựng hệ dầm thép.
- Bước 4: Lắp đặt hệ sàn đạo thi công trên hệ dầm thép đã hoàn thiện.
- Bước 5: Lắp đặt ván khuôn và thi công bản mặt cầu bê tông cốt thép.
- Bước 6: Thi công lớp phủ và các tiện ích.
- Bước 7: Hoàn thiện và đưa vào khai thác.

Một chu trình thi công tuần tự bao gồm từ Bước 1 đến Bước 4 và được thực hiện cho đến khi hoàn thành thi công phần cọc ống thép và lắp dựng hoàn thiện hệ dầm thép. Bước 5, 6 và 7 sẽ được thực hiện tuần tự theo hướng thi công ngược lại (*Hình 2.1*). Thời gian thi công dự kiến khoảng 7 ngày đối với cọc ngắn và 14 ngày đối với cọc dài.

2.2. Thi công cọc ống thép

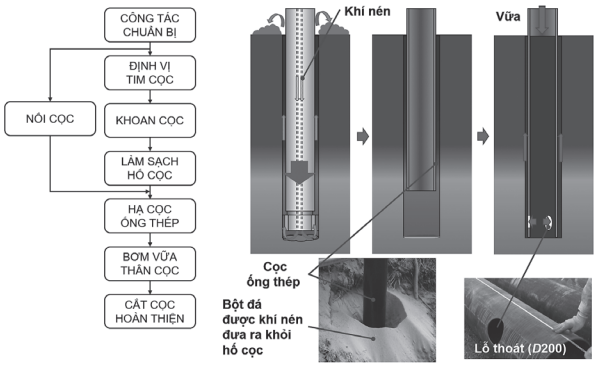
Cọc ống thép được thi công theo phương pháp khoan và hạ cọc tương tự như giải pháp cọc khoan nhồi, đồng thời tuân thủ Tiêu chuẩn TCVN 10317:2014 về thi công và nghiệm thu cọc ống thép sử dụng trong công trình cầu [5]. Biện pháp thi công cọc cần được xem xét dựa vào hồ sơ thiết kế và điều kiện thực tế tại vị trí công trình như địa hình, địa chất. Trong điều kiện địa chất thuận lợi có thể sử dụng các mũi khoan xoắn cho các lớp đất sét hoặc cát chặt. Với điều kiện địa chất tại các khu vực miền núi có các lớp đá, phương pháp khoan nhồi với loại mũi khoan đập kết hợp thổi khí nén (Down-The-Hole Hammer) sẽ được sử dụng để khoan sâu vào tầng đá để đảm bảo đạt chiều dài cọc theo thiết kế.

Định vị và kiểm soát tọa độ của tim cọc trong quá trình thi công theo đúng hồ sơ thiết kế là công tác trọng yếu để đảm bảo độ chính xác khi lắp dựng hệ dầm thép. Độ lệch tim cọc tối đa cho phép là ¼ đường kính cọc và không vượt quá 100 mm với độ nghiêng không quá 1% theo quy định của Bảng 10 của Tiêu chuẩn TCVN 10317:2014 [5]. *Hình 2.2* giới thiệu phương pháp thi công cọc ống thép sử dụng mũi khoan Down-The-Hole Hammer với các trường hợp có dẫn hướng, sử dụng bàn xoay và treo. Đường kính mũi khoan, D sẽ có kích thước lớn hơn 100 mm so với đường kính cọc ống thép.



Hình 2.2: Biện pháp thi công cọc ống thép sử dụng Down-The-Hole Hammer

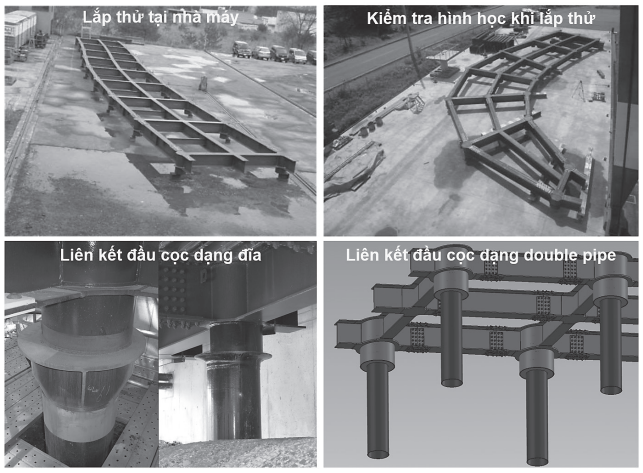
Trình tự thi công khoan và hạ cọc được thực hiện tương tự như biện pháp thi công cọc khoan nhồi bao gồm từ công tác định vị, khoan, hạ cọc ống thép và bơm vữa phần thân cọc trong đất nền. *Hình 2.3* mô tả qui trình thi công cọc ống thép và giải pháp khoan trong nền đá sử dụng mũi khoan đập kết hợp khí nén. Trong quá trình khoan, các mùn khoan sẽ được khí nén thổi và đưa lên phía trên miệng hố khoan. Sau khi hạ cọc ống thép, vữa bê tông tự chèn sẽ được bơm vào thân cọc cho đến khi dâng lên và phủ hết phần thân cọc trong đất nền.



Hình 2.3: Trình tự thi công khoan và hạ cọc ống thép

2.3. Lắp dựng hệ dầm thép

Công tác lắp thử tại nhà máy cần phải được thực hiện để xử lý các sai số hình học giữa hệ dầm thép sau khi gia công nhằm đảm bảo sự chính xác khi liên kết với các cọc ống thép tại công trường (*Hình 2.4*). Hệ dầm thép bao gồm dầm chính, các mô-đun dầm ngang sẽ được lắp thử, kiểm tra và nghiệm thu tại nhà máy gia công theo yêu cầu kỹ thuật chung về chế tạo, lắp ráp và nghiệm thu đáp ứng Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 10307:2014 [6]. Các cấu kiện cần được đánh dấu theo sơ đồ lắp dựng và được đóng gói để vận chuyển đến công trường. Trong quá trình vận chuyển, cần lưu ý tránh làm hư hại, biến dạng kết cấu.

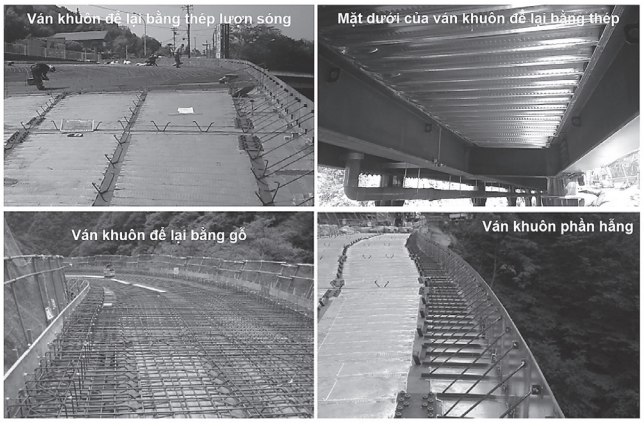


Hình 2.4: Công tác lắp thử hệ dầm thép tại nhà máy

Sau khi hoàn thành thi công cọc ống thép, hệ dầm thép sẽ được lắp dựng theo trình tự và sơ đồ lắp ráp đã được thiết kế. Công tác định vị luôn giữ vai trò trọng yếu để đảm bảo toàn bộ hệ dầm thép được lắp ráp chính xác tại công trường. Sai số hình học giữa hệ dầm thép và tim cọc ống thép sẽ được xử lý bằng khối liên kết đỉnh cọc. *Hình 2.4* mô tả cấu tạo 2 giải pháp liên kết tại đỉnh cọc để khử độ lệch giữa tim cọc và tim nút khung thép bên trên với sai số lớn nhất cho phép là 100 mm. Hệ dầm thép phải luôn được lắp dựng chính xác để đảm bảo kết cấu mặt cầu được thi công đúng theo hồ sơ thiết kế. Nghiên cứu này giới thiệu 2 giải pháp đã được nghiên cứu và ứng dụng thành công bao gồm giải pháp liên kết sử dụng khối đỉnh cọc bằng đĩa thép và liên kết double pipe kết hợp bơm vữa bê tông. Với liên kết dạng đĩa thép, liên kết hàn ngấu toàn bề dày ống thép tại hiện trường sẽ được sử dụng cho khối đỉnh cọc. Trong trường hợp này, công tác hàn cần được chú trọng kiểm soát để đảm bảo chất lượng mối hàn nhằm tránh phát sinh khuyết tật làm giảm khả năng chịu mỏi của kết cấu theo đúng quy định của tiêu chuẩn hàn cầu thép TCVN 10309:2014 [7]. Để loại bỏ việc sử dụng đường hàn tại công trường và đảm bảo độ cứng của liên kết nút khung, giải pháp liên kết double pipe kết hợp bơm vữa đã được đề xuất. Với giải pháp này, quy trình bơm vữa và công tác đảm bảo chất lượng đối với vữa bơm cần được thực hiện theo qui trình thi công nghiệm thu. Trước khi bơm vữa lấp liên kết đầu cọc, bề mặt kết cấu thép cần phải được vệ sinh và làm sạch. Các mô-đun dầm chính sẽ được lắp dựng bằng các liên kết bu-lông cường độ cao. Công tác thi công và nghiệm thu sẽ được thực hiện theo quy định của Tiêu chuẩn TCVN 10567:2017 [8].

2.4. Thi công bản mặt cầu và các hạng mục khác

Thi công và kiểm soát chất lượng hạng mục mặt cầu bê tông cốt thép được thực hiện theo hướng dẫn tại Phần 8 của Tiêu chuẩn thi công cầu đường bộ TCVN 12885:2020 [4]. Công tác ván khuôn thi công mặt cầu bê tông được thực hiện theo hướng dẫn của Phần 3, Mục 6 của Tiêu chuẩn TCVN 12885:2020 [4]. Ván khuôn gỗ hoặc thép có thể áp dụng trong thi công hạng mục mặt cầu bê tông. Loại ván khuôn để lại bằng thép lượn sóng được khuyến cáo sử dụng trong trường hợp địa hình khó khăn để loại bỏ công tác lắp đặt và tháo dỡ hệ đà giáo và tối ưu thời gian thi công. *Hình 2.5* mô tả loại ván khuôn thép để lại và ván khuôn gỗ được sử dụng trong thi công mặt cầu ở một dự án tương tự.



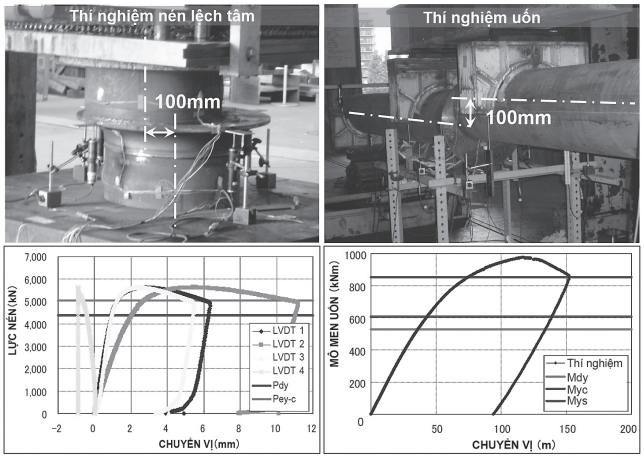
Hình 2.5: Giải pháp ván khuôn sàn cho thi công mặt cầu

3. GIẢI PHÁP XỬ LÝ LỆCH TÂM CỌC THÉP KHI THI CÔNG

3.1. Liên kết khối đỉnh cọc dạng đĩa thép

Giải pháp sử dụng liên kết khối đỉnh cọc dạng đĩa thép có thể cho phép sự lệch tâm giữa trục tim cọc thép bên dưới và trục tim nút khung bên trên với độ lệch tối đa theo tiêu chuẩn cho phép là 100 mm. *Hình 3.1* mô tả thí nghiệm nén và thí nghiệm uốn của giải pháp liên kết để đánh giá khả năng chịu nén dọc trục và khả năng chịu uốn của liên kết. Kết quả thí nghiệm cho thấy giải pháp liên kết này đều đáp ứng được sức kháng nén và sức kháng uốn theo yêu cầu thiết kế. Ưu điểm của giải pháp này là thi công nhanh,

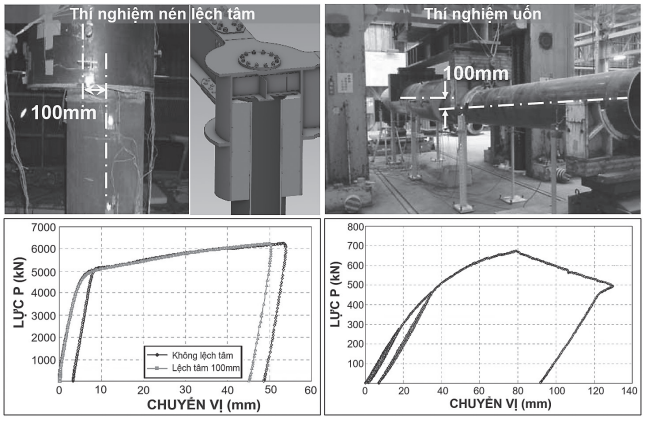
liên kết đỉnh cọc có thể làm việc ngay sau khi hoàn thành. Tuy nhiên, với việc sử dụng đường hàn tại hiện trường nên giải pháp này đòi hỏi công tác hàn cần được kiểm soát để đảm bảo chất lượng đường hàn.



Hình 3.1: Thí nghiệm kiểm tra sức kháng của liên kết lệch tâm sử dụng đường hàn

3.2. Liên kết khối đỉnh cọc dạng double pipe

Cấu tạo liên kết của giải pháp double pipe bao gồm một phần ống thép có đường kính lớn hơn chụp lên phần đỉnh cọc ống thép để đảm bảo khử được sự lệch tâm giữa cọc ống thép và phần nút khung bên trên. Các thí nghiệm cũng đã được triển khai để đánh giá khả năng chịu lực dọc trục và khả năng chịu uốn của giải pháp liên kết này. *Hình 3.2* cho thấy không có sự khác biệt về khả năng chịu nén và chịu uốn giữa trường hợp lệch tâm và đúng tâm. Giải pháp này có ưu điểm là loại bỏ được liên kết hàn tại hiện trường, đảm bảo độ dẻo dai và khả năng chịu mỏi của liên kết đỉnh cọc. Tuy nhiên, giải pháp cũng có một số nhược điểm, đó là cấu tạo khối đầu cọc phức tạp, phát sinh chi phí gia công và công tác bơm vữa lấp phần đỉnh cọc sẽ kéo dài thời gian thi công để vữa chèn đạt cường độ.



Hình 3.2: Thí nghiệm kiểm tra sức kháng của liên kết lệch tâm sử dụng double pipe

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết cấu cầu cạn khung thép là một giải pháp bền vững và áp dụng hiệu quả để phát triển hạ tầng giao thông khu vực miền núi, đặc biệt là các khu vực có địa hình khó khăn không thể sử dụng các phương pháp xây dựng truyền thống. Cùng với giải pháp thiết kế đã được đề xuất, nghiên cứu này giới thiệu tổng quan về quy trình và các giải pháp thi công kết cấu cầu cạn khung thép bao gồm cọc ống thép, liên kết đỉnh cọc và hệ dầm thép. Phương pháp thi công tuần tự được đề xuất và cho thấy tính hiệu quả và không phụ thuộc vào điều kiện địa hình tại vị trí công trình. Giải pháp khoan cọc trong nền đá bằng mũi khoan búa kết hợp khí nén (Down The Hole Hammer) cũng đã được giới thiệu. Nhóm tác giả cũng trình bày công tác lắp dựng hệ dầm thép và giải pháp khử sai lệch tim cọc và tim nút khung bằng liên kết đỉnh cọc dạng đĩa thép và double pipe. Khả năng chịu lực của các dạng liên kết đã được kiểm chứng bằng thí nghiệm nén dọc trục và uốn trước khi ứng dụng thực tế. Kết cấu cầu cạn khung thép có cấu tạo tương tự như các kết cấu khung thép thông thường và có thể áp dụng các tiêu chuẩn hiện hành cho các công tác thiết kế, gia công, thi công và nghiệm thu. Nhóm tác giả đang từng bước nghiên cứu để có thể triển khai áp dụng rộng rãi như là một giải pháp bền vững, hiệu quả thay thế cho các giải pháp khác trong điều kiện Việt Nam.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu được tài trợ bởi Tập đoàn Thép JFE Steel và Công ty JFE Civil Engineering & Construction (Nhật Bản), trong khuôn khổ hợp tác với Trường Đại học Bách khoa - Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.

Tài liệu tham khảo

[1]. Kobayashi Hideyuki, Yonezawa Hiroshi, Hiwatashi Kazuya, Nakaji Takao (2005), *Metal Road Method - Diversification of Coverage and High Resistivity against Natural Disaster*, JFE Technical Report 10.

[2]. Metal Road Construction Method Association (2009), *Metal Road Method - Design and construction manual*, JFE Civil Engineering and Construction Corporation.

[3]. Nguyễn Cảnh Tuấn, Đặng Đăng Tùng, Hisaya Kamura, Yasuyuki Kurihara (2023), *Giải pháp thiết kế kết cấu cầu cạn khung thép cho đường miền núi*, Tạp chí GTVT, số 10.

[4]. TCVN 12885:2020 (2020), *Tiêu chuẩn thi công cầu đường bộ*, Bộ Khoa học và Công nghệ.

[5]. TCVN 10317:2014 (2014), *Cọc ống thép và cọc ván ống thép sử dụng trong xây dựng công trình cầu - thi công và nghiệm thu*, Bộ Khoa học và Công nghệ.

[6]. TCVN 10307:2014 (2014), *Kết cấu cầu thép - Yêu cầu kỹ thuật chung về chế tạo, lắp ráp và nghiệm thu*, Bộ Khoa học và Công nghệ.

[7]. TCVN 10309:2014 (2014), *Hàn cầu thép - Quy định kỹ thuật*, Bộ Khoa học và Công nghệ.

[8]. TCVN 10567:2017 (2017), *Dầm cầu thép - Liên kết bằng bu lông cường độ cao - Thi công và nghiệm thu*, Bộ Khoa học và Công nghệ.

Ngày nhận bài: 14/10/2023
Ngày chấp nhận đăng: 28/10/2023
Người phản biện: TS. Lê Bá Khánh
TS. Huỳnh Ngọc Thi

Phân bổ nhiệm vụ cho bài toán định tuyến phương tiện với năng lực vận tải hạn chế

■ **KS. PHẠM ANH QUÂN; PGS. TS. MẠC THỊ THOA**(*)
Trường Cơ khí (Đại học Bách khoa Hà Nội)
Email: (*)thoa.macthi@hust.edu.vn

TÓM TẮT: Mục đích của bài toán định tuyến phương tiện với năng lực vận tải hạn chế là tìm ra một tập hợp các tuyến đường tối ưu cho nhóm các phương tiện có ràng buộc về sức chứa, xuất phát từ cùng một kho và phục vụ cho một nhóm khách hàng phân bổ về mặt địa lý, sao cho tổng quãng đường di chuyển là nhỏ nhất. Bài báo đề xuất một chiến lược phân bổ nhiệm vụ dựa trên một máy chủ, nhằm tự động đưa ra các quyết định về việc phân chia nhiệm vụ và lập kế hoạch đường đi tối ưu cho các nhóm phương tiện vận tải, dựa trên các yếu tố như khoảng cách, khối lượng tải, độ ưu tiên và tình hình môi trường. Bài báo cũng đưa ra các thử nghiệm và mô phỏng để đánh giá hiệu quả của phương pháp đề xuất. Kết quả đã chứng minh sự hiệu quả và khả năng ứng dụng thực tế của hệ thống trong việc tối ưu hóa chi phí vận tải và phân phối hàng hóa từ kho chứa đến các địa chỉ.

TỪ KHÓA: Vấn đề định tuyến phương tiện có năng lực, phân bổ nhiệm vụ, tối ưu.

ABSTRACT: The purpose of the vehicle routing problem with limited transport capacity is to find a set of optimal routes for a group of vehicles with capacity constraints, originating from the same warehouse and serving for a geographically distributed group of customers, so that the total distance traveled is minimal. This paper proposes a task allocation strategy based on a server, to automatically make decisions on task allocation and optimal path planning for groups of vehicles, based on factors such as distance, load volume, priority and environmental situation. The article also provides experiments and simulations to evaluate the effectiveness of the proposed method. The results have demonstrated the effectiveness and practical applicability of the system in optimizing transportation costs and distributing goods from warehouses to addresses.

KEYWORDS: Problem of routing capable vehicles, task allocation, optimization.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm trở lại đây, đặc biệt là sau thời gian xảy ra đại dịch Covid-19, thương mại điện tử đã phát triển mạnh. Chi phí vận chuyển từ nhà cung cấp tới khách hàng đã giảm mạnh, khiến việc mua hàng trực tuyến từ khắp nơi trên thế giới trở nên dễ dàng. Trong đó, lĩnh vực phân phối và giao hàng đang đóng vai trò quan trọng trong quản lý chuỗi cung ứng và vận chuyển. Việc giải quyết các vấn đề vận tải trong thời gian chấp nhận được với một chi phí tối ưu đã trở thành chìa khóa then chốt trong lĩnh vực phân phối hiện đại. Do đó, bài toán "Vấn đề định tuyến phương tiện" - Vehicle Routing Problem (VRP) ngày nay càng được quan tâm nghiên cứu và phát triển. Ở dạng cơ bản, VRP trả lời câu hỏi "Tập hợp các tuyến đường tối ưu cho một nhóm phương tiện/đội xe/phương thức vận tải di chuyển để giao hàng cho một nhóm khách hàng nhất định là gì?" Đây là một bài toán tối ưu hóa số nguyên tổ hợp [1]. Nó là tổng quát hóa của bài toán "Người bán hàng du lịch" - Travelling salesman problem (TSP). Mục tiêu của VRP nói chung là giảm thiểu chi phí tuyến đường. Các hàm mục tiêu có thể khác nhau tùy theo các biến thể và ứng dụng cụ thể. Trong đó, các mục tiêu phổ biến nhất là [2]: (i) Để giảm thiểu tất cả chi phí vận chuyển liên quan đến vấn đề vận tải như khoảng cách di chuyển; (ii) giảm thiểu số lượng phương tiện vận tải cần thiết để đi đến tất cả các điểm giao hàng; (iii) giảm thiểu tình trạng quá tải khi nhiệm vụ vận chuyển vượt quá thời gian di chuyển ước tính hoặc tải trọng xe.

Một trong những biến thể được ứng dụng phổ biến của VRP là bài toán định tuyến phương tiện với năng lực vận tải hạn chế - The capacitated vehicle routing problem (CVRP), trong đó các phương tiện có sức chứa bị giới hạn. Bài toán CVRP được định nghĩa như sau: Cho một tập hợp gồm p xe giống nhau có cùng chứa tối đa Q, xuất phát từ một kho để phục vụ cho một nhóm gồm n khách hàng, với mỗi khách hàng đòi hỏi cung cấp một lượng hàng nhất định. Các ràng buộc của CVRP bao gồm: (i) mỗi tuyến đường phải bắt đầu và kết thúc tại kho; (ii) mỗi khách hàng chỉ được ghé thăm đúng một lần bởi một phương tiện; (iii) tổng nhu cầu trên mỗi tuyến đường không vượt quá sức chứa của một phương tiện.

CVRP được biết đến là một vấn đề khó [3], các phương pháp tiếp cận giải bài toán có thể chia làm hai loại chính [4]: Các phương pháp chính xác và các phương pháp gần đúng. Phần cách tiếp cận chính xác thường được phát triển từ thuật toán giải chính xác cho TSP bao gồm: Phương pháp nhánh và cắt [5] hay phương pháp phân vùng tổ hợp kết hợp điều kiện cắt [6]. Một số giải thuật dựa trên kinh nghiệm bao gồm [7, 8]. Nghiên cứu này đề xuất phương pháp phân bổ nhiệm vụ cho bài toán định tuyến phương

tiện với năng lực vận tải hạn chế cho bài toán CVRP với kết quả có sai lệch nhỏ và thời gian thực thi ngắn.

Bố cục bài báo được trình bày như sau: Phần 2 mô hình hóa bài toán dưới dạng một bài toán tối ưu gồm có các hàm mục tiêu và các ràng buộc. Phần 3 trình bày phương pháp đề xuất cho bài toán phân bổ nhiệm vụ định tuyến phương tiện với năng lực vận tải hạn chế. Phần 4 trình bày kết quả và thảo luận. Phần 5 tổng kết lại những đóng góp của bài toán và phương hướng phát triển nghiên cứu.

2. MÔ HÌNH TOÁN HỌC CỦA BÀI TOÁN CVRP

Cho đồ thị hoàn chỉnh $G=(V,H,c)$, trong đó $V=\{0,1,2,\ldots,n\}$ là một tập hợp các đỉnh và $H=\{(i,j):i,j\in V, i\neq j\}$ là tập hợp các cạnh. Ở đây, nút 0 sẽ đại diện cho vị trí kho hàng và các nút còn lại tương ứng với vị trí các điểm giao hàng (các khách hàng) phân tán trên bản đồ. Gọi p là số xe tại nút 0 và chúng có cùng giới hạn vận chuyển là Q. Mỗi khách hàng $i \in V\backslash\{0\}$ sẽ đòi hỏi một nhu cầu vận chuyển $d_i \leq Q$.

Tương ứng với mỗi cạnh $(i,j) \in H$ là một giá trị không âm c_{ij} đại diện cho chi phí di chuyển giữa hai nút. Tạo ma trận chi phí C là một ma trận đối xứng, thỏa mãn $c_{ij} = c_{ji}$ với mọi $i,j \in V, i\neq j$ và thỏa mãn bất đẳng thức tam giác $c_{ij} + c_{ji} \geq c_{ik}$ với mọi $i,j,k \in V$ [9]. Mô hình toán học CVRP [10] được biểu diễn dưới dạng quy hoạch số nguyên từ (1) đến (7):

Hàm mục tiêu của bài toán:

$$min \sum_{r=1}^{p} \sum_{i=0}^{n} \sum_{j=0, i\neq j}^{n} c_{ij} x_{ij}^{r} \quad (1)$$

Với các ràng buộc:

$$\sum_{r=1}^{p} \sum_{i=0, i\neq j}^{n} x_{ij}^{r} = 1 \quad \forall j \in \{1,\ldots,n\} \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{0j}^{r} = 1 \quad \forall r \in \{1,\ldots,p\} \quad (3)$$

$$\sum_{i=0, i\neq j}^{n} x_{ij}^{r} = \sum_{i=0}^{n} x_{ji}^{r} \quad \forall j \in \{0,\ldots,n\}, \forall r \in \{1,\ldots,p\} \quad (4)$$

$$\sum_{i=0}^{n} \sum_{j=1, i\neq j}^{n} d_j x_{ji}^{r} \leq Q \quad \forall r \in \{1,\ldots,p\} \quad (5)$$

$$\sum_{r=1}^{p} \sum_{i\in S} \sum_{j\in S, i\neq j} x_{ij}^{r} \leq |S| - 1 \quad \forall S \subseteq \{1,2,\ldots,n\}, |S| \geq 2 \quad (6)$$

$$x_{ij}^{r} \in \{0,1\} \quad \forall r \in \{1,\ldots,p\}, \forall i,j \in V, i \neq j \quad (7)$$

Hàm mục tiêu (1) dùng để tối thiểu tổng khoảng cách di chuyển của đội phương tiện. Ràng buộc (2) đảm bảo mỗi khách hàng chỉ được ghé thăm duy nhất một lần bởi một phương tiện. Hai rằng buộc về luồng bao gồm: Ràng buộc (3) đảm bảo mọi phương tiện đều xuất phát từ kho, trong khi đó ràng buộc (4) đảm bảo số lượng phương tiện sau khi đến thăm các khách hàng và quay lại trở lại kho bằng đúng số phương tiện rời kho. Với ràng buộc (5), tổng nhu cầu vận chuyển trên mỗi tuyến đường không được vượt quá sức chứa tối đa của mỗi xe. Ràng buộc (6) đảm bảo không có chuyến thăm quan phụ dựa theo công thức của Dantzig-Fulkerson-Johnson (tức là tổng số đường đi của tất cả các xe trong tập con S không được vượt quá số đỉnh có trong tập S trừ đi 1 đơn vị). Mặt khác, ở biểu thức (7) biến quyết định x_{ij}^{r} có giá trị bằng 1 nếu xe thứ r∈{1,...,p} di chuyển tới vị trí giao hàng tiếp theo j ngay sau khi hoàn thành việc giao hàng tại nút i và bằng 0 trong các trường hợp còn lại.

Do đó, số lượng phương tiện tối thiểu để đáp ứng nhu cầu vận chuyển của tập khách hàng trên là:

$$p_{min} = \left\lceil \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{Q} \right\rceil \quad (8)$$

3. PHƯƠNG PHÁP ĐỀ XUẤT PHÂN BỔ NHIỆM VỤ KẾT HỢP VỚI LẬP KẾ HOẠCH ĐƯỜNG ĐI CHO PHƯƠNG TIỆN VỚI NĂNG LỰC HẠN CHẾ

Để giải quyết nhiều đơn vận chuyển cùng lúc, Phần 3 của bài báo trình bày một chiến lược phân bổ nhiệm vụ dựa trên cơ chế hàng đợi để giải quyết một tập hợp các nhiệm vụ vận chuyển được lên lịch từ trước hoặc được khởi tạo tức thời.

Điều kiện ban đầu: Giả thiết rằng ban đầu ở kho có p xe giống nhau với sức chứa tối đa Q. Quy ước, mỗi nhiệm vụ vận chuyển là tập hợp gồm n các điểm đích (vị trí các khách hàng) mà đội xe cần đến, tương ứng mỗi điểm đích sẽ có một nhu cầu cần lấy d_i hàng hóa cần lấy từ kho (với i∈{1,..,n}))... Gọi S là danh sách lưu trữ trạng thái hiện tại của mỗi xe. Nếu $s_r = 1$ tức là xe thứ r∈{1,...,p} đang thực hiện nhiệm vụ và ngược lại như trong phương trình (9). Đặt p'≤p là số lượng các phương tiện đang trống. Mỗi phương tiện chỉ có thể nhận một nhiệm vụ vận chuyển tại một thời điểm, sau khi hoàn thành nhiệm vụ hiện tại mới được thực hiện nhiệm vụ tiếp theo.

$$s_r \in \{0,1\} \quad \forall r \in \{1,..,p\} \quad (9)$$

Bài toán phân bổ nhiệm vụ sẽ được giải quyết dựa trên cơ chế hàng đợi, chia thành hai loại hàng đợi chính và hàng đợi tồn đọng. Một nhiệm vụ mới sẽ được đẩy vào hàng đợi chính, khi đến thời điểm thực hiện nhiệm vụ, máy chủ sẽ lấy lần lượt các nhiệm vụ và xử lý dựa theo các trường hợp sau *(Hình 3.1)*:

- Trường hợp 1: Nhiệm vụ có tổng nhu cầu vận chuyển nhỏ hơn sức chứa tối đa của mỗi xe (nhiệm vụ dành cho mỗi xe) theo bất phương trình (10). Máy chủ sẽ gọi đến lời giải bài toán TSP để sắp xếp lại các điểm đích trong nhiệm vụ sao cho tổng quãng đường di chuyển là ngắn nhất và lựa chọn ngẫu nhiên phương tiện đang trống từ danh sách S để thực hiện nhiệm vụ.

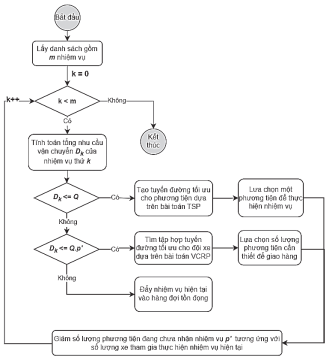
$$\sum_{i=1}^{n} d_i \leq Q \text{ với } p' \geq 1 \quad (10)$$

- Trường hợp 2: các nhiệm vụ có tổng nhu cầu vận chuyển lớn hơn sức chứa tối đa của một phương tiện và không vượt qua tổng sức chứa tối đa của tập hợp các phương tiện đang trống theo bất phương trình (11). Máy chủ sẽ gọi tới bài toán CVRP tìm kiếm số robot cần thiết và tập hợp các tuyến đường tối ưu cho mỗi xe, đồng thời số lượng hàng hóa cần vận chuyển không vượt quá tải trọng tối đa của mỗi xe.

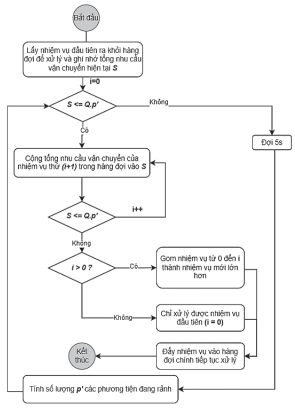
$$Q \leq \sum_{i=1}^{n} d_i \leq p'Q \text{ với } p' \geq 2 \quad (11)$$

- Trường hợp 3: Các nhiệm vụ có tổng nhu cầu vượt quá tổng sức chứa tối đa của tập các robot đang trống như trong bất phương trình (12). Khi đó, các nhiệm vụ này được đưa vào hàng đợi tồn đọng. Hệ thống máy chủ sẽ theo dõi hàng đợi tồn đọng theo một chu kì nhất định. Khi số lượng phương tiện trống đáp ứng đủ, trước tiên máy chủ sẽ kiểm tra số lượng nhiệm vụ bị đình trệ trong hàng đợi tồn đọng và tiến hành góp các nhiệm vụ có cùng vị trí giao hàng thành một nhiệm vụ lớn hơn và đẩy nó trở lại hàng đợi chính *(Hình 3.2)*.

$$\sum_{i=1}^{n} d_i \geq p'Q \quad (12)$$



Hình 3.1: Sơ đồ giải thuật phân chia nhiệm vụ dựa trên cơ chế hàng đợi



Hình 3.2: Sơ đồ giải thuật xử lý và gom các nhiệm vụ tồn đọng

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

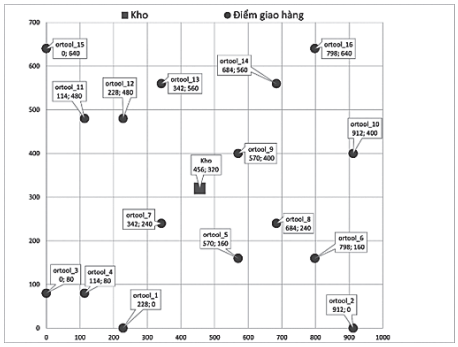
Kết quả mô phỏng được thực hiện trên máy Laptop HP zBook G3, Intel® Core™ i7-6820HQ CPU 2,7 GHz (8 CPUs). Tập dữ liệu đầu vào được lấy từ bộ dữ liệu của Google Or-tools bao gồm 17 nút, nút 0 đại diện cho kho, trong đó tọa độ các đỉnh được thể hiện trên *Hình 4.1*.

** Kết quả bài toán Travelling salesman problem (TSP):*

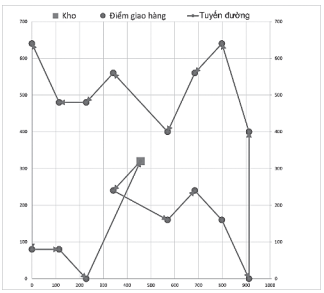
Sử dụng kết quả bài toán TSP để giải quyết trường hợp phân bổ nhiệm vụ cho một phương tiện với giả thiết tổng nhu cầu vận chuyển của tất cả điểm giao hàng không vượt quá sức chứa của phương tiện.

Từ đồ thị *Hình 4.2*, tạo ma trận chi phí di chuyển giữa các đỉnh là một ma trận đối xứng, trong đó các phần tử được tính theo công thức Euclid (13):

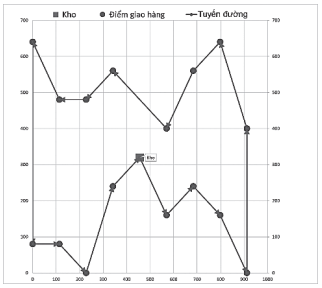
$$c_{ij} = \sqrt{(x_i - y_i)^2 + (x_j - y_j)^2} \quad \forall i,j \in \{1,..n\} \quad (13)$$



Hình 4.1: Tên và tọa độ (x, y) ứng với vị trí kho và các điểm giao hàng (đơn vị: m)



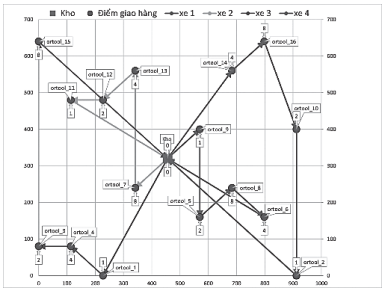
Hình 4.2: Kết quả bài toán TSP dựa trên Nearest Neighbour. Tổng chi phí di chuyển là 3.790 (đơn vị độ dài)



Hình 4.3: Kết quả bài toán TSP dựa trên quy hoạch động. Tổng chi phí di chuyển là 3.617 (đơn vị độ dài)

Hình 4.2, 4.3 cho thấy, thuật toán các điểm lân cận (Nearest Neighbour) cho kết quả tổng chi phí di chuyển có sự chênh lệch nhỏ so với đường đi tối ưu và có độ phức tạp về thời gian: $\Theta(n^2)$. Mặc dù thuật toán Nearest Neighbour rất dễ áp dụng và hoạt động rất nhanh và thường cho kết quả chênh lệch trong phạm vi 20% so với kết quả tối ưu, nhưng đôi khi thuật toán này có thể bỏ lỡ các tuyến đường nhỏ hơn mà mắt người có thể dễ dàng quan sát được do tính chất "tham lam" của nó [11, 12]. Đối với phương pháp quy hoạch động có nhiều nhất $2^n.n$ bài toán con và mỗi bài toán cần có thời gian tuyến tính (n) để giải. Do đó, quy hoạch động có độ phức tạp về thời gian là $\Theta(2^n.n^2)$. Mặc dù phương pháp quy hoạch động cho ra lời giải tối ưu, nhưng khi số lượng các đỉnh cần ghé thăm tăng lên hơn 20 điểm, thời gian thực hiện của quy hoạch động sẽ tăng rất lớn.

** Kết quả bài toán CVRP:*



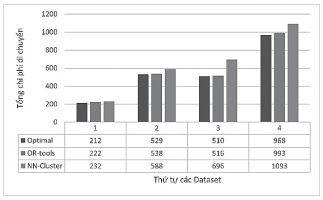
Hình 4.4: Kết quả bài toán CVRP dựa trên phương pháp Nearest Neighbour-Cluster. Nhu cầu vận chuyển của mỗi nút được biểu thị bằng chữ số màu đỏ

Lời giải của bài toán CVRP dựa trên phương pháp Nearest Neighbour-Cluster trên *Hình 4.4* có tổng chi phí di chuyển của tất cả tuyến đường 5.381 (đơn vị độ dài) và số phương tiện tối thiểu là 4. Trong khi đó, lời giải của Google OR-tools có tổng chi phí là 4.723 (đơn vị độ dài). Có thể thấy rằng, giải thuật đề xuất cho ra kết quả trong phạm vi sai lệch tối thiểu.

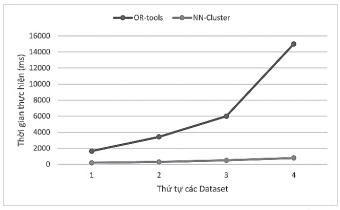
Bảng 4.1. So sánh giữa kết quả tối ưu với lời giải do Google OR-tools [13] và lời giải của phương pháp Nearest Neighbour-Cluster dựa trên bộ dữ liệu Augerat 1995 - Set P [14]

Dataset	Kết quả tối ưu		OR-tools		Neast Neighbour-Cluster	
	Chi phí (đơn vị độ dài)	Số tuyến đường	Chi phí (đơn vị độ dài)	Số tuyến đường	Chi phí (đơn vị độ dài)	Số tuyến đường
n19-k2-Q160	212	2	222	2	232	2
n23-k8-Q40	529	8	538	9	588	9
n45-k5-Q150	510	5	516	5	696	5
n60-k15-Q80	968	15	993	15	1093	15

Tiếp theo đó, phương pháp đề xuất Neast Neighbour-Cluster dựa trên một số mẫu CVRP điểm chuẩn đã có giải pháp tối ưu của Augerat [5] được đánh giá. *Bảng 4.1* trình bày kết quả của bài toán CVRP khi sử dụng phương pháp đề xuất Neast Neighbour-Cluster với hộp công cụ tối ưu hóa Google Or-tools [13], bao gồm chi phí di chuyển và số tuyến đường tối thiểu, kết quả cho thấy lời giải của phương pháp Neast Neighbour-Cluster và của Google Or-tools đều gần với giải pháp tối ưu *(Hình 4.5)*. Trong đó, tổng chi phí di chuyển do phương pháp đề xuất Neast Neighbour-Cluster mang lại có độ sai lệch trung bình không vượt quá 10%. Đặc biệt, thời gian tìm kiếm lời giải của NN-Cluster nhỏ hơn rất nhiều so với Google Or-tools *(Hình 4.6)*.



Hình 4.5: Tổng chi phí di chuyển của giải thuật đề xuất NN-Cluster so với kết quả tối ưu và công cụ tối ưu hóa Google OR-tools



Hình 4.6: Thời gian thực hiện của giải thuật đề xuất NN-Cluster với công cụ tối ưu hóa Google OR-tools

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này, các tác giả đề xuất chiến lược phân bổ nhiệm vụ dựa trên cơ chế xử lý hàng đợi kết hợp với lời giải của hai bài toán TSP và CVRP đem lại tiềm năng lớn trong việc tối ưu hóa cho quá trình phân phối và giao hàng, từ đó gia tăng hiệu suất cũng như tiết kiệm nhiều loại tài nguyên và chi phí vận tải. Đồng thời, việc giải quyết bài toán CVRP dựa trên phương pháp đề xuất láng giềng gần nhất và phân cụm (NN-Cluster) đã được chứng minh tính hiệu quả và độ tin cậy cao và thời gian thực thi nhỏ khi so sánh với công cụ tối ưu Google Or-tools.

Dựa trên kết quả này, nghiên cứu có khả năng ứng dụng thực tế trong việc tối ưu hóa tài nguyên chung của hệ thống trong lĩnh vận tải và phân phối hàng hóa. Ngoài lĩnh vực vận tải và phân phối hàng hóa, nghiên cứu cũng có thể áp dụng trong bài toán phân bổ nhiệm vụ của các hệ thống đa tác tử (multiple robots).

Tài liệu tham khảo

[1]. Panos, M., Pardalos, D., & Graham, R. L. (2013), *Handbook of combinatorial optimization*, Berlin: Springer. ISBN: 978-1-4419-7996-4.

[2]. Pawel Sitek, Jarosław Wikarek (2019), *Capacitated vehicle routing problem with pick-up and alternative delivery (CVRPPAD): Model and implementation using hybrid approach*, S.I.: OR in Transportation, vol.273, pp.257-277.

[3]. P. Toth and D. (2014), *Vigo, Vehicle routing: problems, methods and applications*, SIAM.

[4]. S. Ropke (2005), *Heuristic and exact algorithms for vehicle routing problems*, Ph.D. Thesis, Computer science department at the University of Copenhagen (DIKU).

[5]. P. Augerat, J. M. Belenguer, E. Benavent, A. Corberan, D. Naddef (1998), *Computational results with a branch-and-cut code for*.

[6]. R. Baldacci, N. Christofides and A. Mingozzi (2008), *An exact algorithm for the vehicle routing problem based on the set partitioning formulation with additional cuts*, Mathematical Programming, vol.115, no.2, pp.351-368.

[7]. R. Fukasawa, H. Longo, J. Lysgaard, M. P. de Aragao, M. Reis (2006), *Robust branch-and-cut-and-price for the capacitated vehicle routing problem*, Mathematical programming, vol.106, no.3, pp.491-511.

[8]. J. Lysgaard, A. N. Letchford, and R. W. Eglese (2004), *A new branch-and-cut algorithm for the capacitated vehicle routing problem*, MathematicalProgramming, vol.100, no.4, pp.423-445.

[9]. Toth, P., Vigo, D. (2002), *Models, relaxations and exact approaches for capacitated vehicle routing problem*, Discrete Applied Mathematics, vol.123, pp.487-512.

[10]. Z. Borcinova (2017), *Two models of the capacitated vehicle routing problem*, Croatian Operational Research Review, pp.463-469.

[11]. Ajaz Ahmed Khan, Mrs. Himani Agrawal (2016), *A comparative study of nearest neighbour algorithm and genetic algorithm in solving travelling salesman problem*, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), vol.3, no.5.

[12]. R. Bellman (1962), *Dynamic programming treatment of the travelling salesman problem*, Journal of Assoc. Computing Mach, vol.9, no.1, pp.61-63.

[13]. M. Held and R.M. Karp (1962), *A dynamic programming approach to sequencing problems*, Journal for the Society for Industrial and Applied Mathematics, vol.10, no.1, pp.196-210.

[14]. VRP-REP (2024), [Online] - Available: *http://www.vrp-rep.org/datasets/item/2014-0009.html*. (Accessed 1, 10, 2023).

Ngày nhận bài: 06/10/2023
Ngày chấp nhận đăng: 26/10/2023
Người phản biện: PGS. TS. Bùi Hải Lê
TS. Nguyễn Xuân Thuận

Nghiên cứu đánh giá mỏi của cầu dàn thép đường sắt

■ **TS. TRẦN VIỆT HƯNG; ThS. NGUYỄN THỊ NHUNG**(*)
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: (*)nhungketcau@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Khi kết cấu thép chịu tải trọng lặp nhiều lần thì nó có thể bị phá hoại ở mức ứng suất nhỏ hơn cường độ khi chịu tải trọng tĩnh. Đối với các cây cầu thép có tuổi đời khai thác lâu năm thì việc đánh giá sức kháng mỏi dưới tác dụng của tải trọng lặp là cần thiết để xác định mức độ an toàn và tuổi thọ công trình. Bài báo sẽ đánh giá sức kháng mỏi của một kết cấu cầu dàn thép chịu tải trọng đường sắt.

TỪ KHÓA: Mỏi, kết cấu thép, tải trọng, ứng suất.

ABSTRACT: When a steel structure is subjected to repeated loads, it can be damaged at a stress level that is less than the intensity when subjected to static loads. For steel bridges with long service life, assessing fatigue resistance under repeated loads is necessary to determine the safety level and longevity of the structure. This article will evaluate the fatigue resistance of a steel truss bridge structure subjected to railway loads.

KEYWORDS: Fatigue, structural steel, load, stress.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mỏi là hiện tượng kết cấu bị phá hoại do chịu tác động của tải trọng lặp hay tải trọng mỏi. Tải trọng lặp hay tải trọng mỏi là tải trọng lặp lại nhiều lần và có trị số luôn thay đổi theo thời gian. Đặc trưng của tải trọng mỏi là tác dụng lên kết cấu nhiều lần (hàng triệu lần) và với trị số luôn luôn thay đổi theo thời gian. Như vậy, nếu tải trọng tác dụng ít thay đổi hoặc lặp lại không nhiều lần thì không phải là tải trọng lặp (mỏi). Thông thường, những tải trọng tác dụng lặp đi lặp lại thì bao giờ trị số của nó cũng luôn luôn thay đổi theo thời gian. Trong các công trình cầu thì tải trọng mỏi thường gặp là tải trọng của tàu hỏa, xe ô tô, gió...

Mỏi là nguyên nhân phổ biến nhất gây phá hoại thép kết cấu khi hiện tượng này không được xem xét trong giai đoạn thiết kế. Do vậy, người thiết kế phải nhận thức được ảnh hưởng của ứng suất lặp và hiện tượng mỏi, để có thể đề ra các thiết kế tốt khắc phục hiện tượng này. Xe cộ đi qua bất kỳ vị trí xác định nào đều lặp đi lặp lại theo thời gian. Trên đường cao tốc, các đường trục quốc lộ xuyên quốc gia, số chu kỳ ứng suất lớn nhất có thể hơn một triệu lần mỗi năm.

Trong hầu hết các trường hợp, đánh giá mỏi của một cây cầu thép hiện tại sẽ xảy ra sau khi một đánh giá tương tự về cường độ tĩnh được thực hiện phù hợp với các tiêu chuẩn đánh giá chung.

Bài báo trình bày đánh giá sức kháng mỏi của 1 cây cầu thép đường sắt trong điều kiện khai thác ở Việt Nam.

2. GIỚI THIỆU VỀ CẦU LONG BIÊN

Cầu Long Biên thuộc tuyến đường sắt Hà Nội - Đồng Đăng có chiều dài 1.691,15 m. Trải qua 120 năm khai thác, sử dụng, cầu đã nhiều lần được khôi phục, gia cố sửa chữa do bị chiến tranh phá hoại cũng như bị hư hỏng kết cấu do khai thác. Đến nay, cầu không còn nguyên vẹn kết cấu như ban đầu. Hiện tại, cầu có 13 nhịp dầm Pháp, còn lại là các nhịp dầm T66 hoặc nhịp dầm YUKM.

Cầu Long Biên được xếp vào loại cầu yếu nhưng hàng ngày vẫn gánh trên mình hàng chục nghìn lượt phương tiện qua lại, trong đó có cả tàu hỏa, xe máy, xe đạp, người đi bộ.

Hình 2.1: Cầu Long Biên

Đánh giá tổng thể an toàn chịu lực, an toàn khai thác của cầu cần phải dựa trên rất nhiều các thông số kiểm toán về cường độ, tính ổn định của từng thanh thép dàn cũng như tổng thể kết cấu dàn. Trong đó, đánh giá mỏi là rất cần thiết.

Với thời gian khai thác dài, cầu nằm trên tuyến trục chính đường sắt quốc gia, quá trình già hóa các thanh thép dàn và chịu tải trọng tàu hỏa cũng như tải trọng đường bộ hai bên lề trong hơn 120 năm qua ảnh hưởng lớn đến tính mỏi của kết cấu thép cầu Long Biên.

Cường độ mỏi không phải là một hằng số vật liệu như cường độ chảy hay mô-đun đàn hồi. Nó phụ thuộc vào cấu

tạo cụ thể của mối nối và thực tế, chỉ có thể được xác định bằng thực nghiệm. Vì hầu hết các vấn đề tập trung ứng suất do sự không liên tục về hình học và vật liệu có liên quan đến liên kết hàn nên hầu hết các thí nghiệm về cường độ mỏi được thực hiện trên các loại mối hàn.

3. ĐÁNH GIÁ MỎI NHỊP DÀN DƯỚI TÁC DỤNG CỦA TẢI TRỌNG ĐƯỜNG SẮT

3.1. Lựa chọn kết cấu nhịp dàn đánh giá mỏi

Cầu Long Biên bao gồm rất nhiều các cấu kiện có hình dạng, mặt cắt, vật liệu khác nhau, cho nên việc chỉ nghiên cứu đặc trưng tính mỏi của kết cấu thép cầu cũng là rất khó khăn.

Nội dung nghiên cứu tính toán dưới đây sẽ trình bày về đánh giá mỏi của kết cấu nhịp dàn T66 dưới tải trọng đường sắt của cầu Long Biên.

Hình 3.1: Kết cấu nhịp dàn T66 cầu Long Biên

Kết cấu dàn T66 là dạng dầm quân dụng cho đường sắt do Trung Quốc sản xuất. Đây là các kết cấu đã được thay thế bằng những cấu kiện sàng lọc những thanh còn tốt không bị gỉ mòn từ các cầu sông Hóa, Việt Trì và các nhịp trên cầu Long Biên lắp ráp lại và lần lượt thay thế từ năm 1995.

Kết cấu này có nhược điểm là tà vẹt đặt trực tiếp lên mạ thượng nên mạ thượng vừa chịu uốn cục bộ lại vừa chịu nén khi có tải trọng tác dụng. Tuy nhiên, các cấu kiện T66 đều là thép hợp kim thấp, có cường độ chịu lực, độ bền cao hơn thép than và kết cấu nhịp dầm T66 nguyên bản được thiết kế cho tải trọng lớn hơn tải trọng khai thác hiện hành trên cầu Long Biên.

Nếu tính từ khi đưa vào sử dụng đến nay đã hơn 55 năm. Hiện nay, nhìn chung 17 nhịp cầu Long Biên sử dụng loại dầm này không bị gỉ nhiều, nhưng đã tiếp tục phát triển phạm vi gỉ so với thời điểm sửa chữa gia cố cầu để đảm bảo an toàn đến năm 2020 và 2023, đặc biệt là tại vị trí tiếp giáp giữa đáy tà vẹt gỗ và mặt trên mạ thượng. Khe hở giữa hai cấu kiện lắp ghép tổ hợp tạo thành 1 thanh dàn chỉ có khoảng 3 cm nên việc cạo gỉ để sơn bề mặt kết cấu giữa hai cấu kiện này là không khả thi.

3.2. Tiêu chuẩn đánh giá mỏi

Thời điểm đo đạc, tải trọng khai thác trên cầu là tàu khách đầu máy D19E + đoàn toa khách, sử dụng để đo ứng suất các thanh dàn trên kết cấu nhịp.

Tiêu chuẩn thiết kế cầu đường bộ TCVN 11823:2017 của Việt Nam cũng như các tiêu chuẩn AASHTO LRFD 2012, 2017 của Hoa Kỳ thì khi thép chịu tải trọng lặp đi lặp lại nhiều lần (hàng triệu lần) nó có thể bị phá hoại ở mức ứng suất nhỏ hơn cường độ khi chịu tải trọng tĩnh. Người ta gọi hiện tượng này là sự mỏi của thép. Sự phá hoại mỏi mang tính chất phá hoại giòn, thường xảy ra đột ngột và kèm theo vết nứt. Bản chất của hiện tượng mỏi là sự hình thành và lan truyền vết nứt dưới tác dụng của tải trọng lặp.

Công thức kiểm toán mỏi trong TCVN 11823:2017, viết dưới dạng ứng suất, cho mọi điểm trên kết cấu, bao gồm cả các mối nối, có dạng tổng quát như sau:

$$\phi(\Delta F)_n \geq \eta\gamma(\Delta f) \quad (5)$$

Trong đó:

γ - Hệ số tải trọng tương ứng với trạng thái giới hạn mỏi, tra tiêu chuẩn $\gamma = 0{,}75$;

ϕ - Hệ số sức kháng tương ứng với trạng thái giới hạn mỏi, tra tiêu chuẩn $\phi = 1{,}0$;

η - Hệ số điều chỉnh tải trọng tương ứng với trạng thái giới hạn mỏi, tra tiêu chuẩn $\eta = 1{,}0$;

(Δf) - Chênh lệch ứng suất dưới tác dụng của xe tải thiết kế mỏi, có xét đến hệ số xung kích;

IM - 15% gây ra tại vị trí kiểm tra mỏi (MPa);

$(\Delta F)_n$ - Sức kháng mỏi danh định theo ứng suất.

Tiêu chuẩn thiết kế Eurocode cũng giống như các tiêu chuẩn khác dựa vào quan hệ S-N kết hợp với các bảng tra hệ số. Đối với trạng thái giới hạn mỏi, mức độ an toàn có thể được thể hiện bằng công thức:

$$\mu_{fat} = \frac{\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}}{\gamma_{Ff}.\Delta\sigma_{E,2}} = \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}.\gamma_{Ff}.\Delta\sigma_{E,2}}$$

Trong đó:

μ_{fat} - Hệ số an toàn khi tính toán mỏi, nếu ≥ 1 thì chi tiết được đánh giá đáp ứng các yêu cầu về an toàn mỏi, nếu <1 thì cần phải có các đánh giá thêm;

γ_{Ff} - Hệ số an toàn riêng phần đối với dải ứng suất có biên độ không đổi tương đương $\Delta\sigma_{E,2}$;

γ_{Mf} - Hệ số an toàn riêng phần đối với độ bền mỏi $\Delta\sigma_c$;

$\Delta\sigma_c$ - Sức kháng mỏi ở 2.10^6 chu kỳ (phụ thuộc loại chi tiết);

$\Delta\sigma_{E,2}$ - Biên độ ứng suất không đổi tương đương ở 2.10^6 chu kỳ.

Tiêu chuẩn kiểm định cầu đường sắt TCVN 11297:2016 có quy định: Đẳng cấp của một bộ phận kết cấu nhịp theo một điều kiện tính toán nào đó (cường độ, ổn định, mỏi) là tỷ số giữa nội lực lớn nhất do hoạt tải mà bộ phận đó có thể chịu đựng được với nội lực do tải trọng hoạt tải đoàn tàu đơn vị (T-1) phát sinh trong bộ phận kết cấu đó.

$$K_0 = \frac{k_0(1+\mu_0)}{k_H(1+\mu)}$$

Trong đó:

k_0 - Tải trọng tương đương của đoàn tàu đang được phân cấp (đầu máy DE19 hoặc Mikado);

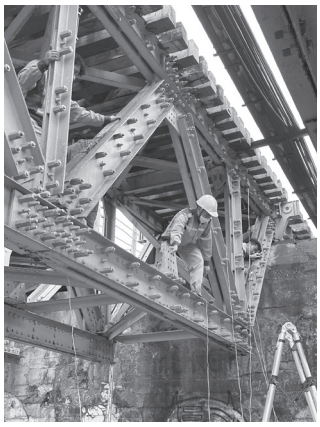
k_h - Tải trọng đơn vị chuẩn;

$(1+\mu_0)$ - Hệ số xung kích của đoàn tàu đang được xét;

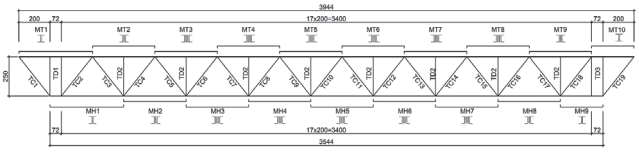
$(1+\mu)$- Hệ số xung kích của đoàn tàu đơn vị.

3.3. Tính toán mỏi đối với các thanh dàn nhịp T66

Thời điểm đo đạc, tải trọng khai thác trên cầu là tàu khách đầu máy D19E + đoàn toa khách, sử dụng để đo ứng suất các thanh dàn trên kết cấu nhịp.

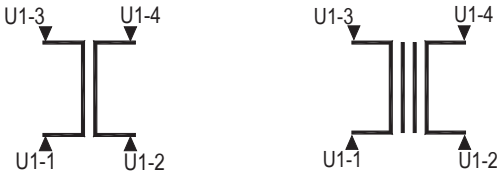


Hình 3.2: Công tác đo ứng suất do hoạt tải nhịp dàn T66



Hình 3.3: Sơ đồ cấu tạo các thanh dàn N1/7

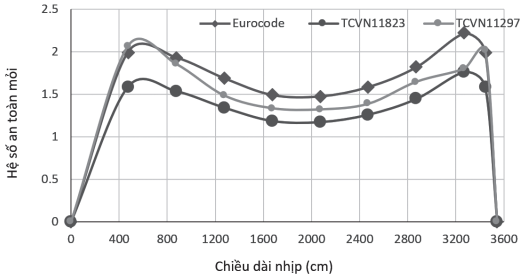
Lựa chọn việc đo đạc và tính toán mỏi đối với các thanh mạ hạ của nhịp dàn. Trên mỗi thanh dàn bố trí 4 điểm đo ứng suất để loại bỏ các sai số. Các điểm đo ứng suất được bố trí như sau:



Mạ hạ loại I *Mạ hạ loại II*

Hình 3.4: Bố trí vị trí các điểm đo trên mặt cắt ngang thanh mạ hạ

Xác định sự biến thiên ứng suất thanh mạ hạ trong nhịp dàn dưới tác dụng của hoạt tải đoàn tàu đầu máy D19E. Trên cơ sở đó, kiểm tra mỏi được áp dụng theo cả hai Tiêu chuẩn TCVN11823-2017, Tiêu chuẩn TCVN 11297:2016 và Eurocode cho tất cả các thanh mạ hạ của nhịp dàn. Các giá trị đánh giá an toàn mỏi cho tất cả các thanh biên dưới dọc chiều dài dàn theo 3 tiêu chuẩn được trình bày trên *Hình 3.5*. Từ kết quả thu được, có thể thấy rằng Tiêu chuẩn TCVN11823-2017 đưa ra chỉ số an toàn mỏi thấp hơn so với tiêu chuẩn Eurocode, tuy nhiên, tiêu chuẩn Eurocode lại đưa ra được các thông số tính toán đáp ứng tốt hơn đối với kết cấu cầu đường sắt. Kết cấu dàn T66 cầu đường sắt Long Biên vẫn ở ngưỡng an toàn trong kiểm toán mỏi.



Hình 3.5: Hệ số an toàn mỏi tính toán dọc theo chiều dài nhịp dàn

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày cách tính toán sức kháng mỏi các thanh dàn thép chịu tải trọng đường sắt theo hai tiêu chuẩn thiết kế mỏi phổ biến. Tiêu chuẩn AASTHO đã được áp dụng rộng rãi và chính thức từ năm 2005 tại Việt Nam, thông qua Tiêu chuẩn TCVN11823-2017, tuy nhiên vẫn chưa có tiêu chuẩn cụ thể về mỏi đối với kết cấu cầu đường sắt. Theo tiêu chuẩn Eurocode, các chi tiết cấu tạo và liên kết của kết cấu cầu thép trên đường sắt được xem xét cụ thể hơn thông qua các hệ số về hư hỏng (l). Cả hai tiêu chuẩn đều đánh giá cho các thanh mạ hạ trên dàn nhịp T66 đảm bảo an toàn mỏi dưới tải trọng đang khai thác. Đối với phần dàn Pháp của cầu chưa được đánh giá mỏi trong nghiên cứu này. Bài báo này có thể chỉ ra rằng cần có đánh giá chi tiết hơn về kiểm tra thiết kế mỏi trên kết cấu cầu đường sắt theo các tiêu chuẩn khác nhau, đặc biệt là các kết cấu cầu cũ.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học GTVT trong Đề tài mã số T2023 -CT-023.

Tài liệu tham khảo

[1]. Bộ GTVT (2005), *Tiêu chuẩn thiết kế Cầu 22TCN-272-05*.

[2]. *Thông tư số 03/2021/TT-BGTVT về quản lý bảo trì kết cấu hạ tầng đường sắt quốc gia.*

[3]. Đào Văn Dinh, Đào Sỹ Đán (2020), *Kết cấu thép*, NXB. GTVT.

[4]. AASHTO (2011), *Manual for Bridge Evaluation*, Second Edition, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C.

[5]. AISC. (2010), *Steel Construction Manual*, 14th Edition, American Institute of Steel Construction, Chicago. BridgeTech, Tennessee Technological University and Mertz, D. (2007).

[6]. *NCHRP Report 592: Simplified Live Load Distribution Factor Equations*, Transportation Research Board, Washington, D.C.

[7]. Eurocode: EN 1993 -1-9: 2005 Eurocode 3 (2005), *Design of Steel Structures, Part 1-9: Fatigue*.

[8]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 11823-2017, *Thiết kế cầu đường bộ.*

[9]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 11297:2016, *Cầu đường sắt - Quy trình kiểm định.*

Ngày nhận bài: 08/9/2023
Ngày chấp nhận đăng: 29/9/2023
Người phản biện: TS. Đào Sỹ Đán
TS. Bùi Thanh Quang

Hệ thống lưới thép TECCO và ứng dụng phương pháp số trong xử lý ổn định mái dốc chống đá rơi, đá lở

■ **ThS. TRẦN ĐỒNG(*); ThS. NGUYỄN THU HUYỀN**
Trường Đại học Xây dựng Hà Nội
Email: (*)dongt@huce.edu.vn

TÓM TẮT: Đảm bảo cho người và nhà cửa dưới tác động đá rơi, mất ổn định mái dốc. Một hệ thống ngăn chặn hiệu quả được biết đến là hệ thống TECCO, nó là sự kết hợp của các thanh thép cường độ cao (đinh đất, neo thép), lưới thép cường độ cao và các thành phần bổ sung. Công nghệ này đã được Công ty GEOBRUGG (Thụy Sĩ) ký đối tác với Công ty VITRAVICO tại Việt Nam và được ứng dụng tại một số công trường. Trong bài báo, trước hết sẽ giới thiệu chi tiết về công nghệ liên quan đến quá trình thi công xây dựng và các đặc tính hình học, cơ lý của vật liệu tính năng cao. Một mô hình phần tử hữu hạn sẽ được trình bày, cho phép dự đoán hành vi cơ học của hệ thống TECCO chịu tác động của đá rơi và tổng hợp hành vi của vật liệu và sự tương tác giữa các thành phần.

TỪ KHÓA: Hệ thống neo đất, thanh thép neo và sợi lưới thép cường độ cao, đá rơi, phương pháp phần tử hữu hạn, VITRAVICO, GEOBRUGG.

ABSTRACT: Making people and buildings safe under the risk of rock-fall phenomenon is obligatory. One TECCO system that allows preventing effectively the rock-fall. The system is a combination of the high tensile steel thread-bars (soil nail), high tensile steel wire mesh, and the additional components. This technology has been exchanged with GEOBRUGG Company (Switzerland) to VITRAVICO Company and applied in some construction sites in Vietnam. In this paper, firstly, the technology will be introduced in detail related to the construction execution process and the geometrical and mechanical properties of high-performance materials. A finite element model will be presented, allows predicting the mechanical behavior of the TECCO system subjected to the rock-fall impact and composes the behavior of the materials and the interaction between the components.

KEYWORDS: Soil nail system, high tensile steel thread bar and wire mesh, rock-fall, finite element method, VITRAVICO, GEOBRUGG.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ thống lưới thép cường độ cao TECCO là một hệ thống ổn định nền mái dốc ta-luy, được ứng dụng như một giải pháp phòng chống thiên tai (Wartmann, S. and Roth, A. 2005), xâm nhập, trốn thoát và chống nổ, hàng rào an ninh cũng như cho các ứng dụng phòng thủ nhất định và chống lại các mối đe dọa nguy hiểm sinh học. Hệ thống TECCO này thể hiện nhiều điểm vượt trội so với các vật liệu truyền thống, như lượng khí thải CO_2 thấp chỉ bằng khoảng 1/9 so với khung bê tông phun tại cái sườn mái dốc ta-luy hoặc không phá hủy lớp phủ thực vật tại vị trí thi công ở công trường (Cała Flum Roduner and Rüegger Wartmann 2012). Đây được coi là một giải pháp xanh, thân thiện với môi trường.

Hệ thống được thiết lập bằng cách sử dụng lý thuyết cũng như các kết quả thực nghiệm đã được công bố trên một số công trình nghiên cứu (Loganatham, N. and al. 1993), (Baraniak, P. and al. 2010), (Gerber, W. and al. 2000), (Muraishi, H. and Sano, S. 1997), (Wart mann, S.and Gerber, W. 2001), (EUROCODE-7 2004), (Griffiths, D. V. and Lane, P. A. 1999).

Một số dự án đã được thực hiện trên thế giới cũng như tại Việt Nam. Ví dụ, dự án xây dựng tại Anzenwil, Thụy Sĩ, bảo vệ ổn định mái dốc trước điểm đầu của công trường xây dựng cầu mới với diện tích 850 m^2. Hay công trình xây dựng tại Mülheim, Đức, chống lại đá lở và sự bất ổn cục bộ cho diện tích dài 420 m và cao 12 m. Một dự án khác được xây dựng tại Grodziec Śląski, Ba Lan, ngăn chặn nguy cơ bề mặt dốc bị hỏng và sụp đổ do mưa lớn và liên tục. Dự án đã được thực hiện với diện tích 8.600 m^2.

Tại Việt Nam, theo QL6 đi qua tỉnh Hòa Bình từ km128+602 đến km130+037, hệ thống TECCO đã được sử dụng để ngăn ngừa đá rơi tại mái ta-luy dương. Công trình này sử dụng lưới thép cường độ cao TECCO® G65/3 và kết hợp khoan cắm neo thép đường kính 32 mm dài 4,3 m. Dự án này do Công ty VITRAVICO (Việt Nam) thi công. Trên thực tế, hệ thống lưới thép cường độ cao TECCO đã trở thành một trong những giải pháp gia cố ổn định mái dốc hiệu quả và áp dụng rộng rãi tại Việt Nam.

2. THÀNH PHẦN HỆ THỐNG LƯỚI THÉP

Trong phần này, vấn đề sạt trượt tại QL6 được xử lý bằng hệ thống lưới thép Tecco do Công ty GEOBRUGG

(Thụy sĩ) và các đặc tính của nó được thử nghiệm tại Viện Nghiên cứu Cơ khí Quốc gia Việt Nam (NARIME).

Hệ thống TECCO được trình bày chi tiết trong tài liệu có tên: "Phương pháp Ổn định độ dốc và RUVOLUM của TECCO" (Cała Flum Roduner và Rüegger Wartmann 2012). Hệ thống là sự kết hợp bao gồm các yếu tố chính như lưới thép cường độ cao, đinh thép, tấm đệm kim loại, vòng kết nối T3.

Lưới thép thông dụng là TECCO G65/3. Lưới thép có mắt lưới riêng dạng hình thoi với kích thước (83×143)mm. Đường kính nội tiếp mắt lưới có kích thước 65 mm, đường kính sợi dây thép 3 mm. Một mét vuông TECCO G65/3 mm nặng 1,65 kg/m^2. Lưới được phân phối ở dạng cuộn có chiều rộng 3,5 m và chiều dài 30 m. Do đó, một cuộn lưới có trọng lượng 175 kg.

Các đặc tính của từng dây lưới được ước tính bằng thử nghiệm độ căng thực nghiệm và thể hiện trong *Bảng 2.1*.

Bảng 2.1. Các giá trị đặc trưng về lực căng với các hướng khác nhau của lưới thép TECCO G65/3

Đường kính sợi thép	3 mm
Ứng suất kéo	1.770 N/mm^2
Độ giãn dài	2 - 2,5%
Chiều dài giãn	100 mm
Lớp phủ bề mặt	Al-Zn coating

Các đặc tính của lưới thép TECCO G65/3 được thử nghiệm trên sức căng của lưới thép có chiều rộng 1.079 mm và chiều dài 1.001 mm. Các thử nghiệm được thực hiện theo hai hướng là hướng dọc và hướng ngang theo góc hẹp của mắt lưới thép hình thoi. Các đặc tính của lưới thép được nêu trong *Bảng 2.2*.

Bảng 2.2. Các giá trị đặc trưng về lực căng của các hướng khác nhau của lưới thép TECCO G65/3

Phương kéo thí nghiệm lưới thép	Lực tới hạn (kN/m)	Biến dạng tới hạn (mm/m)
Phương dọc lưới	165,7 - 168	58,9 - 61,8
Phương ngang lưới	56,5 - 59,6	198,5 - 211,4

Tấm đệm kim loại TECCO là một trong những yếu tố quan trọng nhất của hệ thống, được thiết kế đáp ứng tải trọng và truyền lực tốt nhất có thể giữa nền địa chất, lưới, tấm đệm và neo thép. Các tấm ghép cần được định hướng theo chiều ngang; cạnh dài phải nằm ngang. Điều này cho phép tấm đệm kim loại tiếp xúc được 16 điểm dây riêng lẻ của lưới. Nếu tấm được lắp đặt theo chiều dọc, chỉ có 8 dây riêng lẻ của lưới được tiếp xúc và có thể truyền lực ít hơn đáng kể.

Vòng kết nối T3 được làm từ dây thép cường độ cao với độ bền kéo tối thiểu là 1.770 N/mm^2, giống như bản thân các mắt lưới thép cường độ cao.

Đối với vòng kết nối T3, đường kính dây được sử dụng là 4,0 mm. Vòng kết nối chỉ có kích thước (60×21)mm và có hai móc đầu ngược ở một bên của vòng kết nối. Các vòng này có thể truyền 100% tải trọng cần thiết giữa các tấm lưới thép riêng lẻ.

Để đảm bảo chất lượng cho dự án bảo trì QL6 đoạn qua tỉnh Hòa Bình, Việt Nam. Các yếu tố của hệ thống TECCO được kiểm tra bằng các thí nghiệm được thực hiện tại Viện Nghiên cứu Cơ khí Quốc gia Việt Nam. Các thử nghiệm phù hợp với TCVN 1971:014 (kết quả thử nghiệm 2016). Các đặc tính của các phần tử của hệ thống TECCO được đưa ra trong *Bảng 2.3.*

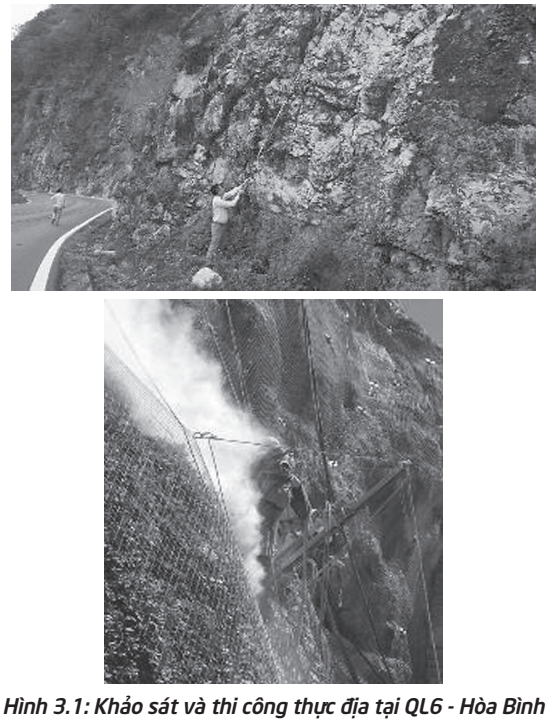
Bảng 2.3. Các đặc tính của hệ thống TECCO

Thông số	Φ [mm]	Lực cắt [N/mm^2]	Lực kéo đứt [N/mm^2]	Độ giãn dài [%]
Neo thép	32	517,11 - 2,69	598,05 - 3,43	24,66 - 1,15
Sợi lưới thép	-	-	1895,7- 127,9	-
Tấm đệm kim loại P33/40N	-	456,62 - 2,34	583,39 - 4,44	22,33 – 0,02
Vòng kết nối T3	-	-	1865,3 - 54,8	-

3. ỨNG DỤNG THI CÔNG TẠI VIỆT NAM

3.1. Giới thiệu về công trình

Tại vị trí nghiên cứu xử lý sạt trượt mái ta-luy QL6, tỉnh Hòa Bình, mất ổn định, địa chất khu vực này là đá vôi, xám xanh, xám trắng, phong hóa nứt nẻ từ mạnh đến trung bình. Lớp đá vôi màu xám trắng phong hóa mạnh xen kẹp đất sét màu nâu đỏ. Mái ta-luy tồn tại nhiều khe nứt gây phân chia bề mặt kết hợp với thảm thực vật phát triển mạnh gây hiện tượng thấm, áp lực nước dưới đất phát triển, dễ bị rơi lăn khi bị ảnh hưởng bởi các yếu tố khí hậu tác động, góc dốc 80 - 90 độ, tại chân mái ta-luy không có hành lang an toàn, tiềm ẩn khả năng lăn xuống nền đường ảnh hưởng đến người và phương tiện giao thông. *Hình 3.1* minh chứng cho mức độ phức tạp cấu trúc địa chất khu vực gây nên, trong khi tuyến đường đi qua địa hình vùng núi tương đối cao, sườn mái ta-luy lớn nên dễ dàng sạt lở đá xuống nền đường bên dưới vào mùa mưa lũ. Từ vấn đề cấp thiết trên thì việc xử lý ổn định mái dốc đảm bảo an toàn cho con người và phương tiện lưu thông bên dưới là rất cần thiết.



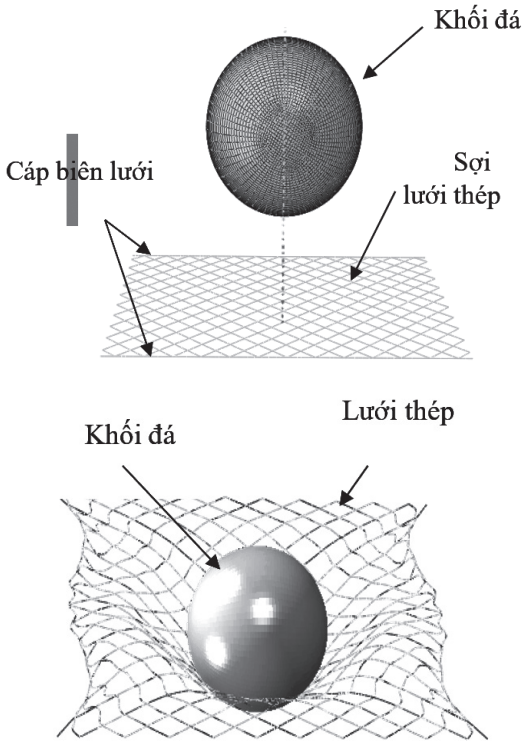
Hình 3.1: Khảo sát và thi công thực địa tại QL6 - Hòa Bình

3.2. CÁC BƯỚC THI CÔNG CƠ BẢN ỔN ĐỊNH MÁI DỐC BẰNG HỆ THỐNG LƯỚI CƯỜNG ĐỘ CAO TECCO

- Bước đầu tiên là chuẩn bị mặt bằng xây dựng. Phần trên bề mặt mái dốc bao gồm thảm thực vật phải được loại bỏ để lắp đặt tiếp xúc tốt giữa lưới thép và bề mặt mái dốc.
- Lắp đặt các cuộn lưới thép trên khu vực mái dốc. Các tấm lưới đơn lẻ được kết nối bằng cách sử dụng vòng kết nối T3;
- Xác định vị trí cắm neo thép và khoan lỗ theo độ sâu thiết kế bằng máy khoan bán tự động. Các neo thép phải thiết kế so le nhau giữa các hàng;
- Lắp đặt neo thép vào hố khoan và lấp bằng vữa bê tông để cố định neo thép với các lớp đất đá bên dưới của mái dốc;
- Ghép tấm đệm kim loại vào lưới thép và được cố định bằng bu-lông cường độ cao. Lưu ý rằng cạnh dài của các tấm đệm kim loại phải nằm ngang;
- Cuối cùng, giới hạn trên và giới hạn dưới của lưới được gia cố dọc theo phương ngang bằng một sợi dây biên cường độ cao được đóng neo cáp biên vào nền đất đá bên dưới mái dốc.

4. KIỂM TRA VẬT LIỆU HỆ THỐNG LƯỚI TECCO BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHÁP SỐ

Để dự đoán ứng xử cơ học của hệ chống đá rơi TECCO, một mô hình số, theo thuật toán phần tử hữu hạn (FEM) đã được xây dựng bằng phần mềm Abaqus. Mô hình mô tả va chạm của một khối đá nặng vào lưới thép cường độ cao. Lưới thép được mô phỏng bằng phần tử thanh trong không gian 3D, gồm hai nút, kí hiệu T3D2 theo phần mềm Abaqus. Đối với khối đá, phần tử cứng tuyệt đối, trong không gian 3D, gồm 4 nút, kí hiệu R3D4 đã được sử dụng *(Hình 4.1)*.



Hình 4.1: Mô hình phần tử hữu hạn

Các đặc tính của lưới thép cường độ cao áp dụng tại QL6 - tỉnh Hòa Bình được biểu diễn tại *Bảng 4.1*.

Bảng 4.1. Đặc tính lưới thép và cáp biên

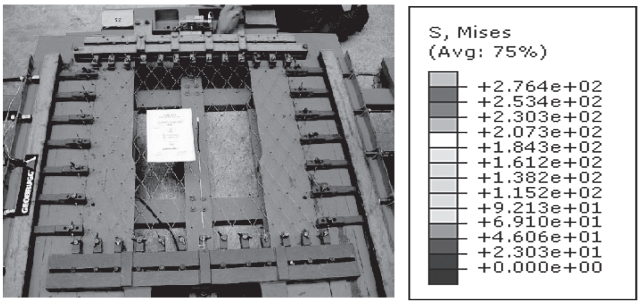
Đặc tính cơ học	Giá trị
Khối lượng riêng	7,85 T/m^3
Đường kính sợi thép cường độ cao (CĐC)	3 mm (sợi thép lưới); 8 mm (sợi thép biên)
Mô-đun đàn hồi	E=197.000 MPa
Cường độ thép CĐC	fy=1.400 MPa fu=1.770 MPa

Trọng lượng của khối đá được giả thiết bằng 0,5 T và được gán vào một điểm tham chiếu, đại diện cho cả khối đá. Kỹ thuật này đã được thuật toán của phần mềm Abaqus phát triển, nhằm đơn giản hóa mô hình nhưng vẫn cho phép bảo toàn được năng lượng của khối đá khi va chạm.

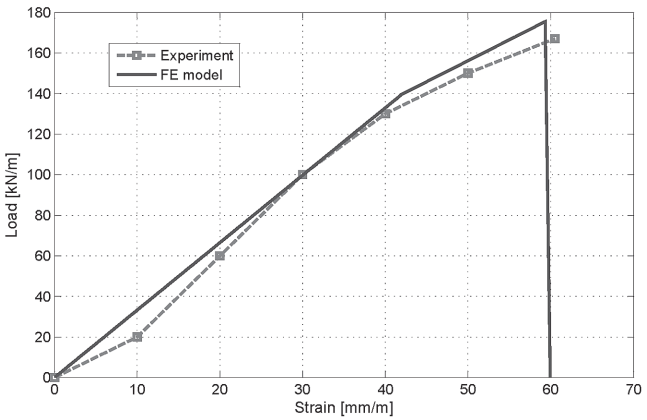
Sự tiếp xúc giữa khối đá và lưới thép được xác định bằng cách sử dụng các công thức ma sát với hệ số ma sát là 0,3.

5. KẾT QUẢ VÀ KIẾN NGHỊ

Để xác minh các đặc tính của lưới thép, một mẫu lưới thép đã được mô phỏng số, nhằm khẳng định các thông số đầu vào của lưới thép cho mô hình số. Kết quả được kiểm chứng khi so sánh với thí nghiệm đã thực hiện của nhà sản xuất lưới thép TECCO (Cała Flum Roduner và Rüegger Wartmann 2012).



a) - Thí nghiệm kéo lưới thép cường độ cao *b) - Trường ứng suất*

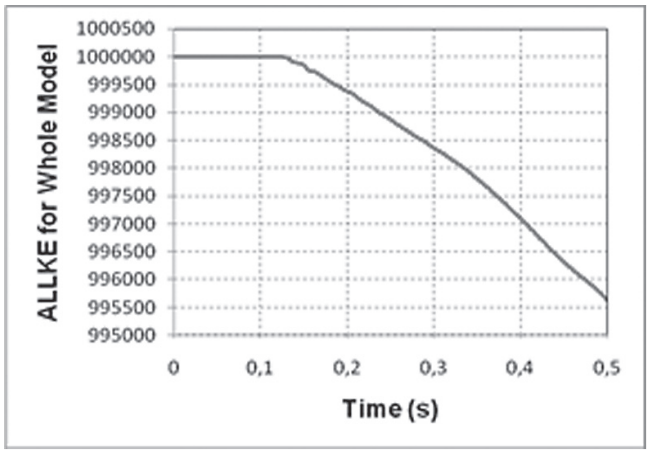


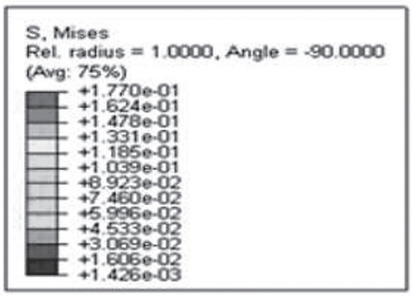
Hình 5.1: So sánh các đường cong biến dạng tải trọng giữa thực nghiệm và phương pháp số

Hình 5.1 cho thấy sự thống nhất tốt giữa thí nghiệm và kết quả thu được của mô hình phần tử hữu hạn. Thông qua mô hình, các thuộc tính của lưới thép đã được khôi phục và sử dụng cho mô hình va chạm với khối đá.

Mô hình va chạm giữa khối đá giả định và lưới thép TECCO thể hiện trong *Hình 4.1*, đã thể hiện trực quan va chạm giữa khối đá và lưới thép TECCO. Trong đó, các đặc tính của lưới cường độ cao đã được sử dụng trong mô hình. Mô hình đã mô phỏng tốt va chạm giữa khối đá và lưới thép.

Biểu đồ sau thể hiện sự tiêu tán năng lượng của hệ va chạm. Chúng ta có thể thấy trước 0,1s, thời điểm trước va chạm, năng lượng không thay đổi, đó là động năng của khối đá. Sau va chạm, năng lượng của hệ giảm dần do khối đá bị hãm lại bởi lưới thép và động năng giảm.





Hình 5.2: Năng lượng của toàn bộ mô hình

Có thể kết luận rằng, mô hình mô phỏng va chạm giữa khối đá và lưới thép cường độ cao đã cơ bản thể hiện tốt sự tác động qua lại giữa các đối tượng khai báo bằng phần mềm Abaqus. Mô hình sẽ được hoàn thiện hơn nữa khi so sánh với các thí nghiệm va chạm ngoài thực tế. Ngoài ra, việc phát triển mô hình số có thể giúp thực hiện các nghiên cứu về tham số của lưới thép, giúp tối ưu hóa khi thiết kế lưới thép cho các vùng địa chất có nguy cơ đá rơi khác nhau.

6. KẾT LUẬN

Trong phần phương pháp số bằng phần tử hữu hạn, năng lượng của mô hình được tạo ra bởi tải trọng giả định của dây cáp biên và động năng của khối đá. Năng lượng bị tiêu hao do sức căng của lưới thép được phân tán đều lên dây biên.

Bài báo đề cập đến một giải pháp cải tiến, ứng dụng vật liệu tiên tiến để gia cố nền mái dốc bất ổn định bằng cách sử dụng hệ thống gia cố, được gọi là hệ thống lưới thép cường độ cao TECCO. Đặc biệt, giải pháp này rõ ràng là phù hợp để ngăn đá rơi. Bài báo đã trình bày các đặc tính cũng như công nghệ thực thi của hệ thống TECCO.

Mô hình phần tử hữu hạn đã được hiện thực, cho phép mô phỏng tác động của đá rơi vào lưới thép cường độ cao TECCO. Mô hình có thể dự đoán hành vi của lưới thép dưới tải trọng di động. Mặt khác, mô hình trình bày một phương pháp đơn giản để mô tả lưới thép bằng cách khai báo các phần tử giàn đều.

Mô hình sẽ được nghiên cứu sâu hơn nhằm sử dụng để dự đoán tác động với vận tốc cao, khối đá kích thước lớn hơn cũng như để tối ưu hóa hình học của lưới thép cho dự án trong tương lai.

Tài liệu tham khảo

[1]. Wartmann, S.; Roth, A. (2005), *Experimental and Numerical Modeling of Highly Flexible Rockfall Protection Systems,* International Symposium Society for Rock Mechnics and Engineering (CSRME), China.

[2]. Loganatham, N., Balasubramaniam, A.S., Bergado, D.T. (1993), *Deformation analysis of embankments,* J. Geotech. Engrg. ASCE. 199(8):1185-1206.

[3]. Baraniak, P.; Mrozik, M. (2010), Konstrukcje chroniące przed spływami gruzowymi oraz spadającymi odłamkami skalnymi - testowanie, wymiarowanie, instalacja, użytkowanie*, Protection systems against debris flow and rockfalls - testing, dimensioning, installation, exploitation,* Konstrukcje stalowe w geotechnice - Steel structures in geotechnics, pp.79-88, Poland.

[4]. Gerber, W.; Baumann, R.; Wartmann, S.; Buri, H.; Honegger, R.; Kaufmann, R.; Testi, R.; Haller, B.; Toniolo, M. (2000)*, Guideline for the approval of rockfall protection kits,* Swiss Agency for the Environment Forests and Landscape (SAEFEL), Switzerland.

[5]. Muraishi, H.; Sano, S. (1997), *Full Scale Rockfall test of ringnet barrier and components,* PWRI, Japan.

[6]. Wart mann, S.; Gerber, W. (2001), *Field Testing of Rockfall Protection Barriers; Comparison between the "Two Most Important Test Methods",* Swiss Federal Research Institute WSL, Birmensdorf, Switzerland.

[7]. EUROCODE 7 (2004), *Geotechnical design - Part 1: General rules.*

[8]. Griffiths, D. V.; Lane, P. A. (1999), *Slope stability analysis by finite elements, "Geotechnique",* vol.49 (3), pp.387-403.

[9]. Cała Flum Roduner, Rüegger Wartmann (2012), *TECCO Slope Stabilization System and RUVOLUM Dimensioning Method,* ISBN 978-3-033-03296-5, Romanshorn, Switzerland, AGH University of Science and Technology, Faculty of Mining & Geoengineering.

[10]. Test results (2016), *National Research Institute of Mechanical Engineering of Vietnam,* N° 16-KKC.

[11]. Abaqus theory manual (2008), *Dassault Systèmes Simulia Corp,* Providence: Rhode, Island, U.S.A.

Ngày nhận bài: 25/9/2023
Ngày chấp nhận đăng: 13/10/2023
Người phản biện: TS. Ngô Việt Đức
TS. Đinh Thế Hiên

Nghiên cứu thực nghiệm ảnh hưởng của nhiệt độ đến sự dính bám giữa vật liệu dẻo cường độ cao (FRP) và bê tông

■ **ThS. LÊ THANH TÂM(*); ThS. VŨ NGỌC TRINH; ThS. VŨ THỊ NGA**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: (*)lethanhtam8689@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Ngày nay, sửa chữa kết cấu bê tông cốt thép (BTCT) bằng phương pháp dán sợi gia cường được ứng dụng rộng rãi. Một số kết cấu làm việc trong điều kiện nhiệt độ cao. Bài báo trình bày nghiên cứu thực nghiệm xác định cường độ kéo nhổ của lớp vật liệu gia cường và bề mặt bê tông cường độ cao sau khi chịu tải trọng nhiệt từ 30^{0}C đến 100^{0}C. Với mỗi cấp nhiệt độ sẽ có 1 mẫu bê tông có cường độ chịu nén 60 MPa, cùng kích thước và vật liệu gia cường. Kết quả là cơ sở cho việc tính toán, thiết kế gia cường kết cấu bằng vật liệu FRP có xét đến ảnh hưởng của nhiệt độ cao.

TỪ KHÓA: Thực nghiệm, nhiệt độ, kéo nhổ, bám dính, vật liệu dẻo cốt sợi cường độ cao, FRP.

ABSTRACT: Nowadays, repair of reinforced concrete structures by means of fiber reinforcement is widely applied. Some structures work in hot temperature conditions. This paper presents an experimental study to determine the pull-off strength of the reinforcement layer and high-strength concrete after being subjected to thermal loads from 30^{0}C to 100^{0}C. For each temperature level, there are 1 specmen concrete with compressive strength of 60 MPa, same size and reinforcement material. The results are basis for the calculation and design of structural reinforcement using FRP material taking into account the influence of temperature.

KEYWORDS: Exprimental, temprature, pull-off, adhension, fiber reinforced polymer material, PRF.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Kết cấu chịu lực bằng BTCT kết cấu thép được sử dụng phổ biến trong các công trình giao thông và nhiều ngành khác. Theo thời gian làm việc, kết cấu BTCT chịu nhiều các tác động khác nhau. Nhóm tác động cơ học: tĩnh tải do tải trọng bản thân của kết cấu, hoạt tải sử dụng... và nhóm tác động của các yếu tố môi trường (nhiệt độ, độ ẩm, các yếu tố có nguồn gốc hóa học). Ngoài ra, trong quá trình sử dụng có sự thay đổi, gia tăng tải trọng tác dụng lên kết cấu, ví dụ nâng cao khả năng chịu tải của cầu hoặc có sự tác động bất thường không tính trước được trong quá trình thiết kế. Các tác động này gây ra các hư hỏng dẫn đến làm suy giảm khả năng chịu lực cho kết cấu. Để đảm bảo khả năng làm việc của kết cấu BTCT, công tác sửa chữa gia cường được xem là một giải pháp hiệu quả, khắc phục các kết cấu bị hư hỏng. Việc sửa chữa, gia cường đảm bảo cho kết cấu đáp ứng tốt các yêu cầu kỹ thuật đề ra.

Hiện nay, sửa chữa gia cường kết cấu có nhiều phương pháp: Mở rộng tiết diện kết cấu, dán bản thép, sử dụng ứng lực ngoài căng trước, gia cường bằng cách phun vữa bê tông, sử dụng vật liệu composite. Với mỗi phương pháp đều có ưu điểm và nhược điểm riêng. Vật liệu cốt sợi composite cường độ cao (Fibre Reinforced Polyme - FRP) được áp dụng phổ biến trong công tác sửa chữa gia cường kết cấu BTCT trên thế giới từ những năm 1980. Vật liệu này có nhiều ưu điểm về mặt kỹ thuật: Không làm tăng kích thước tiết diện của kết cấu, cường độ chịu kéo, mô-đun đàn hồi cao, trọng lượng nhẹ, thi công, thời gian thi công nhanh. Tại Việt Nam cũng xuất hiện một số vật liệu FRP của hãng Fyfe (Mỹ), Toray (Nhật Bản), một số hãng của Trung Quốc... Nhược điểm của vật liệu này là giá thành cao, hiệu quả gia cường bằng vật liệu FRP phụ thuộc vào tay nghề của công nhân thi công, sợi polymer là vật liệu khó phân hủy trong môi trường tự nhiên và không tái chế được.

a) - Gia cường công trình cầu *b) - Công trình nhà dân dụng*

Hình 1.1: Sửa chữa gia cường kết cấu bằng vật liệu cốt sợi cường độ cao FRP

Thêm nữa, một số kết cấu chịu ảnh hưởng nhiệt độ như: Cầu liên hợp bản thép (ảnh hưởng nhiệt của ánh nắng mặt trời), đường ống dẫn áp lực, bể chứa chất thải, silo của các nhà máy xi măng (ảnh hưởng nhiệt của các sản phẩm của nhà máy). Đối với kết cấu này khi được sửa chữa, gia cường bằng vật liệu dẻo cốt sợi thì khi nhiệt độ các kết cấu này tăng cao thì lớp vật liệu FRP gia cường cũng tăng theo, do đặc điểm cấu tạo của lớp FRP được cấu thành từ sợi cường độ cao và vật liệu nền là nhựa dẻo, với đa phần nhựa dẻo có cơ tính thay đổi nhiều khi chịu ảnh hưởng của nhiệt.

Để có khả năng tăng cường sửa chữa cho kết cấu thì ngoài các thông số cơ học đặc biệt quan trọng để đưa vào

trong tính toán: Cường độ, mô-đun đàn hồi, độ giãn dài theo các tiêu chuẩn tính toán sửa chữa gia cường dùng phương pháp sử dụng vật liệu dẻo cốt sợi cường độ cao thì một yếu tố rất quan trọng để đảm bảo chất lượng cũng như khả năng tăng cường của vật liệu FRP với kết cấu là độ dính bám. Yếu tố dính bám quyết định khả năng truyền lực từ kết cấu cần gia cường với lớp vật liệu gia cường FRP, nó đảm bảo tính làm việc liên tục, đồng thời giữa hai lớp vật liệu với nhau. Với điều kiện làm việc bình thường, kết cấu sửa chữa bằng vật liệu cốt sợi dẻo cường độ cao thì kết cấu công trình đảm bảo khai thác theo đúng giá trị thiết kế. Tuy nhiên, cấu tạo của vật liệu cường độ cao là keo nền và cốt sợi, keo nền là vật liệu chuyển tiếp, truyền lực đảm bảo tính liên tục nhưng keo nền khi chịu ảnh hưởng của nhiệt độ cao sẽ ảnh hưởng đến tính chất cơ tính. Với điều kiện môi trường làm việc ở Việt Nam, nhiều kết cấu, vị trí chịu ảnh hưởng trực tiếp từ ánh nắng mặt trời dẫn tới sự thay đổi nhiệt độ. Khi nhiệt độ kết cấu thay đổi thì cơ tính của keo nền cũng thay đổi. Vì vậy, với tấm FRP khi chịu ảnh hưởng của nhiệt độ cao thì khả năng bám dính của lớp vật liệu này và lớp bê tông còn đảm bảo được không?

Bê tông cường độ cao chính là các loại bê tông có khả năng chịu nén cao nhất hiện nay, chi tiết hơn là loại bê tông đặc biệt này được nén ở ngày 28 và được chế tạo từ hỗn hợp xi măng, hỗn hợp cốt liệu cùng các chất siêu dẻo và phụ gia hoạt tính.

Người ta phân loại bê tông cường độ cao như sau:

- Bê tông truyền thống có cường độ nén là 15 - 25 Mpa;
- Bê tông thường có cường độ nén là 30 - 50 Mpa;
- Bê tông loại này có cường độ nén là 60 - 80 Mpa;
- Bê tông cường độ siêu cao có cường độ nén là 100 - 150 Mpa.

Ở thời điểm hiện tại, loại bê tông này có vai trò quan trọng trong việc xây dựng các công trình lớn nhỏ như xây cầu, đường, nhà và những công trình thủy điện với quy mô lớn.

Sử dụng bê tông cường độ cao cho công trình ngoài biển

Sử dụng bê tông cường độ cao trong xây dựng nhà cao tầng

Hình 1.2: Ứng dụng bê tông cường độ cao trong thực tế

Hiện nay, tại Việt Nam và trên thế giới, nghiên cứu tính toán gia cường kết cấu bằng các loại vật liệu FRP khá nhiều [1-8]. Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu thực nghiệm nào về sự dính bám giữa lớp vật liệu gia cường và kết cấu gia cường, đặc biệt là bê tông cường độ cao. Trong phạm vi nghiên cứu này, nhóm tác giả sẽ tiến hành nghiên cứu sự dính bám (cường độ kéo nhổ) của vật liệu gia cường FRP và bê tông cường độ cao (có cường độ chịu nén > 60 MPa) sau khi chịu ảnh hưởng của nhiệt độ từ 30^{0}C đến 100^{0}C.

2. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

2.1. Lựa chọn thông số vật liệu

Yếu tố ảnh hưởng đến khả năng dính bám của vật liệu FRP với bề mặt kết cấu. Như đã biết, phương pháp hiện đang sử dụng vật liệu dẻo cốt sợi cường độ cao FRP để tăng cường sửa chữa cho kết cấu là phương pháp dán ướt. Quá trình được thực hiện như sau:

- Quét lớp keo nền lên bề mặt bê tông và tẩm bão hòa sợi gia cường FRP và keo nền;
- Dán lớp sợi FRP đã bão hòa lên bề mặt bê tông (vị trí đã quét keo nền);
- Bảo dưỡng sợi FRP nhằm mục đích sợi FRP và bê tông được liên kết đều với bề mặt bê tông.

Với công nghệ và phương pháp thi công này thấy rằng chất lượng liên kết giữa vật liệu gia cường và bề mặt kết cấu cần gia cường phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Loại vật liệu của kết cấu cần gia cường sửa chữa;
- Chất lượng và độ sạch của bề mặt kết cấu cần gia cường sửa chữa;
- Đặc tính cơ học của loại keo dùng để quét lên bề mặt kết cấu cần gia cường để tạo liên kết bề mặt;
- Đặc tính động học (độ nhớt) của loại keo dùng để tạo liên liên kết;
- Lựa chọn vật liệu FRP và vật liệu keo nền để khảo sát thử nghiệm.

Căn cứ mục tiêu nghiên cứu và xét đến các yếu tổ ảnh hưởng đến chất lượng liên kết của lớp vật liệu gia cường với bề mặt kết cấu gia cường sửa chữa, nhóm nghiên cứu thấy rằng: Kết cấu dự định nghiên cứu khảo sát là kết cấu bê tông thì các yếu có thể kiểm soát được để không ảnh hưởng đến chất lượng dính bám gồm:

- Loại vật liệu của kết cấu gia cường được ấn định là kết cấu bê tông;
- Chất lượng và độ sạch bề mặt của kết cấu bê tông được kiểm soát bằng cùng một điều kiện và quá trình thi công chế tạo mẫu.

Nếu các yếu tố trên đã được kiểm soát và có tính ổn định thì yếu tố còn lại ảnh hưởng đến chất lượng liên kết đối với kết cấu bê tông là độ thẩm thấu của keo nền vào bề mặt bê tông. Mức độ thẩm thấu này phụ thuộc vào đặc tính động học (độ nhớt) của loại keo nền được sử dụng. Vật liệu bê tông với đặc tính có độ rỗng nhất định, do vậy để thẩm thấu vào sâu bên trong kết cấu bê tông thì keo nền quét bề mặt có độ nhớt càng thấp càng tốt.

** Vật liệu thí nghiệm:*

Vật liệu sợi gia cường được sử dụng trong nghiên cứu này là sợi carbon Tyfo SCH41, keo nền Tyfo S của hãng Fyfo (Mỹ), bê tông cường độ chịu nén 60 MPa là Sumen Grout 60 - sản phẩm của Công ty Sumen Việt Nhật. Thông số đặc trưng của học của các loại vật liệu này được trình bày trong *Bảng 2.1, Bảng 2.2, Bảng 2.3* [11].

Bảng 2.1. Thông số cơ học của sợi carbon Tyfo SCH41

THÔNG SỐ KỸ THUẬT CỦA TẤM SỢI COMPOSITE SCH41			
ĐẶC TÍNH	**PHƯƠNG PHÁP ASTM**	**GIÁ TRỊ THÍ NGHIỆM**	**GIÁ TRỊ THIẾT KẾ**
Cường độ chịu kéo giới hạn theo hướng chính của sợi	D-3039	986 MPa	834 MPa
Độ giãn dài khi phá hoại	D-3039	1.0%	0.85%
Mô đun đàn hồi kéo	D-3039	95.8 MPa	82 Gpa
Cường độ chịu uốn	D-790	123.4 Mpa	104.8 Mpa
Mô đun đàn hồi uốn	D-790	3.12 GPa	2.65 Gpa
Cường độ chịu nén hướng dọc sợi	D-3410	344.8 MPa	293 Mpa
Cường độ chịu nén hướng ngang sợi	D-3410	77.2 Gpa	65.5 Gpa
Biến dạng uốn phá hoại	D-790	1.0%	0.85%
Hệ số giãn nở nhiệt dọc hướng sợi	D-696	2.10^{-6}/°C	
Hệ số giãn nở nhiệt	D-696	$1.23.10^{-5}$/°C	
Chiều dày tấm sợi		1.0 mm	1.0 mm

Bảng 2.2. Thông số cơ tính của vật liệu keo Tyfo S

EPOXY MATERIAL PROPERTIES		
Curing Schedule 72 hours post cure at 140° F (60° C).		
PROPERTY	ASTM METHOD	TYPICAL TEST VALUE*
T_g	ASTM D-4065	180°F (82°C)
Tensile Strength†, minimum psi	ASTM D-638 Type 1	7,250 psi (50.0 MPa)
Tensile Modulus, psi	ASTM D-638 Type 1	461,000 psi (3.18 GPa)
Elongation Percent	ASTM D-638 Type 1	5.0%
Flexural Strength, psi	ASTM D-790	17,900 psi (123.4 MPa)
Flexural Modulus, psi	ASTM D-790	452,000 psi (3.12 GPa)

Bảng 2.3. Thông số cấp phối bê tông

BẢNG THÀNH PHẦN CẤP PHỐI
cho 1m³ vữa hoặc bê tông theo các tỷ lệ trộn SUMEN GROUT 60/Đá dăm và thời gian thông xe (dự kiến)

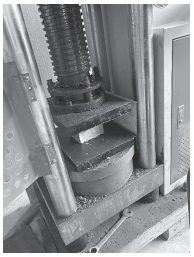
Tỷ lệ trộn (% theo khối lượng) SUMEN GROUT 60 / Đá dăm 5-10 mm	100/0	80/20	70/30	60/40	50/50
SUMEN GROUT 60 (kg)	2000	1707	1506	1302	1094
Đá dăm 5-10 (kg)	0	427	646	868	1094
Nước nhào trộn (kg)	240	206	188	170	152
Thời gian thông xe dự kiến (giờ) tại nhiệt độ					
≥30 °C	24	24	30	30	32
27 °C	24	30	36	36	36
20 °C	30	42	48	48	48
15 °C	36	48	60	60	60
10 °C	48	60	72	72	72
Mác vữa hoặc bê tông (MPa) (Cường độ chịu nén ở 28 ngày tuổi)	>70	>60	>50	>45	>40

2.2. Thí nghiệm

** Chế tạo mẫu thí nghiệm:*

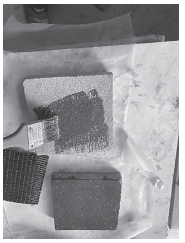
Thí nghiệm được thực hiện theo Tiêu chuẩn TCVN 9349:2012 [10]. Mục tiêu là xác định sự dính bám của vật liệu gia cường FRP và bề mặt bê tông trong dải nhiệt độ từ 30^{0}C đến 100^{0}C. Mỗi cấp nhiệt độ được chế tạo 1 mẫu bê tông có kích thước (150x150x50)mm, được gia cường sợi carbon Tyfo SCH41 bằng keo nền Tyfo S.

Rót bê tông vào khuôn

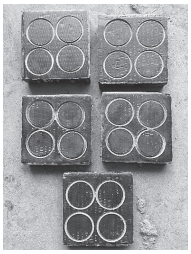


Nén mẫu xác định cường độ chịu nén

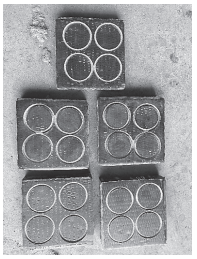
Mẫu bê tông trước gia cường



Dán sợi SCH41 lên bề mặt bê tông



Mẫu bê tông đã gia cường trước khi gia nhiệt độ

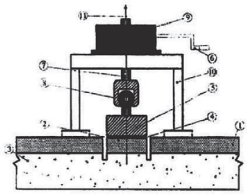


Mẫu bê tông đã gia cường sau khi gia nhiệt độ trong 24h

Hình 2.1: Quá trình chế tạo mẫu thí nghiệm

** Sơ đồ thí nghiệm:*

Sơ đồ thí nghiệm được thực hiện theo Tiêu chuẩn TCVN 9349:2012 như sau:



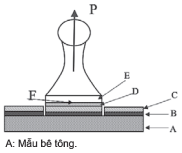
CHÚ DẪN:
1. Lớp vật liệu phủ bề mặt
2. Mẫu thử
3. Nền
4. Keo dán
5. Đĩa nhôm ∅ 50 mm
6. Tay quay
7. Quai kéo
8. Khớp nối xoay
9. Bộ phận gia tải và đồng hồ đo lực
10. Chân giá đỡ
11. Hướng lực kéo trùng trục khoan mẫu và vuông góc với bề mặt mẫu thử

Hình 2.2: Sơ đồ thí nghiệm kéo nhổ theo Tiêu chuẩn TCVN 9349:2012

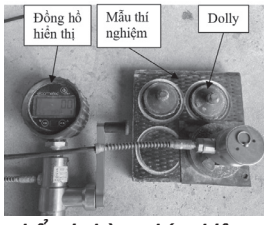
Theo [10], nguyên tắc thử là tạo vùng bề mặt cần thử, gắn đĩa nhôm (Dolly) lên bề mặt thử bằng keo có độ dính bám hơn độ dính bám của vật liệu thử ít nhất 1,25 lần. Sử dụng thiết bị kéo đứt gia tải đều thông qua đĩa nhôm thẳng góc với bề mặt mẫu thử cho đến khi đứt liên kết giữa vật liệu phủ và nền. Sau đó, tính toán độ dính bám (cường độ kéo nhổ). Độ bám dính (cường độ kéo nhổ) của lớp vật liệu phủ với nền R_d được xác định theo công thức sau:

$$R_d = \frac{P}{F}$$

Trong đó: P - Lực kéo đứt lớp vật liệu phủ và nền (N); F - Diện tích của đĩa nhôm (Dolly).



A: Mẫu bê tông.
B: Keo nền Tyfo S.
C: Sợi carbon SCH41.
D: Keo X2000.
E: Dolly.



Hình 2.3: Sơ đồ thí nghiệm kéo nhổ tại phòng thí nghiệm

- Bước 1: Gắn Dolly lên mẫu thí nghiệm bằng keo dán X2000.
- Bước 2: Bấm nút Reset để đồng hồ hiển thị số 0.0.
- Bước 3: Quay cần quay chậm theo chiều kim đồng hồ. Tốc độ quay khoảng 10 vòng/phút.
- Bước 4: Khi đó, số chỉ trên đồng hồ sẽ tăng lên. Quay cần quay đến khi Dolly bị tách ra khỏi bề mặt bê tông thì dừng lại. Ghi lại số chỉ trên đồng hồ.

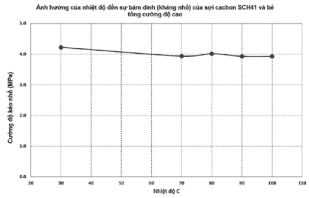
Với mỗi mức nhiệt độ, tiến hành kéo nhổ 3 mẫu.

2.3. Kết quả thí nghiệm và phân tích kết quả

** Kết quả thí nghiệm:*

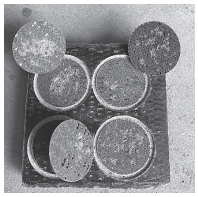
Bảng 2.4. Kết quả cường độ kéo nhổ của lớp sợi SCH41 và bê tông có cường độ chịu nén 60 MPa

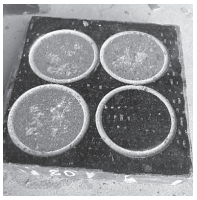
Thông tin mẫu		Thông số hiển thị MPa	Diện tích Dolly (mm2)	Lực kéo nhổ (N)	Cường độ kéo nhổ (MPa)	Trung bình (MPa)
30 độ	M1	23.96	1661.90	7527.26	4.53	4.22
	M2	20.13	1661.90	6324.03	3.81	
	M3	22.89	1661.90	7191.11	4.33	
70 độ	M1	21.36	1661.90	6710.44	4.04	3.93
	M2	19.76	1661.90	6207.79	3.74	
	M3	21.32	1661.90	6697.88	4.03	
80 độ	M1	20.16	1661.90	6333.45	3.81	4.02
	M2	20.68	1661.90	6496.81	3.91	
	M3	22.88	1661.90	7187.96	4.33	
90 độ	M1	20.67	1661.90	6493.67	3.91	3.93
	M2	21.54	1661.90	6766.99	4.07	
	M3	20.12	1661.90	6320.88	3.80	
100 độ	M1	20.56	1661.90	6459.11	3.89	3.92
	M2	19.58	1661.90	6151.24	3.70	
	M3	22.12	1661.90	6949.20	4.18	



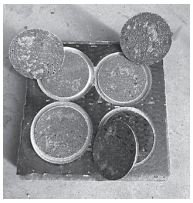
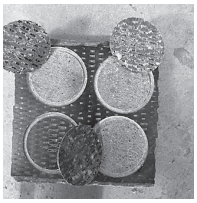
Hình 2.4: Cường độ kéo nhổ của lớp vật liệu FRP và bê tông sau khi chịu ảnh hưởng nhiệt độ cao

** Hình ảnh mẫu bị phá hoại ở các cấp nhiệt độ:*





30^{0}C 70^{0}C 80^{0}C

90^{0}C 100^{0}C

Hình 2.5: Các dạng phá hủy thí nghiệm kéo nhổ

** Phân tích kết quả:*

Từ kết quả thí nghiệm, nhóm nghiên cứu rút ra một số nhận xét sau:

- Cường độ kéo nhổ nhỏ nhất là 3,92 MPa ở nhiệt độ 100^{0}C và lớn nhất là 4,22^{0}C.

- Dạng phá hoại khi kéo nhổ là lớp sợi gia cường bị tách ra khỏi với bê tông nền và lớp bê tông nền bị đứt.

- Sai số giữa giá trị nhỏ nhất và giá trị lớn nhất là 7%. Theo TCXDVN 239:2005, chỉ dẫn đánh giá cường độ bê tông trên kết cấu công trình ($R_{min} \geq 0,75\ R_{yc}$) [11] thì sai số này cộng với dạng phá hoại của các mẫu thí nghiệm đều là dạng đứt gãy của lớp bê tông nền, từ đó cho thấy rằng kết quả thí nghiệm là đáng tin cậy.

- Theo bảng số liệu và biểu đồ ảnh hưởng của cường độ kéo nhổ của sợi carbon SCH41 và bê tông có cường độ chịu nén 60 Mpa ta thấy rằng, sau khi chịu ảnh hưởng của nhiệt độ ≤ 100^{0}C thì cường độ kéo nhổ của lớp gia cường là sợi carbon không bị ảnh hưởng nhiều.

3. KẾT LUẬN

Qua nghiên cứu này, nhóm tác giả rút ra một số kết luận sau:

- Nhóm đã thực hiện nghiên cứu thực nghiệm xác định cường độ kéo nhổ của lớp vật liệu gia cường FRP và bê tông cường độ cao (60 MPa) sau khi chịu ảnh hưởng từ 30^{0}C đến 100^{0}C theo Tiêu chuẩn TCVN 9349:2012.

- Chất lượng dính bám giữa vật liệu gia cường FRP và bê tông phụ thuộc vào quá trình thẩm thấu của keo nền vào bê tông để tạo neo liên kết chặt giữa lớp vật liệu FRP và bê tông. Thí nghiệm sử dụng keo nền Tyfo S có độ nhớt 600 - 700 cps. Từ dạng phá hủy là lớp bê tông bị tách, đứt, cho thấy rằng chất lượng dính bám của keo nền thí nghiệm là đạt yêu cầu.

- Quá trình thí nghiệm, nhóm tác giả thấy rằng khi sấy mẫu ở nhiệt độ cao từ 60^{0}C đến 100^{0}C thì lớp sợi vật liệu gia cường và keo nền có hiện tượng bị mềm hóa. Sau khi nhiệt độ giảm về nhiệt độ môi trường (~30^{0}C) thì lớp vật liệu gia cường và keo nền lại cứng rắn.

- Qua các kết quả thí nghiệm từ nhiệt độ môi trường (~30^{0}C) đến nhiệt độ cao (100^{0}C) thấy rằng, cường độ kéo nhổ giữa lớp vật liệu gia cường FRP và bê tông cường độ cao gần như không thay đổi (suy giảm 7%). Từ đó thấy rằng, khả năng liên kết dính bám còn đảm bảo sau khi chịu tác dụng của nhiệt độ cao.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học GTVT trong Đề tài mã số T2023-CT015.

Tài liệu tham khảo

[1]. Nguyễn Trung Hiếu, Lý Trần Cường (2020), *Gia cường kết cấu BTCT bằng vật liệu tấm sợi composite*, NXB. Xây dựng.

[2]. Phe P.V, Huy N.X. (02/2020), *Mô hình ứng xử của dầm gia cường bằng FRP chịu tải trọng cơ nhiệt*, Tạp chí Khoa học GTVT, tập 71, số 2, tr.80-90.

[3]. Y.C.Wang, P.H.Wong, V.Kodur (2003), *Mechanical Properties of Fibre Reinforced Polymer Reinforcing Bar at Elevated Temperature*, Institute Reseach in Construction, pp.183-192.

[4]. Milad Bazli, Milad Abolfazli (2020), *Mechanical Properties of Fibre Reinforced Polymers under Elevated Temperatures*, Licensee MDPI, Switzerland.

[5]. Venkatesh Kodur, Svetha Venkatachari, Vasant A.Matasagar, Shamsher Bahadur Singh (2022), *Test Methods for Charaterizing the Properties of Fiber Reinfored Polymer Composites at Elevanted Temperatures*, Licensee MDPI, Switzerland.

[6]. A.Naser, M.Fahad (2018), *Adhesion test for epoxy reinforcing using waste materials applied on concrete surfaces*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.

[7]. Clarisse Mikami, Hwai-Chung Wu, Abulgasem Elarbi (2015), *Effect of hot temperature on pull-off strength of FRP bonded concrete*, Construction and Building Materials 91, 180-186.

[8]. B. Yu , V.K.R. Kodur (2014), *Effect of high temperature on bond strength of near-surface mounted, FRP reinforcement*, Composite Structures 110, 88-97.

[9]. *Chỉ dẫn kỹ thuật vật liệu Fyfo của hãng Fyfe.*

[10]. *Tiêu chuẩn TCVN 9349:2012 - Lớp phủ bề mặt kết cấu - Phương pháp kéo đứt thử độ dính bám nền.*

[11]. TCXDVN 239:2005, *Chỉ dẫn đánh giá cường độ bê tông trên kết cấu công trình.*

Ngày nhận bài: 12/10/2023
Ngày chấp nhận đăng: 25/10/2023
Người phản biện: TS. Nguyễn Đăng Hanh
TS. Trịnh Minh Hải

Thiết kế phần mềm mô phỏng sonar trong điều khiển của các phương tiện dưới nước từ xa (ROV)

■ **TS. NGUYỄN ĐÌNH THẠCH**
Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email: thachnd.ddt@vimaru.edu.vn

TÓM TẮT: Bài báo trình bày phương pháp thiết kế, xây dựng phần mềm mô phỏng sonar trong việc thu thập dữ liệu cho đối tượng ROV. Trong môi trường dưới nước, sonar yêu cầu khối lượng tính toán lớn do sự phức tạp của vật lý âm thanh. Mô phỏng hoạt động sonar cho phép đánh giá các thuật toán và hệ thống điều khiển mà không cần đến môi trường thực tế dưới nước, giúp giảm chi phí và rủi ro của các thí nghiệm tại hiện trường. Bài báo xây dựng phần mềm mô phỏng sonar giúp thu thập dữ liệu dưới nước với các yếu tố môi trường sát với thực tế. Việc mô phỏng dữ liệu sonar như hình ảnh và độ sâu là rất quan trọng để thiết kế và điều chỉnh các thuật toán phát hiện và cài đặt cảm biến cho đối tượng ROV. Bên cạnh đó, việc kết nối giữa sonar và ROV mô phỏng quá trình truyền dữ liệu giúp đánh giá và thực hiện các quá trình điều khiển thiết bị dưới nước dễ dàng hơn.

TỪ KHÓA: Mô phỏng sonar, mô phỏng dữ liệu cảm biến, hình ảnh sonar, robot dưới nước.

ABSTRACT: This article presents the method of designing and building sonar simulation software in collecting data for ROV objects. In underwater environments, sonar requires a large amount of computation due to the complexity of acoustic physics. Simulation of sonar operations allows the evaluation of algorithms and control systems without the need for a realistic underwater environment, helping to reduce the cost and risk of field experiments. The article develops sonar software to help collect underwater data with environmental factors close to the ocean. Simulating realistic sonar data such as images and depth is essential for designing and tuning detection algorithms and sensor settings. Besides, the connection between sonar and ROV affects data transmission through sound waves, making it easier to evaluate and perform underwater device control processes.

KEYWORDS: Sonar simulation, simulated sensor data, Sonar imaging, underwater robotics.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Những năm gần đây, con người ngày càng quan tâm đến môi trường dưới nước và có những nỗ lực đáng kể trong việc tạo ra và phát triển các công nghệ hiện đại để khám phá, khai thác. Việc phát hiện, xác định và định vị chính xác các vật thể dưới nước là rất khó do các điều kiện dưới nước như tầm nhìn kém, sóng vô tuyến lan truyền yếu và chuyển động dòng chảy liên tục của vùng nước. Do đó, đòi hỏi cần có các thiết bị chuyên dụng dưới nước như ROV, AUV để khảo sát và kiểm tra [1, 2].

Trên thế giới, các nghiên cứu ban đầu về định vị và sonar kết hợp bộ lọc Kalman mở rộng (EKF) thường được sử dụng trong các môi trường dưới nước để khảo sát các công trình bến cảng, bến du thuyền [3, 4]. Nhóm nghiên cứu Romulo Cerqueira đã thực hiện mô phỏng sonar dựa trên GPU của máy tính nhưng chưa kết nối với ROV để thử nghiệm. Ngoài ra, công nghệ xử lý ảnh để mô phỏng sonar được tác giả Jose E. Almanza-Medina và cộng sự thực hiện để xây dựng các hình ảnh sonar quét được trong môi trường dưới nước. Các phương pháp trên đã áp dụng các công nghệ để tính toán phục vụ mô phỏng sonar trong lĩnh vực hàng hải và môi trường biển nhưng chưa xây dựng được hệ thống tích hợp hoàn chỉnh. Các hoạt động thử nghiệm còn đơn lẻ và chưa có sự liên kết tới các phần mềm mô phỏng ROV, AUV khác.

Trong nghiên cứu [5], tác giả Almanza-Medina và cộng sự đã nghiên cứu tái tạo hình ảnh, kỹ thuật ước tính và sử dụng dữ liệu phục vụ học máy. Bộ dữ liệu hình ảnh được xây dựng trên phần mềm Unity 3D với các kết cấu khác nhau. Bên cạnh đó, tác giả Mario Prats đã xây dựng được UWSim, đây là một công cụ trực quan và mô phỏng các nhiệm vụ robot dưới nước. Dựa vào các tính năng thực tế của sonar, phần mềm đã mô phỏng thành công các nhiệm vụ, định hướng đào tạo huấn luyện điều khiển ROV [6, 7].

Trong nước, nhóm tác giả Nguyễn Đình Tĩnh, Trường Đại học Kỹ thuật Lê Quý Đôn đã xây dựng mô hình tín hiệu thu của sonar sử dụng công nghệ định cửa (xung CW). Tuy nhiên, nghiên cứu về mô phỏng sonar còn hạn chế. Hầu hết các thiết bị được mua từ nước ngoài, khó tiếp cận công nghệ và chỉ dừng ở mức vận hành [8].

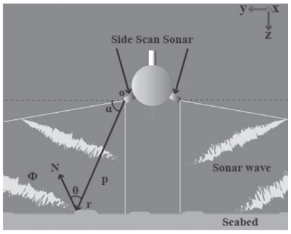
Từ lý do trên, nhóm tác giả đề xuất tập trung xây dựng phần mềm mô phỏng sonar kết hợp ROV giúp đáp ứng yêu cầu huấn luyện và đào tạo học viên, sỹ quan có trình độ cao. Ngoài ra, khả năng làm chủ công nghệ để xây dựng hệ thống mô phỏng phương tiện dưới nước là hết sức thực tế và đáp ứng được nhu cầu đào tạo thực tiễn hiện nay.

Cấu trúc bài báo được chia như sau: Mục 2: Cơ sở lý thuyết xây dựng sonar; Mục 3 trình bày các bước thiết kế xây dựng đồ họa và cho sonar; Mục 4 thực hiện mô phỏng giữa sonar và phần mềm ROV và cuối cùng là kết luận.

2. MÔ HÌNH HÓA SONAR VÀ XỬ LÝ HÌNH ẢNH

2.1. Phương pháp xử lý ảnh

Một mô hình AUV điển hình với sonar gắn hai bên hoặc phía đáy thiết bị. Có hai loại sonar là thiết bị sonar thụ động có chức năng nhận tín hiệu sóng âm từ các đối tượng và thiết bị sonar chủ động có chức năng phát và thu lại sóng âm phản xạ từ mục tiêu. Mô hình hướng và tọa độ của sonar hai cạnh bên được hiển thị trong *Hình 2.1* [7].



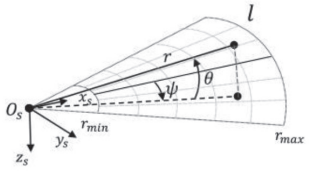
Hình 2.1: Hướng, tọa độ của sonar

Đối với một điểm đặc trưng $I = [\Psi, r, \theta]^T$ được tham số hóa bởi tọa độ cầu sonar, phép đo sonar là:

$$h(I) = \pi(p) = \begin{bmatrix} \psi \\ r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a\tan 2(p_y, p_x) \\ \sqrt{p_x^2 + p_y^2 + p_z^2} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$p = \begin{bmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r\cos\psi\cos\theta \\ r\sin\psi\cos\theta \\ r\sin\theta \end{bmatrix}$$

Trong đó: p - Tọa độ Cartesian sonar tương ứng của điểm *I*; *r* - Phạm vi đến điểm gốc sonar và là góc chịu lực ngang. Hàm chiếu π chiếu tất cả các điểm đặc trưng trên cung màu đỏ thành một điểm pixel duy nhất trên hình ảnh 2D [2]. Lưu ý rằng góc θ bị mất trong phép chiếu 3D thành 2D và nó đặc trưng cho đáp ứng $\theta \in [\theta_{min}, \theta_{Max}]$. Góc nhìn ngang (FOV) và phạm vi phát hiện lần lượt là $\Psi \in [\Psi_{min}, \Psi_{Max}]$ và $r \in [r_{min}, r_{Max}]$. Tất cả các điểm trên vòng cung màu đỏ sẽ được chiếu thành một điểm pixel duy nhất trên hình ảnh sonar 2D và khi đó góc nâng θ bị mất được thể hiện như *Hình 2.2*.



Hình 2.2: Xây dựng hình ảnh sonar

2.2. Công nghệ xử lý ảnh trong Unity

Việc mô phỏng tín hiệu sonar đầy đủ bao gồm cả thành phần pha là hoàn toàn cần thiết để cung cấp cho quá trình xử lý sonar tiêu chuẩn như giao thoa kế hoặc tạo chùm tia với tín hiệu do bộ mô phỏng tạo ra. Trong phần này mô tả các thành phần pha đóng vai trò quan trọng đối với quá trình xử lý như vậy và cho thấy rõ ràng rằng mô phỏng về bản chất là sự gắn kết dưới đáy biển. Bên cạnh đó, dữ liệu sau khi thu thập từ sonar được đưa vào phần mềm để dựng ảnh [9].

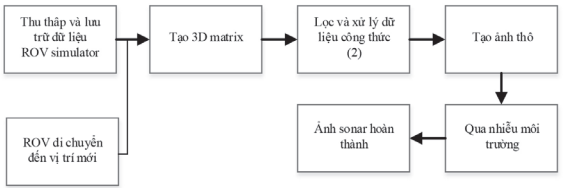
Với mỗi vị trí trên quỹ đạo cho trước, hình ảnh được tạo ra trong phần mềm mô phỏng ROV và các hình ảnh này lặp lại N lần. Ma trận có kích thước N_R x M x N_B được tạo ra, M biểu thị số giá trị phạm vi khác nhau. Ban đầu, ma trận chứa đầy các giá trị bằng 0 và chỉ một số phần tử của nó được thay thế bằng giá trị cường độ tại các tọa độ cụ thể được xác định bởi công thức:

$$I\left(\left[\frac{R(i,j)M}{R_{\max}}\right], i, j\right) = C(i,j)L(i,j) \quad (2)$$

Trong đó: i và j - Các chỉ số biểu thị tọa độ trong ma trận hình ảnh và [a] là phép toán trần trả về số nguyên gần nhất lớn hơn hoặc bằng số a.

Ngoài ra, ảnh sau khi xử lý sẽ thêm nhiễu từ sóng biển, sóng siêu âm… với cường độ phù hợp với các mức trong thực tế.

Dựa theo công thức (2), nhóm tác giả xây dựng quy trình xử lý dữ liệu hình ảnh trong *Hình 2.3*.

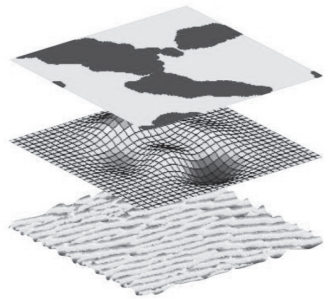


Hình 2.3: Quy trình xử lý ảnh sonar

Từ quy trình xử lý ảnh, nhóm tác giả xây dựng phần mềm mô phỏng sonar để tạo ra hình ảnh sonar thực tế từ môi trường dưới nước. Dựa vào dữ liệu mô phỏng có thể thử nghiệm các kỹ thuật xử lý hình ảnh với chi phí tính toán thấp. Hiện nay, có rất nhiều nền tảng xây dựng phần mềm mô phỏng như Unity 3D, Unreal… hỗ trợ mạnh mẽ người dùng và dễ dàng lập trình. Trong đó, Unity 3D là một nền tảng phát triển đã được kiểm tra kỹ lưỡng, có khả năng tạo ra các kịch bản 3D, cung cấp bộ công cụ lập trình lớn.

Các bước xây dựng đáy biển liên quan đến khả năng phản xạ của sóng âm như sau:

- Lớp phân vùng (Partition Layer): Trong mô phỏng có thể chọn 3 loại đáy biển trong cùng môi trường. Đường giới hạn giữa đáy biển được tính toán bằng viền fractal.
- Lớp độ cao (Elevation Layer): Lớp này chứa hai độ cao là: Độ dốc tuyến tính đặc trưng cho đáy biển ven biển và độ cao 3D ngẫu nhiên đặc trưng bởi màu nâu.
- Lớp kết cấu (Texture layer): Bốn loại kết cấu khác nhau được mô hình hóa cho các loại đáy biển. Kết quả thể hiện trong *Hình 2.4*.



Hình 2.4: Phân tách biểu diễn 3D của đáy biển

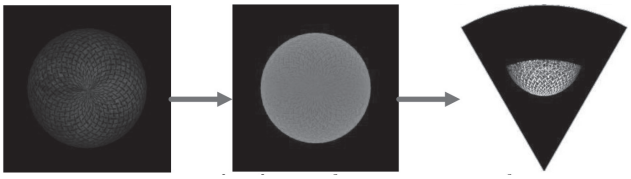
3. THIẾT KẾ PHẦN MỀM MÔ PHỎNG 3D

3.1. Kết xuất hình ảnh sonar

3.1.1. Kết quả hình ảnh sonar

Thực tế, các cảm biến được gắn với thiết bị ROV thu về phản xạ sóng âm và các bề mặt của vật thể thường là

những điểm không đồng đều. Các giá trị phản xạ về là khác nhau, để hiển thị các bề mặt này trong phần mềm mô phỏng cần dựa trên giá trị cường độ tiếng vang như *Hình 3.1*. Ngoài ra, dựa trên sự nhiễu loạn thông thường, tác giả đã sử dụng để mô phỏng tạo ra các nếp nhăn và vết lõm trên bề mặt đối tượng bằng cách sử dụng họa tiết RGB.



Hình 3.1: Kết xuất bóng đổ và ánh xạ của vật thể

Độ phản xạ cho phép mô tả chính xác cường độ nhận được từ các vật thể có thể quan sát được trong quá trình xử lý đổ bóng, tùy theo đặc tính vật liệu (ví dụ, nhôm có độ phản xạ cao hơn gỗ và nhựa). Khi một đối tượng được xác định thuộc tính phản xạ, giá trị phản xạ sẽ được chuyển đến trình đổ bóng phân đoạn và được xử lý trên GPU.

3.1.2. Mô hình nhiễu

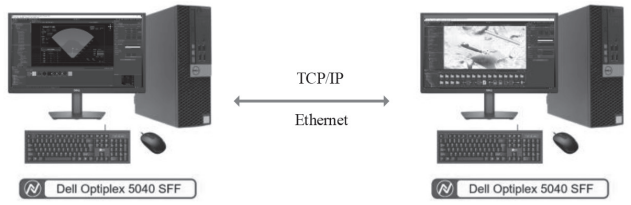
Các hệ thống sonar bị nhiễu bởi nhiễu thực tế nhân lên được gọi là đốm trên hình ảnh phản hồi về, nguyên nhân gây ra bởi quá trình xử lý các tín hiệu tán xạ ngược từ nhiều mục tiêu phân tán. Hiệu ứng này làm giảm chất lượng hình ảnh và đánh giá trực quan. Nhiễu đốm dẫn đến giao thoa tăng cường và giao thoa triệt tiêu được thể hiện dưới dạng các chấm sáng và tối trong ảnh. Nhiễu của hình ảnh đã được thể hiện như sau [9]:

$$z(t) = x(t) \times n(t) \quad (3)$$

Trong đó: t - Thời điểm tức thời, *z(t)* - Hình ảnh bị nhiễu; *x(t)* - Hình ảnh có nhiễu tự do; *n(t)* - Ma trận nhiễu.

3.2. Xây dựng giao diện sonar trong Unity 3D

Dựa vào thông số phần mềm sonar, tác giả xây dựng cấu hình phần cứng máy tính mô phỏng và truyền thông giữa hai máy tính với nhau. Hiện nay, có nhiều giao thức truyền nhận dữ liệu như FTP, HTTP, TCP/IP và RF LoraWan… có ưu điểm và nhược điểm riêng. Trước tiên, mỗi máy tính được đặt một địa chỉ IP riêng để truyền và nhận dữ liệu mô phỏng. Cấu hình phần cứng hệ thống mô phỏng sonar và ROV thể hiện trong *Hình 3.2*.



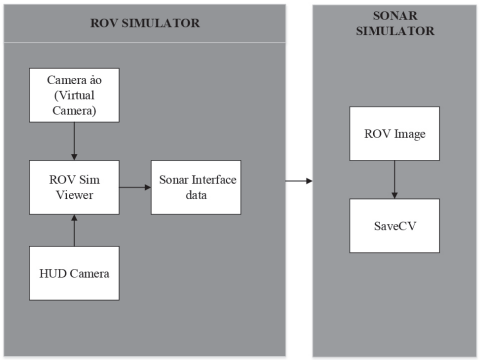
Hình 3.2: Phần cứng máy tính mô phỏng sonar và hệ thống ROV

Một số thông số như khoảng cách đến mục tiêu, tọa độ, tốc độ và hướng của ROV được gửi sang phần mềm mô phỏng sonar. Các chương trình con sẽ kiểm tra điều kiện như địa chỉ, cổng port và một số yếu tố bảo mật trước khi hình thành giao thức. Các thông số này được mã hóa riêng với các định dạng khác nhau và được gửi đi đến máy mô phỏng sonar.

3.3. Cấu trúc tối ưu hóa và xử lý hình ảnh sonar

Khi di chuyển ROV trong môi trường dưới nước bắt buộc sonar phải xử lý hình ảnh và hiển thị lên màn hình nhanh nhất và chính xác. Do đó, đòi hỏi thuật toán xử lý hình ảnh và tối ưu hóa các bước để hình ảnh đối tượng hiển thị lên khung hình là thông minh. *Hình 3.3* thể hiện quá trình xử lý ảnh và thuật toán tối ưu trong phần mềm sonar.

Hệ thống bắt đầu với quá trình khởi tạo bao gồm bước hiệu chuẩn, ước tính tham số bên ngoài và cho phép thực hiện các phép đo nâng cao. Sau đó, quá trình xử lý dữ liệu cho phép so sánh giữa hai ảnh siêu âm liên tiếp do camera gắn trên ROV ghi nhận được.



Hình 3.3: Cấu trúc tối ưu hóa sonar

4. KẾT QUẢ

4.1. Kịch bản thử nghiệm

Sau khi xây dựng phương trình toán trong Mục 2 và cấu trúc tối ưu hóa trong Mục 3, tác giả tiến hành chạy thử nghiệm tính năng của phần mềm mô phỏng sonar để tính toán nhận diện mục tiêu và khả năng làm việc của hệ thống. Một số kịch bản mô phỏng được đặt ra để thử nghiệm phần mềm.

- Kịch bản 1: ROV khảo sát, sửa chữa tàu ngầm mini có mục đích khảo sát đáy biển và thảm thực vật dưới nước bị sự cố.

- Kịch bản 2: ROV kiểm tra đường cáp quang chạy ngầm dưới đáy biển như: Cáp quang biển AAG (Asia-America Gateway), cáp quang biển AAG (Asia-America Gateway), tuyến cáp quang TVH (Thailand-Vietnam-Hong Kong)…

4.2. Kết quả

Tác giả tiến hành mô phỏng kết nối giữa hai máy tính với nhau, chạy phần mềm ROV và phần mềm sonar như *Hình 4.1* [10, 11].

Hình 4.1: Kết quả chạy mô phỏng theo kịch bản 1

Hình 4.1 thể hiện kết quả mô phỏng giữa ROV và sonar, tọa độ thử nghiệm là $107^{0}45{,}4712E$ và $20^{0}10{,}5421N$.

Màu sắc của sonar có thể thay đổi theo tùy ý người dùng với hai màu chủ đạo là vàng và đỏ. Khoảng cách đối tượng càng gần thì màu vàng thể hiện càng rõ nét, nếu xa

sẽ có màu đỏ tương ứng với phản xạ sóng âm với cường độ kém hơn. ROV di chuyển tới vị trí gần tàu ngầm khảo sát bị sự cố với tốc độ thấp tương đối không đổi 0,32 m/s và giữ cùng độ sâu 30 m với đối tượng, góc nâng có thể được coi là 0.

Kịch bản 2 thể hiện ROV kiểm tra đường cáp quang ngầm bị sự cố thể hiện trong *Hình 4.2*. Tác giả thay đổi phương pháp xử lý ảnh và dữ liệu kết xuất màu sắc [12]. Trong kịch bản này, yếu tố nhiễu ảnh hưởng nhiều đến tín hiệu phản hồi sóng âm thu hồi về. ROV di chuyển tới vị trí gần tàu ngầm khảo sát bị sự cố với tốc độ thấp tương đối không đổi 0,5 m/s và giữ cùng độ sâu 25 m với đối tượng, góc nâng có thể được coi là 0.

Hình 4.2: Kết quả chạy mô phỏng theo kịch bản 2

Kết quả mô phỏng cho thấy ảnh hưởng của nhiễu theo công thức (3) ảnh hưởng nhiều lên sóng âm gửi đi và nhận về của sonar. Các vệt sáng trên màn hình thu được từ các nhiễu trong môi trường [10, 11].

Từ đó, tác giả tổng hợp được các tham số cài đặt và hiệu chỉnh cho sonar trong hai kịch bản như *Bảng 4.1*.

Bảng 4.1. Thông số kết quả mô phỏng sonar

Tham số	Kịch bản 1	Kịch bản 2
Thang đo sonar [r_{min}, r_{max}]	[0,1, 30]	[0,1, 25]
Sonar bearing FOV	[-45, 45]	[-45, 45]
Độ lệch chuẩn của nhiễu tầm siêu âm (m)	[-10, 15]	[-10, 15]
Độ lệch chuẩn của sóng âm mang sonar (độ)	0,006	0,005
Khoảng cách mục tiêu (m)	28	22

Kết quả cho thấy, với khả năng mô phỏng sonar thông qua phần mềm UNITY 3D và công nghệ xử lý ảnh đã cho kết quả tốt. So sánh với các công trình tương tự, kết quả thử nghiệm của hệ thống đáp ứng được 80%. Bên cạnh đó, chi phí chế tạo thấp và đáp ứng được yêu cầu huấn luyện.

5. KẾT LUẬN

Bài báo đã xây dựng thành công hệ thống mô phỏng sonar kết hợp với ROV. Kết quả cho thấy quá trình xử lý hình ảnh trong mô phỏng sonar. Với dữ liệu hình ảnh thực tế từ môi trường ảo và kịch bản thử nghiệm, khai thác khả năng của nền tảng Unity cho phép người dùng lưu trữ phục vụ hiệu chuẩn thiết bị thật. Ngoài ra, các thông số hiệu chỉnh với phạm vi và chùm tia có thể được điều chỉnh phù hợp với cảm biến thực tế. Các tham số về vị trí của sonar được cung cấp bởi hệ thống mô phỏng ROV cho phép chính xác tọa độ. Kết quả mô phỏng có thể là dữ liệu nguồn để tiến hành phân tích định lượng, ghép quỹ đạo điều khiển ROV trong tương lai.

Tài liệu tham khảo

[1]. Tadahiro Hyakudome (2017), *Design of AutonomousUnderwater Vehicle*, International Journal of Advanced Robotic Systems, pp.6-11.

[2]. S. McMillan, D. Orin, and R. Mcghee (1995), *Efficient dynamic simulation of an underwater vehicle with a robotic manipulator, Systems, Man and Cybernetics*, IEEE Transactions on, vol.25, no.8, pp.1194-1206.

[3]. T. Guerneve and Y. Petillot (2015), *Underwater 3D reconstruction using BlueView imaging sonar*, in IEEE OCEANS, pp.1-7, Genova, Italy.

[4]. B. T. Henson and Y. V. Zakharov (2018), *Attitude-trajectory estimation for forward-looking multibeam sonar based on acoustic image registration*, IEEE Journal of Oceanic Engineering, pp.1-14.

[5]. M. Prats, J. Prez, J. J. Fernndez and P. J. Sanz (2012), *An open source tool for simulation and supervision of underwater intervention missions*, in Proceedings of the IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.2577-2582.

[6]. S. Banerjee, R. Ray, S. N. Shome and G. Sanyal (2014), *Noise induced feature enhancement and object segmentation of forward looking sonar image*, Procedia Technology, vol.14, pp.125-132.

[7]. Phạm Minh Thiên Thành, Vy Văn Cầu, Nguyễn Duy Anh (2018), *Nghiên cứu, thiết kế và điều khiển thiết bị ROV*, Tạp chí Khoa học công nghệ GTVT, số 27+28.

[8]. Nguyễn Đình Tĩnh and Nguyễn Thanh Hưng (9/2022), *Nghiên cứu xây dựng mô hình tín hiệu thu cho sonar mặt mở tổng hợp nhiều máy thu với dữ liệu về vận tốc truyền âm ở biển Việt Nam"*, JST, tập 17, số 04.

[9]. Almanza Medina, Jose & Henson, Benjamin & Zakharov, Yuriy (2019), *Imaging sonar simulator for assessment of image registration techniques*. pp.1-7.

[10]. Nguyễn Đình Thạch (11/2021), *Sử dụng bộ điều khiển PLC và phần mềm Unity 3d trong thiết kế hệ thống mô phỏng phương tiện dưới nước (ROV)*, Tạp chí Khoa học công nghệ Hàng hải, số 68.

[11]. Nguyễn Đình Thạch, Nguyễn Văn Hùng (2022), *Ứng dụng bộ điều khiển PID trong mô phỏng động lực học của phương tiện điều khiển dưới nước từ xa (ROV)*, Tạp chí GTVT, số 10, tr.89-92.

[12]. A. Indraprastha and M. Shinozaki (2009), *The investigation on using Unity3D game engine in urban design study*, Journal of ICT Research and Applications, vol.3, no.1, pp.1-18.

Ngày nhận bài: 29/6/2023
Ngày chấp nhận đăng: 06/10/2023
Người phản biện: PGS. TS. Phan Văn Hưng
TS. Đỗ Khắc Tiệp

Xói lở bờ sông và giải pháp công trình mềm, thân thiện môi trường để bảo vệ và ổn định bờ sông

■ **TS. MAI QUANG HUY; ThS. NGUYỄN ĐÌNH PHƯƠNG; ThS. PHẠM MINH TRANG(*)**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: (*)pmtrang@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Xói lở bờ sông là một quá trình tự nhiên, là kết quả của sự tương tác giữa dòng chảy và lòng dẫn. Nếu không có những giải pháp đối phó đúng và kịp thời, xói lở bờ có thể gây ra những thiệt hại rất lớn về kinh tế và xã hội. Truyền thống, các giải pháp chống xói lở bờ sông đều sử dụng vật liệu là đá hoặc bê tông. Ngày nay, giải pháp mềm và thân thiện với môi trường thường được ưu tiên hơn. Bài báo là kết quả nghiên cứu ứng dụng giải pháp gia cố xanh sử dụng bao địa kỹ thuật chứa cát để gia cố, chống xói lở bờ sông. Giải pháp này không chỉ mang lại màu xanh tức thì cho bờ sông mà các sợi vải thô của bao có khả năng giữ lại các hạt bùn cát giúp thúc đẩy thảm thực vật phát triển.

TỪ KHÓA: Bao cát địa kỹ thuật, xói lở, bờ sông, giải pháp xanh.

ABSTRACT: Riverbank erosion is a natural process, the result of the interaction between the flow and the channel. If there are no correct and timely solutions, bank erosion can cause huge economic and social damage. Traditionally, solutions to prevent river bank erosion use materials such as stone or concrete. Nowadays, soft and environmentally friendly solutions are often preferred. This article is the result of research on the application of green reinforcement solutions using geotechnical bags containing sand to reinforce and prevent river bank erosion. This solution not only brings instant green color to the riverbank, but the coarse fabric fibers of the bag have the ability to retain sand and mud particles to help promote vegetation growth.

KEYWORDS: Geobag, erosion, river banks, green solutions.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Xói lở bờ sông là hiện tượng biến dạng theo phương ngang của lòng dẫn, xảy ra do tổ hợp của quá trình xói lòng dẫn và lở bờ, trong đó xói lòng dẫn là tiền đề còn lở bờ là kết quả. Tình trạng sạt lở bờ biển và bờ sông ở Việt Nam ngày càng phức tạp và nghiêm trọng. Hiện tượng xói lở bờ sông xảy ra thường xuyên hơn trong những năm gần đây và chúng ngày càng mạnh hơn, dữ dội hơn và khó lường hơn. Theo số liệu của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, cả nước hiện có 2.229 điểm sạt lở bờ sông, bờ biển, với tổng chiều dài hơn 2.837 km, trong đó các tỉnh Bắc bộ và Thanh Hóa có 439 điểm (394 km), các tỉnh ven biển miền Trung từ Nghệ An đến Bình Thuận 815 điểm (1.200 km), các tỉnh Tây Nguyên 388 điểm (394 km), các tỉnh Đông Nam bộ 117 điểm (160 km) và các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long 470 điểm (689 km) [1].

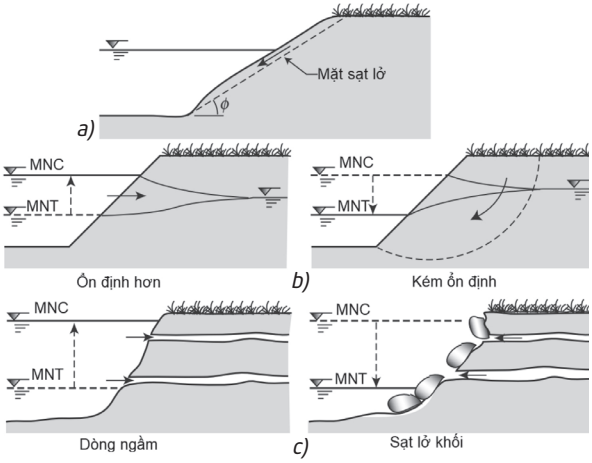
Ở Việt Nam, các giải pháp chống xói lở bờ sông thường sử dụng vật liệu là đá hoặc bê tông. Khi đá xây dựng ngày càng khan hiếm và mối quan tâm về môi trường ngày càng được chú trọng, các giải pháp mềm và thân thiện với môi trường sẽ được quan tâm hơn. Trên thế giới, từ cuối những năm 1950, việc ứng dụng bao cát địa kỹ thuật (hoặc bao cát sinh thái) bên trong chứa đầy cát (Geobag) thay thế cho vật liệu đá trong lĩnh vực công trình thủy [2, 3]. Ngày nay, bao vải địa kỹ thuật hoặc bao sinh thái và nệm vải địa kỹ thuật thường được sử dụng để gia cố chống xói lở bờ sông. Đây là một giải pháp rẻ tiền, dễ thi công và là một giải pháp xanh, thân thiện môi trường. Bao vải địa kỹ thuật thông thường làm từ vải dệt thoi, vải không dệt hoặc kết hợp cả hai loại vải địa kỹ thuật. Loại bao vải địa kỹ thuật phổ biến nhất được làm từ polyamit (nylon), polyester (PET) hoặc polypropylen (PP). Những loại vật liệu này tương đối rẻ nhưng kém bền hơn và có thể không bền lâu. Do vải địa kỹ thuật được làm từ polymer nên nó có thể bị phân hủy khi tiếp xúc với tia cực tím (UV). Vải địa kỹ thuật sẽ dần mất đi độ bền khi chịu sự tấn công của tia cực tím cho đến khi vải địa kỹ thuật bị vỡ và vật liệu lấp đầy sẽ bị xói mòn và sau đó mất đi chức năng là hệ thống chống xói mòn. Do đó, để chúng làm việc như một giải pháp lâu dài cần có một hoặc nhiều lớp vật liệu dạng hạt để phủ lên các bao vải địa kỹ thuật. Điều này nhằm bảo vệ bao vải địa kỹ thuật khỏi sự tấn công của tia cực tím, đồng thời giảm thiểu nguy cơ bao vải địa kỹ thuật bị thủng do tác động của các vật thể trong dòng chảy.

Vật liệu xanh này được hình thành từ việc phối trộn các sợi hạt thô polypropylene (PP) với một loạt chất phụ gia có khả năng ổn định tia cực tím cao. Loại vải địa kỹ thuật này sẽ cung cấp độ bền cần thiết trong quá trình thi công và trong suốt thời gian sử dụng của kết cấu để chứa vật liệu lấp đầy trong khi các sợi hạt thô sẽ che chắn lớp vải địa kỹ thuật PP dệt khỏi sự tấn công của tia cực tím. Lớp sợi thô cũng hoạt động như một lớp đệm để tăng cường bảo vệ cho lớp vải dệt khỏi tác động trong quá trình lắp đặt và của vật trôi trong chảy. Ở Việt Nam, trong một số năm gần đây, việc sử dụng bao cát địa kỹ thuật để gia cố bảo vệ bờ sông cũng đã được tiến hành thử nghiệm tại một số dự án ở vùng đồng bằng sông Cửu Long [4, 5].

Bài báo tập trung vào việc phân tích cơ chế điển hình gây xói lở bờ sông và ứng dụng giải pháp công trình mềm, thân thiện môi trường, sử dụng bao cát địa kỹ thuật để gia cố chống xói lở, ổn định bờ sông.

2. CƠ CHẾ GÂY XÓI LỞ BỜ SÔNG

Xói lở bờ sông là tổ hợp của các quá trình diễn ra liên tục, có tính chu kỳ, gồm 3 giai đoạn, đó là tách bùn cát, vận chuyển bùn cát và mái bờ mất cân bằng [2, 6, 7].



Hình 2.1: Các mô hình sạt lở bờ điển hình: a) - Bờ cấu tạo từ đất không dính; b) - Bờ cấu tạo từ đất dính; c) - Bờ cấu tạo phân lớp. MNC - mực nước cao; MNT - Mực nước thấp; φ - Góc nghiêng của mái dốc [8]

Sạt lở bờ sông là một quá trình xảy ra liên tục theo không gian và thời gian. Đầu tiên do một tác nhân nào đó gây tổn thương tại một vị trí nào đó của mái bờ làm mái bờ mất tính hoàn chỉnh, suy giảm khả năng chống đỡ trước tác động của dòng chảy có vận tốc lớn hơn hoặc bằng vận tốc cho phép xói của vật liệu cấu tạo lòng dẫn, sau đó đoạn bờ bị tổn thương, bị xói lở dần, tới một thời điểm nào đó khối đất mái bờ mất ổn định, gây sạt lở [6]. Các nghiên cứu chỉ ra 3 dạng hư hỏng bờ sông điển hình, như được phác họa trong *Hình 2.1*. Với vật liệu dạng hạt rời, việc loại bỏ hạt ở chân bờ ngoài gây ra sự trượt của vật liệu dạng hạt ngay khi góc bờ vượt quá góc nghỉ của vật liệu *(Hình 2.1a)*. Trong trường hợp vật liệu bờ dính, hiện tượng hư hỏng do trượt là điển hình và sự hiện diện của các vết nứt có thể đẩy nhanh quá trình xói mòn bờ *(Hình 2.1b)*. Sự ổn định của bờ phụ thuộc vào giai đoạn lũ. Trong giai đoạn lũ dâng cao, dòng nước chảy từ sông vào các bờ lân cận giúp ổn định bờ sông. Ngược lại, khi lũ rút, bờ sông trở nên kém ổn định hơn. Trong trường hợp bờ phân tầng, gồm nhiều lớp, các lớp vật liệu hạt rời có thể được di chuyển qua lớp vật liệu hạt dính, khiến vật liệu dính phía trên không được đỡ và có thể bị nứt gây hư hỏng *(Hình 2.1c)*.

3. ỨNG DỤNG BAO CÁT ĐỊA KỸ THUẬT BẢO VỆ BỜ SÔNG

Bao cát địa kỹ thuật (Bao sinh thái Geobag) làm từ vải địa kỹ thuật tổng hợp này có màu xanh theo hai nghĩa. Đầu tiên, với sợi thô màu xanh, công trình hoàn thiện sẽ ngay lập tức hòa quyện với môi trường xanh. Thứ hai, sau khi đâm kim các sợi hạt thô vào vải địa kỹ thuật dệt, nó sẽ tạo thành một bề mặt có độ xốp cao, có khả năng giữ lại các trầm tích. Điều này một lần nữa sẽ cung cấp một lớp bảo vệ khác chống lại sự tấn công của tia cực tím và cho phép thảm thực vật phát triển trên đó. Nếu môi trường thích hợp cho thảm thực vật phát triển thì thảm thực vật sẽ mọc tự nhiên trên bề mặt túi vải địa kỹ thuật hoặc đệm chứa cát mà không cần tưới nước. Sau đó, bề mặt bờ sông sẽ được bao phủ hoàn toàn bởi thảm thực vật và không để lại dấu vết của vật liệu tổng hợp *(Hình 3.1)*.

Hình 3.1: Hình ảnh ứng dụng thực tế bao cát địa kỹ thuật gia cố chống xói bờ sông ở Malaysia: a) - Bờ sông ngay sau khi thi công; b) - Bờ sông sau 4 tháng thi công [2]

3.1. Cấu tạo bao cát địa kỹ thuật

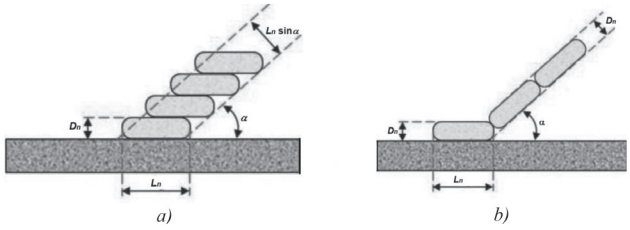
Các sản phẩm bao bọc vải địa kỹ thuật thường được cung cấp ở dạng phẳng mặc dù chúng có thể ở dạng cuộn hoặc gấp lại. Các sản phẩm này ở dạng chế tạo sẵn nhưng có các vị trí lấp đầy được đóng lại bằng đường nối hoặc các phương tiện khác. Khi chúng được lấp đầy bằng vật liệu lấp theo quy định và được đóng kín tại chỗ, chúng sẽ tạo thành các đơn vị kết cấu được sử dụng để xây dựng kè. Khi chứa đầy vật liệu chèn, các sản phẩm này sẽ co lại về chiều rộng và chiều dài khi chúng tăng độ dày. Độ dày lấp đầy sản phẩm phụ thuộc vào thiết kế sản phẩm và mức độ lấp đầy. Bề mặt của thiết bị được lấp đầy cũng không đều. Tuy nhiên, đối với thiết kế, độ dày danh nghĩa được ước tính. Các nhà sản xuất thường cung cấp thông tin liên quan đến kích thước đơn vị được lấp đầy và độ dày danh nghĩa đạt được sau khi bao được chèn đầy.

Độ dày hiệu quả của kè bao cát địa kỹ thuật phụ thuộc vào độ dày danh nghĩa của túi địa kỹ thuật được chèn đầy, sơ đồ bố trí trên mái dốc. Độ dày hiệu dụng của kè bao cát đia kỹ thuật, D_e, đối với mỗi sơ đồ bố trí trên mái dốc *(Hình 3.2)* được xác định theo các công thức (1) và (2) [7].

$$D_e = L_n \sin\alpha \quad (1)$$

$$D_e = D_n \quad (2)$$

Trong đó: L_n - Chiều dài danh định của đơn vị túi địa; α - Góc dốc của kè; D_n - Chiều dày danh nghĩa của đơn vị bao địa.



Hình 3.2: Sơ đồ bố trí bao cát địa kỹ thuật: a) - Sơ đồ 1; b) - Sơ đồ 2 [2]

3.2. Vật liệu chèn trong bao

Vật liệu chèn trong bao được sử dụng thường là cát hoặc bê tông. Tuy nhiên, các vật liệu chèn khác cũng có thể được sử dụng tùy thuộc vào sản phẩm và ứng dụng.

3.3. Tỷ trọng trong nước

Tỷ trọng trong nước của đơn vị kết cấu, Δ được xác định theo công thức sau:

$$\Delta = \frac{\rho_f}{\rho_w} - 1 \quad (3)$$

Trong đó: ρ_f - Khối lượng riêng của vật liệu chèn (kg/m^3); ρ_w - Khối lượng riêng của nước (kg/m^3).

3.4. Tính ổn định của bao cát địa kỹ thuật khi chịu tác dụng của dòng chảy

Tiêu chí ổn định của các đơn vị kết cấu dưới tác động

của dòng chảy dọc như sau: [9, 10]:

$$\Delta D_e \geq 0{,}035 \frac{\phi}{\psi} \frac{K_T K_h}{K_s} \frac{u_{cr}^{'}}{2g} \quad (4)$$

Trong đó: Δ - Tỷ trọng trong nước của đơn vị kết cấu; D_e - Chiều dày hữu hiệu lớp gia cố; φ - Tham số ổn định, phụ thuộc vào vị trí kè được lấy như sau: $\varphi = 1$ với lớp liên tục trên cùng, $\varphi = 1{,}5$ với lớp ở góc cạnh ; ψ - Tham số Shields, trong thiết kế có thể lấy $\psi = 0{,}05$; K_T - Hệ số đánh giá mức độ rối của dòng chảy, được lấy như sau: $K_T = 1$ với sông thẳng, $K_T = 2$ với đoạn sông cong, $K_T = 3 \div 4$ với đoạn sông chịu ảnh hưởng của tia nước do chân vịt tàu thuyền sinh gây ra; K_h - Tham số độ sâu; K_s - Tham số độ dốc; u_{cr} - Vận tốc dòng chảy tới hạn tại đỉnh bao cát; g - Gia tốc trọng trường.

Bằng cách đưa vào hệ số độ sâu K_h, vận tốc dòng chảy trung bình theo độ sâu được chuyển thành vận tốc dòng chảy ngay phía trên kè. Hệ số độ sâu K_h được tính theo đề nghị của Pilarczyk [9, 10]:

Đối với biểu đồ tốc độ phát triển hoàn toàn:

$$K_h = \frac{2}{\log\left(\frac{12h}{k_r}\right)^2} \quad (5)$$

Đối với biểu đồ tốc độ phát triển không hoàn toàn:

$$K_h = \left(\frac{h}{k_r}\right)^{-0{,}2} \quad (6)$$

Đối với dòng chảy rất nhám, lấy $K_h = 1$.

Trong đó: h - Độ sâu dòng chảy; k_r - Độ nhám tương đương theo Nikuradse. Với bao sinh cát địa kỹ thuật, giá trị k_r có thể lấy bằng D_n.

Tham số độ dốc, K_s là hàm số ảnh hưởng của góc kháng cắt giữa đơn vị kết cấu và lớp đất dưới và được xác định theo Pilarczyk [9, 10]. Đối với các bao không neo ở đầu dốc:

$$K_s = \sqrt{1 - \left(\frac{sin\alpha}{sin\delta}\right)^2} \quad (7)$$

Trong đó: α - Góc dốc của kè (độ); δ - Góc ma sát giữa bao cát địa kỹ thuật và nền đất (độ).

Với bao cát địa kỹ thuật được gia cố bằng neo ở phần đuôi, $K_s = 1$.

3.5. Ứng dụng bao cát địa kỹ thuật gia cố bảo vệ sông dưới cầu Ngòi Thia

Đoạn sông dưới cầu Ngòi Thia, phường Cầu Thia, thị xã Nghĩa Lộ và xã Phù Nham, huyện Văn Chấn, tỉnh Yên Bái. Đây là đoạn sông cong, bán kính cong 1.000 m, chiều sâu trung bình ứng với mực nước thiết kế là 3,5 m, bờ sông có hệ số mái dốc m =2 (góc nghiêng của mái dốc α = 26,57^0). Tốc độ trung bình thủy trực đo được gần bờ là 2,5 m/s. Cấu tạo đáy và bờ sông chủ yếu là sét pha cát, trạng thái cứng lẫn sỏi. Bờ sông bị xói lở do dòng chảy lũ. Dự kiến ứng dụng bao cát địa kỹ thuật có kích thước (30x90x150)cm để bảo vệ bờ sông.

- Trường hợp 1: Bố trí bao cát theo sơ đồ 1 *(Hình 3.2a).*

Chiều dày có hiệu của bao xác định theo công thức (1), D_e = 0,4 m. Bao cát sau khi chèn có khối lượng riêng là ρ_f = 1.900 kg/m^3, xác định Δ theo công thức (3), được Δ = 0,9. Các tham số trong công thức (4) lần lượt là: $\varphi = 1$; $\psi = 0{,}05$; $K_T = 2$; $K_s = 1$ (bao cát địa kỹ thuật có bố trí neo ở đuôi); K_h = 0,65 (xác định theo công thức 6). Kiểm tra điều kiện ổn định theo tiêu chí (4) là thỏa mãn.

- Trường hợp 2: Bố trí bao cát theo sơ đồ 2 *(Hình 3.2b).*

Chiều dày có hiệu của bao xác định theo công thức (2), D_e = 0,3 m. Bao cát sau khi chèn có khối lượng riêng là ρ_f = 1.900 kg/m^3. Các thông số được lấy giống như ở trường hợp 1: Δ = 0,9; $\varphi = 1$; $\psi = 0{,}05$; $K_T = 2$; $K_s = 1$ (bao cát địa kỹ thuật có bố trí neo ở đuôi); K_h = 0,65. Tuy nhiên, điều kiện ổn định (4) không thỏa mãn. Để đảm bảo điều kiện ổn định cần tăng chiều dày danh nghĩa của túi lên 0,4 m. Khi đó, kích thước bao cát địa kỹ thuật đề xuất là (40x90x150)cm.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày tóm tắt cơ chế điển hình chế gây xói lở bờ sông khi chịu ảnh hưởng của dòng lũ. Việc ứng dụng giải pháp gia cố mềm giải pháp công trình mềm, thân thiện môi trường sử dụng bao cát địa kỹ thuật để gia cố chống xói lở, ổn định bờ sông được thảo luận. Trình tự lựa chọn kích thước bao cát địa kỹ thuật để đảm bảo điều kiện ổn định trong dòng chảy lũ cũng được trình bày chi tiết.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học GTVT trong Đề tài mã số T2023-CT-028.

Tài liệu tham khảo

[1]. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (2020), *Thuyết minh đề án phòng, chống sạt lở bờ sông, bờ biển đến năm 2030*.

[2]. Jun Yuen Tan & Tack Weng Yee (2018), *Green revetment solutions for riverbank erosion protection*, in Proceedings of the 11th International Conference on Geosynthetics, Seoul, Korea.

[3]. Koerner, R.M. (2016), *Geotextiles: From Design to Applications*, Cambridge, UK: Woodhead Publishing Co.

[4]. Trần Quang Đức, Trịnh Công Vấn, Trần Hoàng Bá, Trần Minh Tuấn, Trịnh Công Dân (2014), *Ứng dụng các bao cát sinh thái cho bảo vệ bờ sông thí điểm bảo vệ bờ sông tại tỉnh Tiền Giang*, Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, tập 45, số 6, tr.57-62.

[5]. Cù Ngọc Thắng, Trịnh Công Vấn, Châu Nguyễn Xuân Quang (2018), *Giải pháp bảo vệ bờ sông, kênh rạch đồng bằng sông Cửu Long theo hướng công trình mềm, sinh thái, thân thiện với môi trường*, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng, tập 5, số 126, tr.67-70.

[6]. Lê Mạnh Hùng và nnk (2004), Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp Nhà nước KC-08.15: *Nghiên cứu dự báo xói lở bồi lắng lòng dẫn và đề xuất các biện pháp phòng chống cho hệ thống sông ở đồng bằng sông Cửu Long*.

[7]. Yee, T.W. (2012), *Geosynthetics for erosion control in hydraulic environment*, in Fifth Asian Regional Conference on Geosynthetics, Bangkok, Thailand, pp.119-134.

[8]. Julien, Pierre Y. (2018), *River mechanics*, Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.

[9]. Pilarczyk, K.W. (2000), *Geosynthetics and Geosystems in Hydraulic and Coastal Engineering*, A.A. Balkema, Rotterdam, 913 p.

[10]. CUR 217 (2006), *Ontwerpen met geotextiele zandelementen* (in Dutch), CUR, Rijkwaterstaat, NGO, CUR, Gouda, Netherlands.

Ngày nhận bài: 17/9/2023
Ngày chấp nhận đăng: 12/10/2023
Người phản biện: TS. Doãn Thị Nội
TS. Nguyễn Đăng Phóng

Khảo sát mạng lưới trắc địa trong khuôn viên Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh bằng các phương pháp định vị trắc địa

■ **ThS. HUỲNH NGUYỄN ĐỊNH QUỐC**(*)
Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh
■ **ThS. TRẦN THỊ BẢO TRÂM**
Trường Đại học Luật TP. Hồ Chí Minh
Email: (*)hndquoc@hcmunre.edu.vn

TÓM TẮT: Gần đây, định vị điểm chính xác PPP (Precise Point Positioning - PPP) đã được cải thiện đáng kể nhờ vào các sản phẩm PPP của Dịch vụ GNSS Quốc tế. RTKLib là gói chương trình mã nguồn mở được sử dụng để định vị điểm chính xác PPP bằng hệ thống định vị vệ tinh toàn cầu GNSS. Vì vậy, để khảo sát mạng lưới trắc địa trong khuôn viên Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh, ngoài phương pháp định vị GNSS tĩnh thì việc sử dụng phương pháp định vị điểm chính xác PPP, sử dụng phương pháp định vị GNSS trạm CORS thì dịch vụ xử lý GNSS trực tuyến miễn phí AUSPOS cũng được sử dụng để khảo sát. Phương pháp định vị điểm chính xác PPP có kết quả đáng tin cậy, có sai số vị trí điểm lớn nhất 16 mm, tương đồng với phương pháp định vị GNSS trạm CORS có sai số vị trí điểm 14 mm so với độ chính xác khi sử dụng phương pháp định vị GNSS tĩnh.

TỪ KHÓA: Định vị điểm chính xác, RTKLib, CORS.

ABSTRACT: Recently, Precise Point Positioning (PPP) has seen significant improvement, thanks to PPP products provided by the International GNSS Services. RTKLib is an open - source software package used for PPP with the Global Navigation Satellite System (GNSS). Therefore, to survey the geodetic network on the campus of Ho Chi Minh City University of Natural Resources and Environment, in addition to the static GNSS positioning method, we also utilized the PPP accurate point positioning method, along with the GNSS station CORS. Furthermore, we employed the free online GNSS processing service AUSPOS for the survey. The precision point positioning method yielded reliable results, with a maximum point position error of 16 mm, similar to the CORS station GNSS positioning method which had a point position error of 14 mm when using the static GNSS positioning method.

KEYWORDS: Precise Point Positioning, RTKLib, Continuosly Operation Reference Station.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, phương pháp định vị điểm chính xác cao PPP (PPP - Precise Point Positioning) có nhiều ứng dụng quan trọng trong các lĩnh vực khác nhau nhờ khả năng cung cấp độ chính xác cao, như trong lĩnh vực tự động hóa định vị và theo dõi chính xác vị trí của máy móc và thiết bị tự động. Phương pháp định vị điểm chính xác PPP là thuật toán định vị xử lý trị đo pha và trị đo mã của trường hợp một máy thu, sử dụng các thông tin quĩ đạo và các số hiệu chỉnh đồng hồ chính xác. Độ chính xác của trị đo pha 2 tần số được thu thập liên tục thì độ chính xác định vị có thể đạt đến hàng cm phụ thuộc vào thời gian đo. Trong bài báo ứng dụng phương pháp PPP để xác định vị trí chính xác mạng lưới trắc địa gồm 4 điểm lưới trong khuôn viên Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh tại cơ sở Biên Hòa, Đồng Nai khi sử dụng bằng máy thu 2 tần số để thu thập dữ liệu đo trong thời gian vài giờ. Ngoài ra, để có cơ sở kiểm tra độ chính xác của phương pháp PPP, tác giả sử dụng tọa độ chính xác của mạng lưới trên trong phương pháp đo tĩnh từ tọa độ 2 điểm gốc nhà nước.

2. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN

Công nghệ đo đạc hiện đại đã tạo ra sự tiện lợi và chính xác hơn trong việc xác định tọa độ và độ cao mạng lưới trắc địa. Thế kỷ 20, công nghệ đo đạc đã được phát triển mạnh mẽ, hệ thống định vị toàn cầu (Global Navigation Satellite System - GNSS) ra đời giúp cho việc đo đạc được tiến hành nhanh chóng, chính xác.

Để xác định tọa độ một vị trí bất kỳ trên mặt đất khi sử dụng thiết bị định vị vệ tinh GNSS thì phương pháp định vị tuyệt đối được sử dụng. Phương pháp định vị tuyệt đối chỉ cần sử dụng một máy thu và máy thu này trực tiếp nhận tín hiệu từ các vệ tinh GNSS. Đây được xem là một phương pháp tiêu chuẩn để đo GNSS một cách đơn giản và được sử dụng phổ biến trong đời sống hàng ngày như hệ thống dẫn đường trên ô tô, điện thoại…

Tuy nhiên, phương pháp định vị tuyệt đối được chia làm 2 loại:

- *Định vị tuyệt đối giả cự ly:* Sử dụng trị đo giả cự ly theo

pha, trị đo giả cự ly theo tín hiệu code hay trị đo Doppler (hiệu khoảng cách).

- Định vị tuyệt đối chính xác: Phương pháp định vị điểm chính xác PPP (Precise Point Positioning - PPP). Kỹ thuật định vị này sử dụng một máy thu tín hiệu để xác định tọa độ không gian của vị trí đặt máy trong hệ tọa độ ITRF hoặc WGS-84.

Định vị điểm chính xác (Precise Point Positioning - PPP) là phương pháp định vị xử lý đồng thời các trị đo pha sóng tải và trị đo giả cự ly từ một máy thu GNSS duy nhất, cùng với việc áp dụng các sản phẩm chính xác về quỹ đạo và đồng hồ vệ tinh, kết hợp với mô hình chính xác cao về sai số, từ đó tính toán được tọa độ chính xác của máy thu.

Sự tổ hợp phi điện ly của trị đo khoảng cách giả (ρ) và trị đo pha sóng tải (Φ) đa tần GNSS có mối quan hệ với vị trí điểm đo, đồng hồ, tầng đối lưu và số nguyên đa trị theo phương trình trị đo dưới đây [4]:

$$l_P = \rho + c(dt - dT) + N_r + \varepsilon_P \quad (1)$$

$$l_\Phi = \rho + c(dt - dT) + N_r + T.\lambda + \varepsilon_\Phi \quad (2)$$

Trong đó:

l_p - Tổ hợp phi điện ly trị đo giả khoảng cách L_1, L_2;

l_Φ - Tổ hợp phi điện ly của trị đo pha sóng tải L_1, L_2;

dt, dT - Độ lệch thời gian đồng hồ của máy thu và của đồng hồ vệ tinh;

c, λ - Tốc độ ánh sáng trong chân không và bước sóng;

N_r - Độ trễ đường dẫn tín hiệu do bầu khí quyển trung tính (chủ yếu là tầng đối lưu);

T - Số nguyên đa trị;

ε_P, ε_Φ - Các thành phần nhiễu trị đo;

ρ - Khoảng cách hình học từ máy thu tới vệ tinh.

$$\rho = \sqrt{(X-x)^2 + (Y-y)^2 + (Z-z)^2} \quad (3)$$

Mỗi một trị đo tới một vệ tinh sẽ lập được một hệ các phương trình (1), (2). Giải hệ các phương trình này sẽ nhận được các ẩn số gồm tọa độ điểm đo, đồng hồ máy thu, độ trễ tín hiệu tầng khí quyển (ZTD - Zenith Tropospheric Delay) và số nguyên đa trị pha ban đầu. Độ chính xác của tọa độ điểm đo giải được theo phương pháp PPP phụ thuộc vào mô hình toán học của phần mềm tính toán PPP và chất lượng của số liệu đo liên tục.

Dịch vụ GNSS Quốc tế (International GNSS Service -IGS) [1] cung cấp các sản phẩm đồng hồ và quỹ đạo GNSS chính xác cho người dùng. Gần đây, định vị điểm chính xác PPP đã được những cải thiện đáng kể nhờ vào các sản phẩm của IGS. Xử lý chuỗi dữ liệu tại 47 trạm IGS được thu thập liên tục trong 24h dựa trên dữ liệu trị đo cho thấy độ chính xác trong phương pháp định vị PPP cho kết quả hoàn toàn giống nhau ở 3 thành phần tọa độ (2,1, 2,1, 5,8 mm ở các thành phần hướng Bắc, Đông và độ cao) [2]. Sử dụng phương pháp PPP khi dùng kết hợp GPS + Glonass nhận được độ chính xác tốt hơn rất nhiều so với phương pháp PPP khi sử dụng chỉ có trị đo GPS [3].

Để xác định chính xác quỹ đạo và số hiệu chỉnh đồng hồ vệ tinh, người ta đã sử dụng số liệu quan trắc liên tục tại nhiều trạm GNSS thường trực phân bố trên toàn cầu và xử lý bằng các chương trình tính toán tiên tiến như GIPSY/OASIS II, BERNESE... Trong xử lý số liệu định vị chính xác PPP, các trị đo pha sóng tải được phối hợp với các trị đo khoảng cách giả theo code, trong đó cần phải xác định số nguyên đa trị (N) trong trị đo pha. Các phép lọc Kalman và lọc tuần tự cũng được áp dụng trong xử lý PPP.

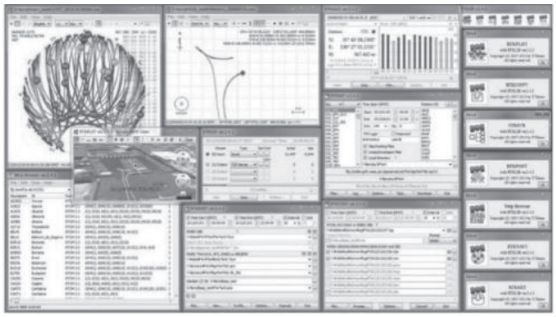
Hiện nay, phương pháp xử lý PPP sử dụng các dịch vụ trực tuyến trên web được sử dụng rộng rãi với nhiều ưu điểm như không bị hạn chế xử lý số liệu GNSS, thao tác rất đơn giản, miễn phí và đặc biệt là tận dụng được hệ thống máy tính mạnh mẽ của dịch vụ, một yêu cầu bắt buộc khi xử lý số liệu GNSS liên tục, nhất là số liệu đo liên tục dài. Cách xử lý PPP trực tuyến rất đơn giản và nhanh chóng, chỉ cần tải lên dữ liệu đo GNSS ở định dạng RINEX trên nền web của các dịch vụ và tọa độ điểm đo GNSS nhận được ngay sau đó vài phút mà không cần thao tác xử lý phức tạp, không cần kỹ năng của người xử lý như khi xử lý bằng phần mềm chuyên dụng và độ chính xác tọa độ điểm đạt được lên đến mm [5].

Một trong những yếu tố quyết định đến độ chính xác của PPP phải kể đến số hiệu chỉnh đồng hồ vệ tinh và tọa độ vệ tinh. Số hiệu chỉnh đồng hồ vệ tinh do hệ thống GPS cung cấp có sai số cỡ 5 ns, tức là sai số về khoảng cách là 1,5 m. Sai số quỹ đạo vệ tinh là 1 m, vì vậy điều kiện tiên quyết để thực hiện bài toán PPP là phải sử dụng lịch vệ tinh chính xác do Tổ chức IGS cung cấp *(Hình 2.1)*.

Hình 2.1: Các lịch vệ tinh chính xác của dịch vụ IGS

Từ *Hình 2.1* trên cho thấy, tất các bản lịch vệ tinh chính xác của IGS đều có một độ trễ nhất định. Tùy theo độ chính xác mà bản lịch vệ tinh chính xác được cung cấp trong thời gian vài giờ cho đến vài ngày, trong đó phiên bản Final chính xác nhất nhưng thời gian IGS công bố phải mất khoảng 2 tuần.

Bài báo này chỉ tập trung vào việc xác định tọa độ mạng lưới trắc địa trong khuôn viên Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh tại cơ sở Biên Hòa, Đồng Nai. Để xử lý các điểm trong mạng lưới trắc địa, tác giả sử dụng phần mềm RTKLib có giao diện như *Hình 2.2* để định vị điểm chính xác tọa độ của các điểm trong mạng lưới. RTKLib là gói chương trình mã nguồn mở dùng để định vị chính xác bằng hệ thống định vị vệ tinh toàn cầu GNSS.



Hình 2.2: Giao diện RTKLib trên Windows 7

3. THỰC NGHIỆM

Khảo sát độ chính xác của mạng lưới trắc địa được xây dựng trong khuôn viên Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh tại cơ sở Biên Hòa, Đồng Nai, phục vụ cho sinh viên chuyên ngành Trắc địa thực tập. Mạng lưới trắc địa gồm 4 điểm mốc được khảo sát, đổ mốc bê tông *(Hình 3.1)*. Vị trí các điểm mốc yêu cầu phải thông thoáng, các điểm định hướng được các điểm lân cận để đảm bảo có thể phát triển cấp hạng lưới thấp hơn.

Hình 3.1: Hình dạng mốc lưới và vị trí các điểm mốc lưới trắc địa trong khuôn viên trường

Mạng lưới được đo bằng máy thu 2 tần, mỗi ca đo được thu trong thời gian từ 2h đến 2h30 để đảm bảo thời gian thu vệ tinh chung dài. Mạng lưới trong khuôn viên trường được đo nối với 2 điểm gốc nhà nước có số hiệu 646598 và 646534, từ đó tính toán mạng lưới đo tĩnh để có cơ sở làm giá trị gốc để kiểm tra độ chính xác của các điểm trong mạng lưới khi sử dụng phương pháp PPP.

File đo của các điểm lưới được xử lý trên phần mềm mã nguồn mở RTKLib khi sử dụng file lịch vệ tinh quảng bá Nav, file bản lịch vệ tinh chính xác Eph, file đồng hồ vệ tinh chính xác Clk; file cực trái đất Erp, file sức tải thủy triều đại dương của các trạm IGS để xác định tọa độ chính xác 4 điểm lưới trên.

Bảng 3.1. Kết quả tọa độ các điểm lưới sử dụng phương pháp xử lý PPP (phần mềm RTKLib)

STT	Múi 3 độ KTT 107⁰45′	
	X(m)	Y(m)
GPS1	1200770,367	411139,228
GPS2	1200787,753	411206,477
GPS3	1200702,073	411227,751
GPS4	1200682,257	411167,927

Ngoài ra, dịch vụ xử lý GNSS trực tuyến miễn phí AUSPOS *(Hình 3.2)* được sử dụng: Geoscience Australia *(http://www.ga.gov.au/bin/gps.pl)* của Úc để tính tọa độ các điểm lưới. Dữ liệu 4 điểm trong mạng lưới GPS được upload lên trang web, đồng thời cung cấp chiều cao ăng-ten, loại ăng-ten và địa chỉ email để gửi kết quả về.

Hình 3.2: Trang web dịch vụ xử lý GNSS trực tuyến miễn phí AUSPOS

Về dữ liệu đo được yêu cầu phải format theo đúng định dạng RINEX (định dạng trao đổi độc lập của máy thu (Receiver Independent Exchange Format - RINEX). Kết quả từ trang web dịch vụ miễn phí gửi kết quả tọa độ các điểm trong hệ ITRF2014 (International Terrestrial Reference Frame - ITRF) dựa vào tọa độ các điểm tham chiếu IGS. Từ kết quả nhận được, tính chuyển về múi 3 độ, kinh tuyến trục 107⁰45′ của 4 điểm mốc.

Bảng 3.2. Kết quả tọa độ các điểm trả về của dịch vụ miễn phí trực tuyến AUSPOS

STT	Múi 6 độ KTT 105⁰			Múi 3 độ KTT 107⁰45′		
	X(m)	Y(m)	H(m)	X(m)	Y(m)	H(m)
GPS1	1200854,590	711966,160	39,014	1200770,529	411139,619	39,014
GPS2	1200872,454	712033,217	39,129	1200787,783	411206,824	39,129
GPS3	1200898,561	711858,865	39,375	1200702,132	411227,724	39,375
GPS4	1200766,624	711995,418	38,748	1200682,316	411168,076	38,748

Bên cạnh đó, phương pháp đo RTK sử dụng trạm CORS ngày càng được áp dụng rộng rãi nhờ những ưu điểm riêng của nó. Trong phương pháp này chỉ cần máy Rover và địa chỉ trạm CORS có thể tiến hành phép đo RTK. Sử dụng định vị mạng lưới bằng phương pháp GNSS trạm CORS để xác định tọa độ các điểm mốc. Máy sử dụng đo trạm CORS là máy thu 2 tần hiệu Stonex, sử dụng kẹp sào gương để giữ máy cân bằng. Tọa độ 4 mốc được đo trạm CORS trong hệ VN2000, múi 3 độ.

Bảng 3.3. Tọa độ các điểm đo trạm CORS

Điểm	Tọa độ	
	X (m)	Y (m)
GPS1	1200770,361	411139,222
GPS2	1200787,753	411206,480

GPS3	1200702,084	411227,767
GPS4	1200682,270	411167,934

Ngoài ra, tác giả còn bình sai mạng lưới trắc địa trên phần mềm Trimble Business Center khi xử lý mạng lưới đo tĩnh để nhận được kết quả tọa độ 4 điểm.

Bảng 3.4. Tọa độ các điểm đo khi bình sai mạng lưới đo GNSS tĩnh

Điểm	Tọa độ	
	X (m)	Y (m)
GPS1	GPS1	1200770,362
GPS2	GPS2	1200787,765
GPS3	GPS3	1200702,083
GPS4	GPS4	1200682,265

Trong bài báo này, tác giả k so sánh độ cao của các điểm mốc, chỉ tổng hợp tọa độ 4 điểm mốc mạng lưới trong khuôn viên Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh tại cơ sở Biên Hòa, Đồng Nai.

Bảng 3.5. Tọa độ các điểm mạng lưới khi xử lý bằng các phương pháp khác nhau

Điểm	Tọa độ các điểm (phần mềm mã nguồn mở RTKLib) (1)		Tọa độ các điểm (dịch vụ miễn phí trực tuyến AUSPOS) (2)		Tọa độ các điểm (phương pháp trạm CORS) (3)		Tọa độ các điểm (phương pháp đo GNSS tĩnh) (4)	
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
GPS1	1200770,367	411139,228	1200770,529	411139,619	1200770,361	411139,222	1200770,362	411139,223
GPS2	1200787,753	411206,477	1200787,783	411206,824	1200787,753	411206,480	1200787,765	411206,487
GPS3	1200702,073	411227,751	1200702,132	411227,724	1200702,084	411227,767	1200702,083	411227,757
GPS4	1200682,257	411167,927	1200682,316	411168,076	1200682,270	411167,934	1200682,265	411167,931

Lấy tọa độ các điểm lưới được xác định bằng phương pháp GNSS tĩnh làm chuẩn, từ đó so sánh sai số vị trí điểm của 4 điểm giữa các phương pháp đã nêu trên.

Bảng 3.6. Sai số vị trí điểm của 4 điểm trong mạng lưới

Điểm	Độ lệch và SS vị trí điểm								
	(1) - (4)			(2) - (4)			(3) - (4)		
	cX (m)	cY (m)	cP (m)	cX (m)	cY (m)	cP (m)	cX (m)	cY (m)	cP (m)
GPS1	0,005	0,005	***0,007***	0,167	0,396	***0,430***	-0,001	-0,001	***0,001***
GPS2	-0,012	-0,01	***0,016***	0,018	0,337	***0,337***	-0,012	-0,007	***0,014***
GPS3	-0,01	-0,006	***0,012***	0,049	-0,033	***0,059***	0,001	0,010	***0,010***
GPS4	-0,008	-0,004	***0,009***	0,051	0,145	***0,154***	0,005	0,003	***0,006***

Kết quả từ *Bảng 3.6* cho thấy, sử dụng dịch vụ miễn phí trực tuyến AUSPOS cho sai số vị trí điểm lớn, sai lệch đến 43 mm, sử dụng phương pháp xử lý PPP (mã nguồn mở RTKLib) có sai số vị trí điểm lớn nhất 16 mm và sử dụng phương pháp GNSS trạm CORS có sai số vị trí điểm lớn nhất 14 mm. Qua đó cho thấy, khi sử dụng dịch vụ miễn phí trực tuyến AUSPOS chỉ sử dụng bản lịch vệ tinh phát tín mà không sử dụng bản lịch vệ tinh chính xác như phương pháp xử lý PPP. Ngoài ra, phương pháp xử lý PPP cũng nhận được kết quả gần tương đồng với phương pháp đo GNSS tĩnh.

4. KẾT LUẬN

Khảo sát độ chính xác mạng lưới thuộc khuôn viên Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh cơ sở Biên Hòa, Đồng Nai thực hiện bằng các phương pháp xử lý PPP, dịch vụ miễn phí trực tuyến AUSPOS; phương pháp đo GNSS trạm CORS và phương pháp định vị GNSS tĩnh. Kết quả cho thấy, sử dụng phương pháp xử lý PPP có sử dụng bổ sung dịch vụ của IGS cung cấp file bản lịch vệ tinh chính xác có kết quả đáng tin cậy, tọa độ chính xác với tọa độ của các điểm khi sử dụng phương pháp định vị GNSS tĩnh. Tuy nhiên, nhược điểm của phương pháp xử lý PPP để xác định chính xác tọa độ các điểm lưới phải có đủ thời gian dài (2 tuần) để nhận được file bản lịch vệ tinh chính xác từ dịch vụ IGS cung cấp. Bên cạnh đó, định vị điểm bằng phương pháp trạm CORS cho kết quả rất tốt với kết quả định vị GNSS tĩnh, tương đồng với phương pháp xử lý PPP.

Tài liệu tham khảo

[1]. Kouba J. (2009), *A Guide to using International GNSS Service (IGS) products*, Natural Resources Canada, *http://igscb.jpl.nasa.gov/components/usage.html*.

[2]. Nguyễn Ngọc Lâu, Nguyễn Thị Thanh Hương (9/2021), *Định vị điểm chính xác cao có giải tham số đa trị và xử lý kết hợp đa hệ thống vệ tinh định vị*, Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ, số 49.

[3]. Phạm Cần, Nguyễn Ngọc Lâu (30/7/2021), *Ứng dụng kỹ thuật định vị điểm chính xác (PPP) để xác định tọa độ tâm ảnh của thiết bị bay không người lái*, Hội thảo toàn quốc "Nghiên cứu ứng dụng, phát triển hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia - Vai trò của công nghệ đo đạc bản đồ hiện đại".

[4]. Kouba J, Héroux P., *Precise Point Positioning Using IGS Orbit and Clock Products*, GPS Solutions 2001; 5:12-28, *https://doi.org/10.1007/PL00012883*.

[5]. Guo Q. (2015), *Precision comparison and analysis of four online free PPP services in static positioning and tropospheric delay estimation*, GPS Solutions, 19, 537-44.

Ngày nhận bài: 25/9/2023
Ngày chấp nhận đăng: 16/10/2023
Người phản biện: TS. Đỗ Minh Tuấn
TS. Nguyễn Văn Khánh

Xác định mô-đun đàn hồi của nền đường đất đắp vùng đồng bằng sông Cửu Long bằng thí nghiệm ba trục

■ **TS. NGUYỄN NGỌC THẮNG(*); TS. PHAN QUANG CHIÊU**
Trường Đại học Tiền Giang
Email: (*)nguyenngocthang@tgu.edu.vn

TÓM TẮT: Mục đích chính của nghiên cứu là thực hiện các thí nghiệm trong phòng để xác định các đặc trưng cơ lý và giá trị mô-đun đàn hồi của mẫu đất để nghiên cứu ảnh hưởng của độ ẩm và thành phần hạt lọt sàng N°200 đến mô-đun đàn hồi của nền đường đắp đất sét pha cát vùng đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Kết quả nghiên cứu đề xuất giá trị các hệ số hồi qui trong công thức xác định mô-đun đàn hồi nhằm ứng dụng trong thiết kế nền đường đối với loại đất sét pha cát ở ĐBSCL.

TỪ KHÓA: Độ ẩm, thành phần hạt, đồng bằng sông Cửu Long, mô-đun đàn hồi, nền đường.

ABSTRACT: The main purpose of the research is to conduct laboratory experiments to determine the physical and mechanical characteristics and elastic modulus values of soil samples to study the influence of moisture and particle composition passing the N°200 sieve on the modulus. elasticity of sandy clay embankment in the Mekong Delta. Research results suggest values of regression coefficients in the formula for determining elastic modulus for application in roadbed design for sandy clay soils in the Mekong Delta.

KEYWORDS: Water content, grain size distribution, Mekong Delta, elastic modulus, road foundation.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mô-đun đàn hồi được xác định trên cơ sở biến dạng đàn hồi. Đối với công trình đường, mô-đun đàn hồi được sử dụng để tính toán lún nền và mặt đường. Do tải trọng công trình đường có tính chất tức thời, thời gian gia tải và dỡ tải rất nhanh, lặp đi lặp lại nhiều lần, sau một số lần tải trọng tác dụng, biến dạng dư tích lũy giảm dần và triệt tiêu, độ lún của công trình đường phụ thuộc chủ yếu vào biến dạng đàn hồi của nền đường và kết cấu mặt đường [1, 2, 3, 4].

Sự hư hỏng của mặt đường mềm tùy thuộc vào biến dạng của nền đường và tải trọng trùng phục của xe lưu thông trên đường. Có thể xảy ra hai trường hợp, một là mặt đường bị phá hoại do nền đường bị biến dạng dẻo trên phạm vi diện tích rộng, hai là mặt đường xuất hiện vết nứt do hiện tượng mỏi xuất hiện bởi biến dạng đàn hồi lặp đi lặp lại trong nền đường, ngay cả khi tải trọng không vượt quá mức tải trọng bình thường. Khi biến dạng của đất đắp nền đường vượt quá giới hạn, mặt đường sẽ xuất hiện vết nứt.

Mô-đun đàn hồi của nền đường là một trong những thông số quan trọng nhất để thiết kế mới hay thiết kế khôi phục mặt đường mềm. Chiều dày của các lớp mặt đường được xác định dựa trên mô-đun đàn hồi của nền đường. Xác định chính xác giá trị của mô-đun đàn hồi của nền đường sẽ giúp tính toán chính xác độ biến dạng của mặt đường và ngăn ngừa sự xuất hiện các vết nứt trên mặt đường. Chính vì sự cần thiết và quan trọng nêu trên nên hơn 4 thập niên gần đây, đặc tính biến dạng của nền đường đất đắp được xem xét bằng cách thực hiện các thí nghiệm xác định mô-đun đàn hồi. Kết quả của những nghiên cứu từ hơn 40 năm qua đã chỉ ra rằng mô-đun đàn hồi của đất dính phụ thuộc vào loại đất, độ ẩm, độ bão hòa, thành phần hạt lọt sàng N°200, ứng suất lệch, lực hút dính, chỉ số dẻo, áp lực nước lỗ rỗng, áp lực hông và cường độ chịu nén nở hông.

- Độ ẩm: Chu et al. (1977) nghiên cứu độ ẩm như một yếu tố đánh giá nền đường [5]. Kết quả nghiên cứu đã thiết lập tương quan giữa lực hút dính của đất với độ ẩm của nền đường. Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (1995) nghiên cứu độ ẩm tương đối ảnh hưởng nền đường [6], đề xuất quan hệ giữa trị số mô-đun đàn hồi thí nghiệm của đất với độ ẩm tương đối.

- Độ bão hòa: Thadkamalla và George (1995) nghiên cứu ảnh hưởng của độ bão hòa đến mô-đun đàn hồi của nền đường [7]. Kết quả cho thấy, đối với nền đường sử dụng đất hạt mịn, sự gia tăng độ bão hòa làm giảm từ 50 - 75% giá trị mô-đun đàn hồi. Eric C.Drumm et al (1997) nghiên cứu và đề xuất phương pháp hiệu chỉnh giá trị mô-đun đàn hồi của nền đường theo sự gia tăng độ bão hòa [8].

- Độ ẩm và độ chặt: Nhiều nghiên cứu đã được thực hiện để nghiên cứu ảnh hưởng của độ chặt và độ ẩm đến ứng xử đàn hồi của nền đường Florida (Elfino và Davidson,

1989) [9], nền đường Arkansas (Elliot và Thornton, 1988) [10], nền đường Texas (Pezo và Hudson 1994) [11], nền đường Tennessee (Drumm et al. 1997) [12]. Kết quả nghiên cứu cho thấy, ước tính giá trị mô-đun đàn hồi của nền đường theo hướng dẫn của AASHTO có sai số 30% so với thí nghiệm chưa xét đến điều kiện độ ẩm, chu kỳ đóng băng và tan băng, xe cộ tương lai.

Giá trị mô-đun đàn hồi tùy thuộc vào độ bão hòa và chỉ số dẻo của đất. Độ chênh lệch giá trị mô-đun đàn hồi trong điều kiện không bão hòa với điều kiện bão hòa của đất sét lớn hơn đất cát. Do đất sét có tỉ lệ phần trăm hạt mịn lớn hơn đất cát, tỷ lệ diện tích các hạt lớn hơn đất cát, ở trạng thái khô lực hút ion giữa các hạt mịn lớn, mô-đun đàn hồi của đất sét lớn hơn đất cát. Khi độ ẩm tăng lên cho tới lúc bão hòa, các hạt mịn của đất sét hút nước nhiều hơn đất cát, mô-đun đàn hồi của đất sét nhỏ hơn của đất cát.

2. THU THẬP MẪU VÀ THÍ NGHIỆM MẪU NGUYÊN DẠNG

Tiến hành thu thập 30 mẫu đất ở độ sâu 300 mm trong thân đường của các tuyến đường ngập lũ hàng năm thuộc tỉnh Đồng Tháp, Long An và Tiền Giang, độ ẩm tự nhiên các mẫu từ 9,9 - 32,7%. Thí nghiệm trong phòng được thực hiện trên 30 mẫu đất để xác định đặc trưng cơ lý cơ bản của đất gồm: Giới hạn lỏng, chỉ số dẻo, phân tích thành phần hạt, đầm nén tiêu chuẩn, cường độ chịu nén nở hông.

Giới hạn lỏng, chỉ số dẻo được thực hiện theo hướng dẫn AASHTO T89-96 và trình tự thí nghiệm T90-96. Giá trị của giới hạn lỏng từ 33,0 - 39,9%, chỉ số dẻo từ 11,3 - 16,4%.

Thí nghiệm phân tích thành phần hạt và dung trọng được thực hiện theo hướng dẫn của AASHTO T88-97. Tỉ lệ phần trăm của thành phần hạt 0,25 - 0,05 mm (cát) từ 5,2 - 42,2%, phần trăm hạt 0,005 - 0,05 mm (bụi) từ 22,9 - 55,1%, phần trăm hạt nhỏ hơn 0,005 mm (sét) từ 31,2 - 41,4%.

Theo phân loại đất của AASHTO M145-91, loại đất được chia theo giới hạn lỏng, chỉ số dẻo và thành phần hạt. Cụ thể, loại A-6 có giới hạn lỏng nhỏ hơn hoặc bằng 40%, chỉ số dẻo lớn hơn hoặc bằng 11%, thành phần hạt lọt sàng No200 lớn hơn hoặc bằng 36%.

Thí nghiệm Proctor tiêu chuẩn thực hiện theo AASHTO T99-97 [65]. Giá trị độ ẩm tối ưu của các mẫu từ 14,8 - 21,2%. Dung trọng khô tối đa từ 15,5 - 18,0 kN/m^3.

Mẫu thí nghiệm cường độ chịu nén nở hông theo tiêu chuẩn AASHTO T208-96 [66], được thực hiện với tốc độ biến dạng 1 mm/phút, ngay sau khi nén mẫu xác định giá trị mô-đun đàn hồi. Cường độ chịu nén nở hông được xác định từ đường cong ứng suất - biến dạng. Đó là điểm ứng suất nén cực đại mà mẫu đã chịu đựng hoặc điểm tương ứng với biến dạng 20% nếu trường hợp này xảy ra trước.

Thí nghiệm cường độ chịu nén có nở hông được thực hiện trên mỗi mẫu đất với 6 độ ẩm khác nhau. Mẫu nhánh khô độ ẩm từ 2 - 3% khô hơn độ ẩm tối ưu, mẫu nhánh ướt độ ẩm từ 2 - 3% ướt hơn độ ẩm tối ưu và bão hòa. Cường độ chịu nén nở hông q_u có giá trị từ 105,1 - 232,7 kPa tại nhánh khô; từ 84,1 - 195,7 kPa tại độ ẩm tối ưu; từ 58,0 - 120,0 kPa tại độ ẩm bão hòa. Cường độ chịu nén nở hông mẫu nhánh khô có giá trị cao nhất, giảm dần khi độ ẩm tăng lên. Đa số mẫu khi thí nghiệm ở độ ẩm lớn hơn 21% cường độ chịu nén nở hông giảm rất ít, do mẫu gần như bão hòa hoàn toàn, lượng nước chiếm hầu hết lỗ rỗng trong đất.

3. THÍ NGHIỆM BA TRỤC

Đối với mỗi mẫu đất thu thập, chọn 15 kg đất sàng qua rây 5 mm, chia làm 6 phần, mỗi phần 2,5 kg và cho vào 6 khay, phun vào 6 lượng nước khác nhau để thu được độ ẩm các khay là: khô hơn độ ẩm tối ưu 2%, khô hơn độ ẩm tối ưu 3%, bằng với độ ẩm tối ưu, ướt hơn độ ẩm tối ưu 2%, ướt hơn độ ẩm tối ưu 3% và bão hòa. Trộn đều đất đã được làm ướt theo từng khay, sau đó dùng vải ẩm phủ kín và ủ trong 12h. Để chế bị mẫu thí nghiệm khối lượng m (g), có giá trị độ ẩm mong muốn W (%), thí nghiệm xác định độ ẩm của mẫu W_1 (%), sau đó tính toán lượng nước q (g) cần phun thêm vào.

Đặt cối đầm có đường kính trong 125 mm, chiều cao 127 mm, trên nền đất cứng và bằng phẳng. Lấy đất đã chuẩn bị ở mỗi khay cho vào cối thành 3 lớp, mỗi lớp chiếm khoảng 1/3 thể tích của cối đầm. Dùng búa nặng 2,5 kg cho rơi tự do ở độ cao 300 mm, phân bố đều trên bề mặt của lớp đất, mỗi lớp đất đầm 40 búa.

Lấy khối đất đã đầm chặt ra khỏi cối. Ấn dao vòng có đường kính 36 mm, chiều cao 76 mm theo phương thẳng đứng vào lõi khối đất. Gọt mẫu đất để lấy dao vòng ra khỏi khối đất. Lấy đất xác định độ ẩm của mẫu thí nghiệm. Lấy mẫu đất ra khỏi dao vòng, cân mẫu để xác định khối lượng thể tích tự nhiên của mẫu và cho vào bọc cao su.

Sử dụng hệ thống thiết bị nén ba trục model 28-T0401 do hãng Controls, Italia sản xuất gồm: Dụng cụ bơm chân không và máy tạo khí nén có đồng hồ đo áp lực; Load cell đo áp lực và chuyển vị đứng; buồng chứa chất lỏng và mẫu thí nghiệm; thiết bị điều khiển tốc độ biến dạng; bộ phận đo áp lực nước lỗ rỗng; bình chứa chất lỏng và van thoát chất lỏng, gắn với máy tính ghi nhận và xử lý số liệu.

Đặt mẫu đã chuẩn bị vào buồng thí nghiệm, khóa các van thoát nước và tiến hành khử biến dạng dư. Mẫu đất không bão hòa được khử biến dạng dư với áp lực hông bằng 0, gia tải tạo áp lực đứng từ 50 - 120 kPa rồi dỡ tải. Thực hiện gia tải và dỡ tải với tốc độ biến dạng 1 mm/phút nhiều lần, mẫu tích lũy biến dạng dư cho đến khi mẫu chỉ còn biến dạng đàn hồi.

Mở van xả nước vào buồng nén cho đến khi đầy. Tạo áp lực hông 41 kPa và tiến hành đặt tải với các cấp áp lực hông 41 kPa, 21 kPa và 0 kPa để xác định biến dạng đàn hồi của mẫu. Ứng với một giá trị độ ẩm của mẫu thí nghiệm, áp dụng lần lượt ba cấp áp lực hông: 41, 21, 0 kPa, trong một cấp áp lực hông gia tải lần lượt với 5 cấp ứng suất lệch là: 14, 28, 41, 55, 69 kPa.

Thực hiện 5 cấp ứng suất lệch: 14, 28, 41, 55, 69 kPa. Mỗi cấp ứng suất lệch gia tải và dỡ tải 3 lần để lấy giá trị trung bình của ứng suất lệch tương ứng với giá trị trung bình của biến dạng đàn hồi. Xác định quan hệ ứng suất

lệch - biến dạng đàn hồi của mẫu. Từ giá trị trung bình của ứng suất lệch và biến dạng đàn hồi đó, tính toán kết quả giá trị mô-đun đàn hồi.

Thí nghiệm cường độ chịu nén nở hông được tiến hành ngay sau khi thực hiện xong 5 cấp ứng suất lệch; với áp lực hông bằng 0, gia tải thẳng đứng tốc độ 1 mm/phút cho đến khi mẫu bị phá hoại để xác định cường độ chịu nén nở hông q_u. Cường độ chịu nén nở hông của các mẫu thí nghiệm có giá trị từ 60,6 - 774,3 kPa. Hệ số tương quan giữa mô-đun đàn hồi với cường độ chịu nén nở hông qu là R2 = 0,6788. Đối với mẫu bão hòa chỉ thực hiện với cấp áp lực hông bằng 0 và 5 cấp ứng suất lệch: 14, 28, 41, 55, 69 kPa.

Mô-đun đàn hồi xác định từ thí nghiệm nén ba trục là tỉ số giữa ứng suất lệch và biến dạng đàn hồi tương đối của mẫu.

$$M_r = \sigma_d/\varepsilon \quad (1)$$

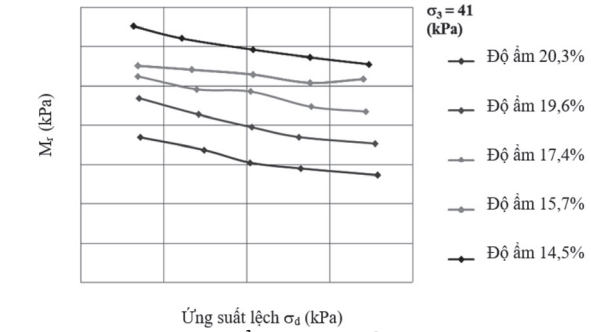
$$\sigma_d = \sigma_1 - \sigma_3 \quad (2)$$

$$\varepsilon = \Delta h/h \quad (3)$$

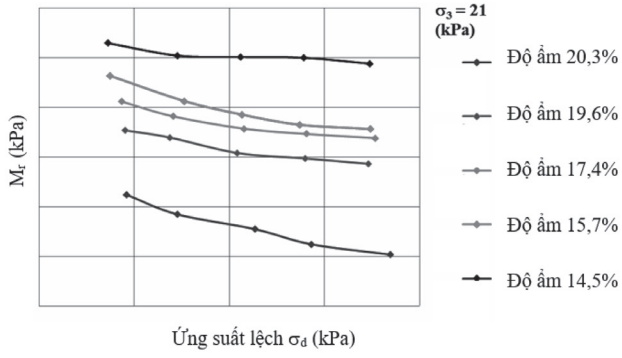
Biến dạng đàn hồi của mẫu đất được hệ thống thu thập dữ liệu ghi nhận theo từng cấp tải. Chọn giá trị biến dạng đàn hồi trung bình của 3 lần đặt tải đối với từng cấp tải để tính toán giá trị mô-đun đàn hồi.

Hình 3.1 đến *Hình 3.3* thể hiện tiêu biểu kết quả thí nghiệm xác định giá trị mô-đun đàn hồi của 30 mẫu đất. *Hình 3.1*, giữ nguyên cấp áp lực hông bằng 41 kPa trong suốt thí nghiệm với 5 mẫu lần lượt có giá trị độ ẩm là: 14,5%, 15,7%, 17,4%, 19,6% và 20,3%. Thực hiện lần lượt 5 cấp ứng suất lệch: 14 kPa, 28 kPa, 41 kPa, 55 kPa và 69 kPa để xác định giá trị mô-đun đàn hồi. *Hình 3.2* thực hiện tương tự nhưng giữ cấp áp lực hông bằng 21 kPa trong suốt thí nghiệm với 5 mẫu lần lượt có giá trị độ ẩm là: 14,5%, 15,7%, 17,4%, 19,6% và 20,3%. *Hình 3.3* thực hiện tương tự nhưng giữ cấp áp lực hông bằng 0 kPa trong suốt thí nghiệm với 5 mẫu lần lượt có giá trị độ ẩm là: 14,5%, 15,7%, 17,4%, 19,6% và 20,3%.

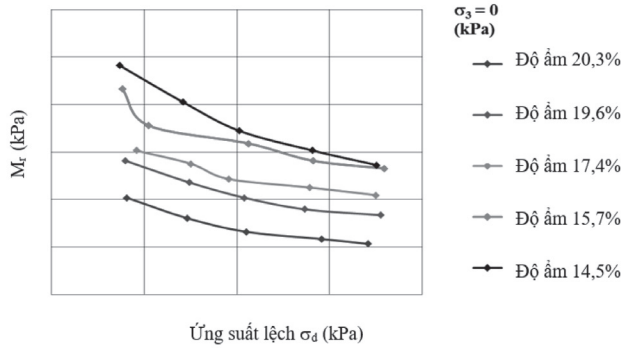
19,6% và 20,3%.



Hình 3.1: Mr theo độ ẩm và ứng suất lệch, áp lực hông 41 kPa



Hình 3.2: Mr theo độ ẩm và ứng suất lệch, áp lực hông 21 kPa

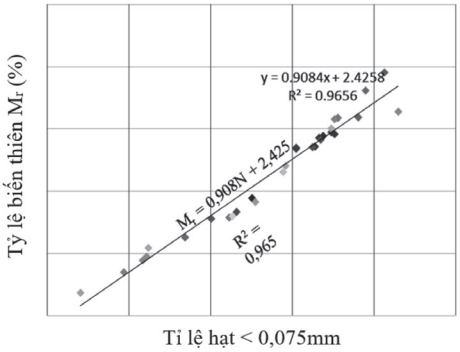


Hình 3.3: Mr theo độ ẩm và ứng suất lệch, áp lực hông 0kPa

Kết quả ảnh hưởng của độ ẩm, ứng suất lệch và áp lực hông đến giá trị mô-đun đàn hồi. Mô-đun đàn hồi bị ảnh hưởng rất đáng kể bởi độ ẩm, mô-đun đàn hồi của mẫu giảm khi độ ẩm tăng, với cấp áp lực hông không đổi, mô-đun đàn hồi giảm dần khi ứng suất lệch gia tăng, mô-đun đàn hồi có khuynh hướng thay đổi phi tuyến với ứng suất lệch, cùng cấp áp lực hông, ứng suất lệch tăng lên 14 kPa, giá trị mô-đun đàn hồi có trường hợp giảm đến 53,7%. Mô-đun đàn hồi tăng khi áp lực hông gia tăng, tại giá trị độ ẩm tối ưu, cùng một cấp ứng suất lệch, áp lực hông tăng lên 20 kPa, mô-đun đàn hồi tăng lên 38,3%.

Giá trị mô-đun đàn hồi của 30 mẫu đất ở cấp áp lực hông 21 kPa, ứng suất lệch 41 kPa, phía nhánh khô từ 40.983 - 51.920 kPa, tại độ ẩm tối ưu từ 29.911 - 45.282 kPa và với độ ẩm bão hòa từ 13.622 - 37.902 kPa. Mô-đun đàn hồi đối với mẫu bão hòa giảm từ 24,8 - 56,6% so với độ ẩm tối ưu. Hệ số tương quan giữa mô-đun đàn hồi với độ ẩm là R2 bằng 0,8849. Hệ số tương quan giữa mô-đun đàn hồi với độ bão hòa là R2 bằng 0,6741.

Ảnh hưởng của thành phần hạt mịn hơn 0,075 mm đến tỉ lệ biến thiên giá trị của mô-đun đàn hồi theo sự thay đổi của độ ẩm được thể hiện như *Hình 3.4*.



Hình 3.4: Ảnh hưởng của thành phần hạt mịn hơn 0,075 mm đến M_r

Thành phần hạt mịn hơn 0,075 mm của 30 mẫu đất trong nghiên cứu này chiếm tỉ lệ từ 54,1 - 93,0%, giá trị mô-đun đàn hồi thay đổi từ 53,7 - 89,1%. Thành phần hạt mịn hơn 0,075 mm chiếm tỉ lệ càng nhiều, càng ảnh hưởng đến tỉ lệ biến thiên giá trị của mô-đun đàn hồi. Thành phần hạt mịn hơn 0,075 mm chiếm tỉ lệ từ 54,1 - 70,1%, tương ứng mức độ biến thiên giá trị của mô-đun đàn hồi từ 53,7 - 65,6%. Thành phần hạt mịn hơn 0,075 mm chiếm tỉ lệ từ 72,3 - 93,0% tương ứng mức độ biến thiên giá trị của mô-đun đàn hồi từ 65,8 - 89,1%. Hệ số tương quan giữa mô-đun đàn hồi với thành phần hạt mịn hơn 0,075 mm là R^2 bằng 0,7358. Hệ số tương quan giữa mô-đun đàn hồi với chỉ số dẻo là R^2 bằng 0,5412.

4. KẾT LUẬN

Mô-đun đàn hồi bị ảnh hưởng đáng kể bởi độ ẩm, mô-đun đàn hồi của mẫu giảm khi độ ẩm tăng, độ ẩm tăng 1 - 2%, vượt quá giá trị độ ẩm tối ưu làm cho giá trị của mô-đun đàn hồi giảm nhanh, mô-đun đàn hồi đối với mẫu bão hòa có trường hợp giảm 56,6% so với độ ẩm tối ưu. Mô-đun đàn hồi đạt giá trị nhỏ nhất là 8.153 kPa, khi mẫu có độ ẩm 23,3% và thành phần hạt mịn hơn 0,075 mm chiếm tỉ lệ 88,1%. Trong số các mẫu thí nghiệm, mẫu có thành phần hạt mịn hơn 0,075 mm chiếm tỉ lệ cao hơn, có giá trị mô-đun đàn hồi giảm nhiều hơn khi độ ẩm gia tăng và mô-đun đàn hồi có giá trị nhỏ nhất khi mẫu đạt độ ẩm lớn nhất.

Tỉ lệ phần trăm cỡ hạt có đường kính nhỏ hơn 0,075 mm của mẫu đất có ảnh hưởng quan trọng đến giá trị của mô-đun đàn hồi. Tỉ lệ phần trăm cỡ hạt có đường kính nhỏ hơn 0,075 mm của mẫu đất càng lớn, tỉ lệ biến thiên giá trị mô-đun đàn hồi của mẫu đất càng nhiều. Tỉ lệ phần trăm cỡ hạt có đường kính nhỏ hơn 0,075 mm từ 54,1 - 79,2%. Giá trị mô-đun đàn hồi thay đổi theo độ ẩm từ 53,7 - 89,1%. Thành phần hạt mịn hơn 0,075 mm chiếm tỉ lệ càng cao, tỉ diện tích càng lớn, khả năng hút nước càng nhiều làm cho mô-đun đàn hồi càng giảm.

Tài liệu tham khảo

[1]. Nguyễn Văn Thơ (1989), *Tuyển tập công trình nghiên cứu khoa học địa kỹ thuật*, Viện Nghiên cứu Khoa học thủy lợi Nam bộ, TP. Hồ Chí Minh.

[2]. Nguyễn Văn Thơ và Trần Thị Thanh (2002), *Xây dựng đê đập, đắp nền tuyến dân cư trên đất yếu ở đồng bằng sông Cửu Long*, NXB. Nông nghiệp.

[3]. Dong-Gyou Kim, M. S (2004), *Development of a constitutive model for resilent modulus of cohesive soils*, The Ohio State University.

[4]. Jose Pujol (2007), *The solution of nonlinear inverse problems and the Levenberg-Marquardt method*, Geophysics (SEG) 72 (4): W1-W16. doi:10.1190/1.2732552.

[5]. Chu, T. Y. et al. (1977), *Soil moisture as a factor in subgrade evaluation,* Transportation Engineering, Journal of ASCE, ASCE, vol.103, no.1, pp.87-102.

[6]. Dương Ngọc Hải, Nguyễn Xuân Trục (2012), *Thiết kế đường ô tô,* NXB. Giáo dục.

[7]. Thadkamalla, G. B. and George, K. P. (1995), *Characterization of Subgrade Soils at Simulated Field Moisture,* Transportation Research Record 1481, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC, pp.21-27.

[8]. Eric C.Drumm et al. (1997), *Subgrade resilent modulus correction for saturation effects*, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, vol.123, no.7, pp.663-670.

[9]. Elfino, M. K. and Davidson, J. L. (1989), *Modeling Field Moisture in Resilient Moduli Testing,* Resilient Moduli of Soils: Laboratory Conditions, edited by David J. Elton and Richard P. Ray, New York, N.Y., American Society of Civil Engineers, pp.31-51.

[10]. Elliot, R. P., and Thornton, S. I. (1988), *Simplification of subgrade resilient modulus testing,* Transportation Research Record 1192, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC, pp.1-7.

[11]. Pezo, R and Hudson, W. R. (1994), *Prediction Models of Resilient Modulus for Nongranular Materials,* Geotechnical Testing Journal, GTJODJ, vol.17, no.3, pp.349-355.

[12]. Drumm, E. C.et al. (July, 1997), *Subgrade Resilient Modulus Correction for Saturation Effects,* Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, vol.123, no.7, pp.663-670.

Ngày nhận bài: 17/9/2023
Ngày chấp nhận đăng: 12/10/2023
Người phản biện: TS. Trần Ngọc Phương
TS. Nguyễn Thị Mỹ Hạnh

Giám sát và điều khiển các hệ thống điện bằng phương pháp phát hiện bất thường từ chuỗi dữ liệu thời gian

■ **TS. ĐOÀN VĂN ĐỔNG(*)**
Trường Đại học Giao thông vận tải TP. Hồ Chí Minh
Email: (*)dongdv@ut.edu.vn

TÓM TẮT: Hiện nay, phân tích dữ liệu theo thời gian thực ngày càng trở nên quan trọng, đặc biệt khi lượng thông tin càng lớn và sự hạn chế của thiết bị lưu trữ. Dữ liệu học sâu (deep learning) là một giải pháp ưu tiên để xây dựng mô hình dự báo thời gian thực. Trong bài báo này, phương pháp phát hiện bất thường trong chuỗi dữ liệu thời gian dựa trên mô hình mạng ràng buộc tiềm ẩn (VELC) được đưa ra để giám sát và điều khiển hệ thống điện thông qua bộ dữ liệu điện năng. Kết quả mô phỏng của mô hình đề xuất đã chứng minh về sự tối ưu hóa lỗi xây dựng lại và tính toán điểm bất thường cả trong không gian gốc và không gian tiềm ẩn để mô hình hóa chính xác các mẫu bình thường. Đồng thời, mô hình đề xuất phát hiện trình tự bất thường tốt hơn so với mô hình bộ mã hóa tự động biến thiên (VAE) bằng cách sử dụng lỗi vector tiềm ẩn và lỗi tái tạo. Kết quả này có ý nghĩa rất quan trọng trong việc hỗ trợ giám sát và điều khiển các hệ thống điện và giảm thất thoát lãng phí điện trong quá trình vận hành.

TỪ KHÓA: Chuỗi dữ liệu thời gian, học sâu, bộ mã hóa tự động biến thiên, mạng ràng buộc tiềm ẩn.

ABSTRACT: Nowadays, real-time data analysis is becoming increasingly important, especially as the volume of information grows and storage device limitations. Deep learning data is a preferred solution for building real-time predictive models. In this article, an anomaly detection method for time series data based on the Variational Encoder Latent Constraints (VELC) model is proposed for monitoring and controlling electrical systems through power consumption data. Simulation results of the proposed model have demonstrated optimization in reconstruction error and the calculation of anomaly scores both in the original space and latent space to accurately model normal patterns. Additionally, the proposed model detects abnormal sequences better than the Variational Autoencoder (VAE) model by utilizing latent vector errors and reconstruction errors. This result is of great significance in supporting the monitoring and control of electrical systems and reducing electricity waste during operation.

KEYWORDS: Time series, deep learning, VAE, VELC.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chuỗi dữ liệu thời gian (Time Series-TS) là một chuỗi giá trị được đo lường theo thời gian đều đặn. Do vậy, dự báo chuỗi TS có thể thực hiện được bằng cách xây dựng mô hình phù hợp với lịch sử dữ liệu quan sát được, từ đó dự báo giá trị quan sát trong tương lai.

Bài toán phát hiện bất thường (animaly detection) là sự quan sát, tìm kiếm những bản ghi hay các biểu hiện khác biệt rõ rệt so với quy luật bình thường [1]. Đối với hệ thống phân tán và dữ liệu lớn thì việc theo dõi và phát hiện bất thường từ hàng triệu bản ghi giúp kiểm soát các điểm sai, kiểm soát nhiễu loạn và tăng tính ổn định của hệ thống.

Các phương pháp truyền thống ứng dụng để phát hiện bất thường như phương pháp dựa vào mô hình tuyến tính (linear model-based methods) [2], phương pháp dựa vào khoảng cách (distance-based methods) [3], phương pháp dựa vào mật độ (density-based methods) [4], phương pháp máy hỗ trợ vector (support vector machines) [5]. Tuy nhiên, các phương pháp này bộc lộ những hạn chế của nó trong trường hợp hệ thống dữ liệu lớn hơn, phức tạp hơn. Thông thường, điểm bất thường sẽ được phát hiện theo thứ tự thời gian. Nhưng thực tế, khi dữ liệu có tính nhân quả thì việc đưa yếu tố này xét cùng với thứ tự thời gian gặp rất nhiều thách thức [6].

Với khả năng có thể học được các thay đổi phức tạp của dữ liệu trong khi không tạo ra các giả định về các mẫu dữ liệu cơ bản, cho đến nay học sâu trở thành lựa chọn tối ưu nhất để phân tích chuỗi TS [7]. Bài báo dựa trên mô hình bộ mã hóa tự động biến thiên (Variational AutoEncoder-VAE) với bộ mã hóa lại để đưa ra mạng ràng buộc tiềm ẩn (Variational AutoEncoder with re-Encoder and latent Constraint network-VELC) trong phát hiện bất thường trên dữ liệu TS. Nội dung còn lại của bài báo được trình bày như sau: Phần 2 trình bày về mô hình đề xuất. Thực hiện mô phỏng, đánh giá trong từng trường hợp cụ thể ở phần 3. Nội dung Phần 4 là kết luận và hướng phát triển trong tương lai gần.

2. MÔ HÌNH ĐỀ XUẤT

Mô hình đề xuất dựa trên VAE với bộ mã hóa lại và mạng ràng buộc tiềm ẩn với mục là phát hiện sự bất thường của chuỗi thời gian dựa trên lỗi tái tạo của mô hình tổng quát và mô hình được đào tạo với dữ liệu bình thường. Để trích xuất các tính năng của chuỗi thời gian, bộ mã hóa, bộ giải

mã và bộ mã hóa lại đều sử dụng mạng nơ-ron dài ngắn (Long Short-time Memory - LSTM) hai chiều. Dữ liệu điện năng theo TS được đưa ra để thực hiện đánh giá tính hiệu quả của mô hình trong việc giám sát và điều khiển các hệ thống điện.

2.1. Mạng ràng buộc

Nguyên nhân việc không phát hiện được bất thường là do VAE được huấn luyện bởi các mẫu thông thường để mô hình hóa việc phân phối dữ liệu huấn luyện. Do đó, VAE có khả năng vượt trội để tái cấu trúc dữ liệu. Tuy nhiên, nếu VAE được sử dụng để phát hiện bất thường thì khả năng tái cấu trúc dữ liệu có thể khiến mô hình tái tạo tốt các mẫu bất thường chưa được huấn luyện. Từ cấu trúc của mạng VAE ban đầu, một mạng ràng buộc sau khi lấy mẫu từ phân phối tiềm ẩn để hạn chế khả năng tái tạo lại dữ liệu bất thường của mô hình được đề xuất và mạng ràng buộc có thể được coi là một mạng đặc biệt bổ sung tương tự như mạng bộ mã hóa và giải mã.

Từ bộ mã hóa tự động thưa thớt và khung MemAE [8], một số quy tắc bổ sung cho mạng ràng buộc được đưa ra. Mạng ràng buộc được đặt thành ma trận C ∈ (z_dim, N). Trong đó, số hàng của ma trận "z_dim" bằng số chiều của vector tiềm ẩn z, số cột của ma trận N được sử dụng làm tham số của mô hình và mỗi phần tử của ma trận được coi là một tham số được đào tạo bởi toàn bộ mô hình. Trong giai đoạn huấn luyện, mô hình được huấn luyện bởi các mẫu bình thường, vì vậy mỗi hàng của mô hình có thể được coi là một "vector đặc trưng" hay "vector đại diện" của các vector tiềm ẩn của các mẫu bình thường.

Trong giai đoạn đào tạo hoặc phát hiện, đối với biến tiềm ẩn z của từng mẫu thu được sau khi lấy mẫu, chúng tôi tính toán độ tương tự cosin giữa vector của mỗi hàng của ma trận C, sẽ nhận được một số hệ số biểu diễn cho mỗi z, ký hiệu là vector w.

$$C = (c_1, c_2, ..., c_N) \quad w_i = \frac{z * c_i}{\|z\| . \|c_i\|} \tag{1}$$

$$w = (w_1, w_2, ..., w_3) \tag{2}$$

Sau khi lấy được vector w, ta chuẩn hóa từng phần tử, trong đó w = w/||w||. Để ngăn các vector tiềm ẩn của các mẫu bất thường được tái tạo bởi sự kết hợp phức tạp của nhiều ma trận C, một ràng buộc thưa thớt được thêm vào w đã chuẩn hóa. Nếu một phần tử của w nhỏ hơn một ngưỡng nhất định, nó được đặt thành 0, nếu nó lớn hơn ngưỡng, nó sẽ được giữ lại.

$$w_i^{'} = \begin{cases} w_i & w_i > ths \\ 0 & w_i \le ths \end{cases} \quad \hat{w} = (w_1^{'}, w_2^{'}, ..., w_N^{'}) \tag{3}$$

Cuối cùng, chúng tôi sử dụng tổ hợp tuyến tính của từng hàng trong ma trận C và $\hat{w}$ làm hệ số kết hợp để tính một vector tiềm ẩn bị ràng buộc mới $\hat{z}$.

$$\hat{z} = \hat{w}C = \hat{w}_1^{'}c_1 + \hat{w}_2^{'}c_2 + ... + \hat{w}_N^{'}c_N \tag{4}$$

2.2. Hàm mất mát

Mô hình với các mẫu bình thường được huấn luyện và xác định hàm mất mát bao gồm ba phần. Phần đầu tiên là hàm mất mát của VAE ban đầu (5).

$$L_{vae}(E, D) = \|X - X_{recon}\|_2 + \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{z_{dim}}\left[(\mu_i^2 + \sigma_i^2) - 1 - \log(\sigma_i^2))\right] \tag{5}$$

Hàm mất mát này được sử dụng để giảm khoảng cách giữa dữ liệu gốc và dữ liệu được xây dựng lại trong không gian ban đầu và làm cho phân phối của mô hình càng gần đến việc phân phối dữ liệu huấn luyện. Hai tổn thất này là tổn thất tái thiết và tổn thất KL_1.

$$L_{rec_x} = \|X - X^{'}\|_2 \tag{6}$$

$$L_{KL_1} = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{z^{'}-\dim}[(\mu_i^2 + \sigma_i^2) - 1 - \log(\sigma_i^2))] \tag{7}$$

Phần thứ hai là hàm mất mát của bộ mã hóa lại. Theo lý thuyết về sự mất mát của VAE ban đầu, một hàm mất mát cho mạng bộ mã hóa lại được thiết kế, giống như thuật ngữ thứ hai của hàm mất mát của VAE ban đầu.

$$L_{KL_2} = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{z'-\dim}[(\mu_i'^2 + \sigma_i'^2) - 1 - \log(\sigma_i'^2)] \tag{8}$$

Phần thứ ba là lỗi của vector tiềm ẩn. Bộ mã hóa lại được sử dụng để ánh xạ lại dữ liệu đã tạo sang không gian tiềm ẩn mới và tính toán khoảng cách L2 giữa hai vector tiềm ẩn.

$$L_{lat} = \|Z - Z^{'}\|_2 \tag{9}$$

Đối với toàn bộ mô hình, hàm mất mát có thể được mô tả như sau:

$$L_{VEC} = L_{rec_x} + L_{KL_1} + L_{lat} + L_{KL_2} \tag{10}$$

2.3. Phát hiện điểm bất thường

Trong giai đoạn phát hiện, với các mẫu đầu vào X = [x1, x2, . . . , xN] ∈ RN, mô hình dữ liệu chuỗi mới tương tự như phân phối dữ liệu đào tạo có thể được tạo ra. Nếu phát hiện một mẫu bất thường, mô hình sẽ tạo ra một mẫu được tái tạo X′ khác biệt đáng kể so với phân phối của dữ liệu gốc và mẫu bất thường cũng có sự khác biệt lớn giữa vector tiềm ẩn z′ thu được bởi bộ mã hóa và mẫu mới. Vector tiềm ẩn re_z′ thu được bằng bộ mã hóa lại. Do đó, thiết kế phương pháp mới để tính điểm bất thường cho chuỗi thời gian có thể thực hiện được.

Tiêu chí là nếu lỗi tái tạo và lỗi giữa hai không gian tiềm ẩn của một mẫu đầu vào lớn, thì mẫu đó có nhiều khả năng là một mẫu bất thường. Điểm bất thường A(xi) được xác định như sau:

$$A(x_i) = \alpha\|x - x^{'}\|_1 + \beta\|z^{'} - re_z^{'}\|_1 \tag{11}$$

Trong đó: α và β - Các tham số để hạn chế thời hạn phạt và α+β = 1, α > 0, β > 0. Điểm bất thường của mẫu càng lớn có nghĩa là mẫu được tạo sai lệch so với dữ liệu đầu vào, hay nói cách khác mẫu càng bất thường.

Để đảm bảo tính mạnh mẽ của thuật toán và tìm ra điểm bất thường trong các chuỗi thời gian khác nhau, chúng ta cần chuẩn hóa điểm bất thường trong khoảng [0, 1] và đặt ngưỡng φ.

$$A(x_i)^{'} = \frac{(A(x_i) - min(A(X)))}{(max(A(X)) - min(A(X)))} \tag{12}$$

Trong đó: $A(x_i)'$ - Điểm bất thường được chuẩn hóa. Dữ liệu càng bất thường, điểm bất thường càng lớn và càng gần 1.

3. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG VÀ ĐÁNH GIÁ

Phần này trình bày các tiêu chí đánh giá, xử lý dữ liệu, quá trình hiện thực các thực nghiệm cho mô hình đề xuất và mô hình VAE. Đồng thời, các kết quả mô phỏng cũng được phân tích đánh giá tương ứng.

3.1. Tiêu chí đánh giá

Khu vực dưới đường cong ROC (Area Under the Curve-AUC) [9] là chỉ số phổ biến để đo lường hiệu suất trong phát hiện bất thường. Vì vậy, AUC được sử dụng để đánh giá hiệu suất của phương pháp và phương pháp cơ sở của chúng tôi, đồng thời thực hiện các thử nghiệm trên các bộ dữ liệu. ROC (receiver operating curve) là đường cong biểu diễn khả năng phân loại của một mô hình phân loại tại các ngưỡng threshold. Đường cong này dựa trên hai chỉ số:

Thứ nhất là chỉ số TPR (true positive rate), hay còn gọi là recall hoặc sensitivity. Đây là tỷ lệ các trường hợp phân loại đúng "positive" trên tổng số các trường hợp thực tế positive. Chỉ số này sẽ đánh giá mức độ dự báo chính xác của mô hình trên positive. Khi giá trị của nó càng cao, mô hình dự báo càng tốt trên nhóm positive. Nếu TPR = 0,9, chúng ta tin rằng 90% các mẫu thuộc nhóm positive đã được mô hình phân loại đúng.

$$TPR/recall/sensitivity = \frac{TP}{total\ \text{positive}} \quad (13)$$

Thứ hai là chỉ số FPR (false positive rate). Đây là tỷ lệ dự báo sai các trường hợp thực tế là negative thành positive trên tổng số các trường hợp thực tế là negative. Nếu giá trị của FPR = 0,1, mô hình đã dự báo sai 10% trên tổng số các trường hợp là negative. Một mô hình có FPR càng thấp thì mô hình càng chuẩn xác vì sai số của nó trên nhóm negative càng thấp. Phần bù của FPR là specificity đo lường tỷ lệ dự báo đúng các trường hợp negative trên tổng số các trường hợp thực tế là negative.

$$FPR = 1 - specificity = \frac{FP}{total\ \text{negative}} \quad (14)$$

AUC là chỉ số được tính toán dựa trên đường cong ROC nhằm đánh giá khả năng phân loại của mô hình. Phần diện tích gạch chéo nằm dưới đường cong ROC và trên trục hoành là AUC (area under curve) có giá trị nằm trong khoảng [0, 1]. Khi diện tích này càng lớn thì đường cong ROC có xu hướng tiệm cận đường thẳng y = 1 và khả năng phân loại của mô hình càng tốt. Khi đường cong ROC nằm sát với đường chéo đi qua hai điểm (0, 0) và (1, 1), mô hình sẽ tương đương với một phân loại ngẫu nhiên.

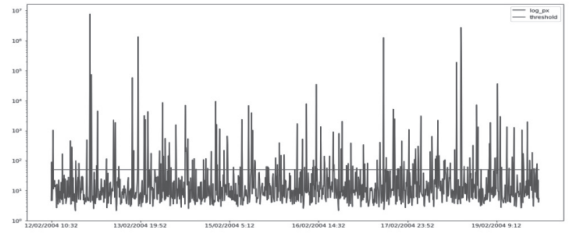
Thực hiện đo đạc chỉ số mất mát của mô hình đề xuất và mô hình VAE (công thức (8) và (10)). Để đảm bảo cho việc đo đạc hao hụt và thời gian được chính xác nhất, hai phương pháp trên hai bộ dữ liệu trong vòng 10 lần lần lượt được thực hiện. Sau đó, kết quả thu được sẽ cho ra chỉ số hao hụt và thời gian thực thi của từng phương pháp trên từng bộ dữ liệu.

3.2. Xử lý dữ liệu

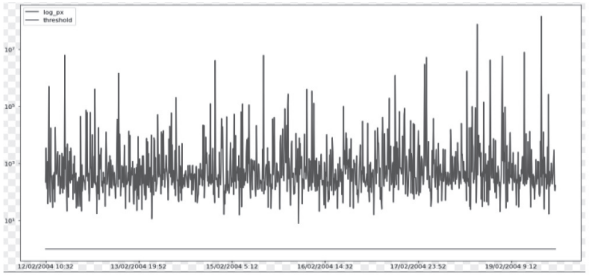
Các dữ liệu sau khi được chuẩn hóa sẽ áp dụng vào các mô hình được huấn luyện trên dữ liệu bình thường và được thiết lập những thông số để tối ưu hóa độ chính xác của dự báo. Với mục đích này, mỗi bộ dữ liệu được chia làm hai phần cho Training và Testing. Từ 80 - 90% dữ liệu cho Training (chỉ chứa các giá trị bình thường, dùng cho huấn luyện mô hình) được thực hiện và sử dụng 10 - 20% cho Testing (chứa các giá trị bình thường và bất thường, dùng để phát hiện bất thường). Trong quá trình Training và Testing, dữ liệu được xử lý cùng lúc như nhau.

3.3. Kết quả thực nghiệm

Ngôn ngữ Python kết hợp với thư viện mã nguồn mở Keras do Google phát triển được sử dụng trong quá trình huấn luyện. Kết quả thực hiện mô phỏng với bộ dữ liệu điện năng khoảng 10 epochs với các mô hình VAE và VELC như sau:

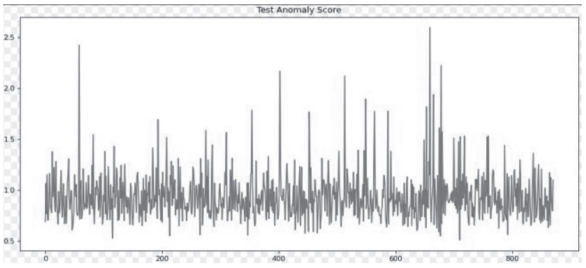


a) - Phát hiện bất thường từ log_px với ngưỡng 50 sử dụng phương pháp VAE

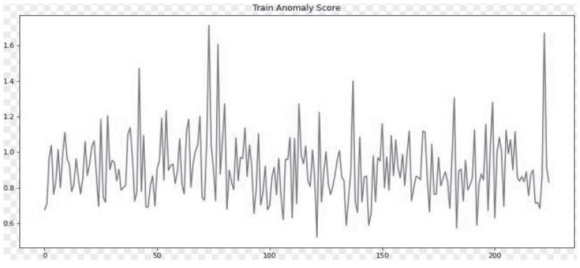


b) - Phát hiện bất thường từ log_px với ngưỡng 1 sử dụng phương pháp VELC

Hình 3.1: Phát hiện bất thường

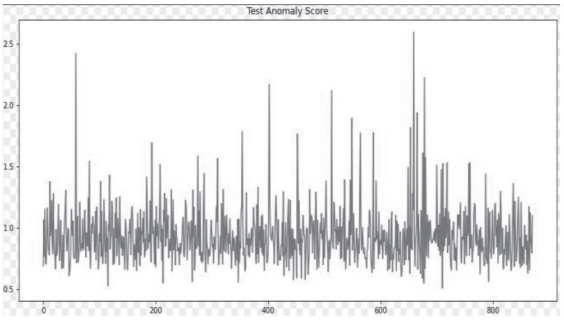


a) - Điểm bất thường từ dữ liệu được huấn luyện sử dụng phương pháp VAE

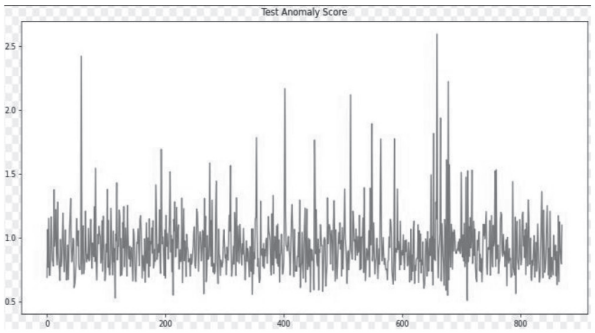


b) - Điểm bất thường từ dữ liệu train sử dụng phương pháp VELC

Hình 3.2: Điểm bất thường từ dữ liệu



a) - Điểm bất thường từ dữ liệu test sử dụng phương pháp VAE



b) - Điểm bất thường từ dữ liệu test sử dụng phương pháp VELC

Hình 3.3: Điểm bất thường từ dữ liệu test

Bảng 3.1. Kết quả đánh giá so sánh giữa mô hình VAE và VELC trên bộ dữ liệu ECG

Mô hình	AUC	LOSS	Thời gian thực thi
VAE	0,81	7,2	299s
VELC	0,89	4,35	1195s

Từ *Bảng 3.1* có thể thấy rằng phương pháp của đề xuất đã được cải thiện đáng kể. Do điểm bất thường mà chúng tôi thiết kế trong công thức (29) bị ràng buộc bởi tham số α và β nên để có kết quả tốt hơn, giá trị của tham số α và β được lựa chọn thay đổi từ (α=0,2; β=0,8) và kết quả trung bình tốt hơn so với các tham số khác.

Thông qua các thử nghiệm rộng rãi, mô hình VELC tốt hơn mô hình VAE cho nhiệm vụ này. Cụ thể, trong bộ dữ liệu điện năng, chỉ số AUC từ mô hình VAE và VELC là 0,81 và 0,89 và mất mát lần lượt là 7,2 và 4,35. Ngoài ra, nó có thể dự đoán nhiều dị thường hơn. Mô hình VELC đã đạt được những kết quả vượt trội trong việc phát hiện các điểm bất thường từ bộ dữ liệu điện năng. Vì vậy, mô hình đưa ra này đã minh chứng cho sự hiệu quả trong việc giám sát, điều khiển và dự báo các hệ thống điện, đảm bảo hiệu quả, tối ưu về chi phí trong quá trình vận hành.

4. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, mô hình VELC được đề xuất với kỹ thuật có thể tối ưu hóa lỗi xây dựng lại và tính toán điểm bất thường cả trong không gian gốc và không gian tiềm ẩn để mô hình hóa chính xác các mẫu bình thường. Kết quả cho thấy mô hình đề xuất có thể phát hiện trình tự bất thường bằng cách sử dụng lỗi vector tiềm ẩn và lỗi tái tạo. Thời gian thực thi của mô hình VAE phụ thuộc vào khả năng dự báo trên bộ dữ liệu. Trong khi đó, phần lớn thời gian thực thi của mô hình đề xuất phụ thuộc dựa vào quá trình huấn luyện trên mỗi bộ dữ liệu. Kết quả mô phỏng đã chứng minh tính hiệu quả của mô hình đề xuất về việc giám sát, điều khiển và thậm chí đưa ra các dự báo các tình huống có thể xảy ra trong các hệ thống điện. Trong tương lai, nghiên cứu sẽ thực hiện với nhiều độ đo sai số và cải tiến mô hình đề xuất để có thể tăng độ chính xác cho kết quả dự báo.

Tài liệu tham khảo

[1]. A. Blázquez-García, A. Conde, U. Mori and J. A. Lozano (2020), *A review on outlier/anomaly detection in time series data*, arXiv preprint arXiv:2002.04236.

[2]. M-L Shyu, S-C. Chen, K. Sarinnapakorn and L. Chang (2003), *A novel anomaly detection scheme based on principal component classifier*, Tech. Rep., Miani University coral gables FL Dept of Electrical and Computer Engineering.

[3]. F. Angiulli and C. Pizzuti (2002), *Fast outlier detection in high dimensional spaces*, in European conference on principles of data mining and knowledge discovery, pp.15-27, Springer.

[4]. M. M. Breunig, H.-P. Kriegel, R. T. Ng and J. Sander (2000), *Lof: identifying density-based local outliers*, in Proceedings of the 2000 ACM SIGMOD international conference on Management of data, pp.93-104.

[5]. B. Schölkopf, J. C. Platt, J. Shawe-Taylor, A. J. Smola and R. C. Williamson (2001), *Estimating the support of a high-dimensional distribution*, Neural computation, vol.13, no.7, pp.1443-1471.

[6]. M. Hu, X. Feng, Z. Ji, K. Yan and S. Zhou (2019), *A novel computational approach for discord search with local recurrence rates in multivariate time series*, Information Sciences, vol.477, pp.220-233.

[7]. K. Yan, W. Li, Z. Ji, M. Qi and Y. Du (2019), *A hybrid lstm neural network for energy consumption forecasting of individual households*, Ieee Access, vol.7, pp.157633-157642.

[8]. Finke, T., Krämer, M., Morandini, A. et al. (2021), *Autoencoders for unsupervised anomaly detection in high energy physics*, Journal of High Energy Physic, 16.

[9]. Ling, C.X., Huang, J., Zhang, H. (2003), *Auc: a statistically consistent and more discriminating measure than accuracy*, International Joint Conference on Artificial Intelligence.

Ngày nhận bài: 20/9/2023
Ngày chấp nhận đăng: 05/10/2023
Người phản biện: PGS. TS. Đồng Văn Hướng
TS. Nguyễn Trọng Trung

Nghiên cứu, thiết kế hệ thống điều khiển tốc độ cho diesel chính trên tàu thủy sử dụng bộ điều khiển Fuzzy-PID

■ **KS. NGUYỄN VĂN SƠN**(*)
Viện Kỹ thuật Hải quân
■ **TS. ĐỖ KHẮC TIỆP**
Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email: (*)nguyensonnam2008@gmail.com

TÓM TẮT: Bài báo trình bày về vấn đề điều khiển tốc độ cho diesel chính trên tàu thủy sử dụng bộ điều khiển Fuzzy-PID. Động cơ diesel ngày nay được sử dụng rất rộng rãi làm năng lượng nguồn trong thực tế. Động cơ diesel được dùng để dẫn động cho ô tô, tàu thủy... Các động cơ diesel được trang bị trên tàu thủy là những loại động cơ diesel cỡ lớn yêu cầu được kiểm soát chặt chẽ về tốc độ. Việc điều khiển tốc độ cho các động cơ này được thực hiện thông qua bộ điều tốc và thanh răng nhiên liệu. Hiện nay, nghiên cứu chế tạo bộ điều tốc cho động cơ diesel lai chân vịt hiện chưa được đơn vị cá nhân nào trong nước nghiên cứu chế tạo. Các sản phẩm đang được sử dụng chủ yếu nhập ngoại từ các hãng của nước ngoài, khi xảy ra sự cố thường phải mời chuyên gia của các hãng sang gây tốn kém và mất nhiều thời gian, ảnh hưởng đến tính cơ động và khả năng sẵn sàng chiến đấu của tàu, không làm chủ được trong khai thác và bảo dưỡng sửa chữa. Xu hướng chế tạo các trang thiết bị trong nước thay thế cho các hệ thống nhập ngoại đang được đầu tư và quan tâm, nhất là trong quân đội nói riêng. Điều khiển tốc độ cho động cơ diesel chính trên tàu thủy được giới thiệu trong bài báo sử dụng bộ điều khiển Fuzzy-PID nhằm ứng dụng đề xuất có thể điều khiển cho các động cơ diesel chính nhằm nâng cao chất lượng điều khiển để hệ thống đạt hiệu suất tốt hơn, cải thiện hiệu quả và chất lượng kiểm soát tốc độ cho động cơ diesel. Kết quả của quá trình thực hiện điều khiển tốc độ của diesel chính được thực hiện mô phỏng trên Matlab/Simulink. Từ kết quả mô phỏng cho thấy việc thực hiện điều khiển tốc độ cho động cơ diesel sử dụng bộ điều khiển Fuzzy-PID được thực hiện nhanh chóng và tương đối chính xác.

TỪ KHÓA: Diesel, hệ thống điều tốc, Matlab/Simulink, bộ điều khiển Fuzzy-PID.

ABSTRACT: This paper presents the problem of speed control for main diesel on ships using Fuzzy -PID controller. Diesel engines are widely used today as a source of energy in practice. Diesel engines are used to drive cars, ships... Diesel engines equipped on ships are large diesel engines that require strict control of speed. Speed control for these engines is accomplished through the governor and fuel rack. Currently, research on manufacturing governors for hybrid propeller diesel engines has not been researched or manufactured by any individual unit in the country. The products being used are mainly imported from foreign companies. When problems occur, they often have to invite experts from other companies, which is costly and time-consuming, affecting mobility and ability the ship's combat readiness, not being able to master operations, maintenance and repair. The trend of manufacturing domestic equipment to replace imported systems is receiving investment and attention, especially in the Army in particular. Speed control for the main diesel engine on the boat is introduced in the article using the Fuzzy-PID controller to use the proposed application to control the main diesel engines to improve the quality of control for the system. The system achieves better performance, improving efficiency and quality of speed control for Diesel engines. The results of the main diesel speed control process are simulated on Matlab/Simulink. From the simulation results, it shows that implementing speed control for diesel engines using Fuzzy - PID controller is done quickly and relatively accurately.

KEYWORDS: Diesel, governor, Matlab/Simulink, Fuzzy-PID controller.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong các hệ thống điều khiển tốc độ diesel, bộ điều khiển PID được sử dụng phổ biến nhất do cấu trúc đơn giản, dễ thực hiện và hoạt động hoàn hảo trong điều kiện biến thiên thông số nhỏ. Tuy nhiên, hệ thống điều chỉnh tốc độ của động cơ diesel tàu thủy là một hệ thống phi tuyến tính phức tạp và biến đổi theo thời gian. Phương pháp điều khiển PID không hiệu quả lắm đối với các hệ phi tuyến có tham số biến thiên lớn [1-2]. Đối với những mâu thuẫn giữa hiệu suất tĩnh và động, theo dõi giá trị cài đặt và loại bỏ nhiễu, độ ổn định và hiệu suất điều khiển, bộ điều khiển PID chưa phải là phương pháp hiệu quả nhất. Giải pháp tốt nên thường phải thỏa hiệp để có được hiệu quả kiểm soát tốt nhất. Để khắc phục những nhược điểm này

cần đưa công nghệ thông minh vào động cơ diesel vì yêu cầu cao hơn về điều chỉnh tốc độ.

Trong những năm gần đây, mô hình mờ của hệ phi tuyến đã thu hút được sự quan tâm lớn của các học giả và nhà khoa học. Điều khiển logic mờ, tương đối dễ hiểu hơn trong khi kiến thức chuyên môn có thể được kết hợp một cách thuận tiện, thường được các kỹ sư điều khiển ưa thích [3-4]. Để khắc phục những hạn chế của bộ điều khiển truyền thống, bài báo nghiên cứu, thiết kế bộ điều khiển Fuzzy-PID cho bộ điều khiển tốc độ của động cơ diesel chính trên tàu thủy. Bộ điều chỉnh cho động cơ diesel chính được tác giả thiết kế với hai bộ điều khiển: Bộ điều khiển PID truyền thống và bộ điều khiển Fuzzy-PID. Tiến hành mô phỏng hoạt động của hệ thống với cả hai bộ điều khiển được tiến hành trên phần mềm Matlab - Simulink. Kết quả mô phỏng thu được khi sử dụng từng bộ điều khiển sẽ được so sánh với nhau.

Bài báo được trình bày với bố cục: Phần 2 trình bày về mô hình toán học của động cơ diesel và bộ điều tốc, Phần 3 trình bày về thiết kế bộ điều khiển Fuzzy-PID, Phần 4 trình bày về chương trình và kết quả mô phỏng và phần cuối cùng là kết luận.

2. MÔ HÌNH TOÁN HỌC CỦA ĐỘNG CƠ DIESEL VÀ BỘ ĐIỀU TỐC

2.1. Mô hình toán học của động cơ diesel

Hệ phương trình toán học để mô tả đối tượng động cơ diesel có độ phi tuyến cao và rất phức tạp, do vậy, để đơn giản trong tính toán và xây dựng các bộ điều khiển cho đối tượng này ta dùng phương pháp thực nghiệm.

Xuất phát từ phương trình cân bằng mô-men trên trục của diesel ta sẽ thành lập được phương trình của động cơ sơ cấp như công thức (1):

$$J.\frac{d\omega_S}{dt} = M_D - M_e \quad (1)$$

Trong đó:

J - Mô-men quán tính;

ω_S - Vận tốc quay của động cơ sơ cấp;

M_D - Mô-men của động cơ diesel;

M_C - Mô-men cản do tải sinh ra trên trục động cơ.

Phương trình cân bằng mô-men viết ở hệ tương đối và viết theo độ lệch tương đối của vận tốc quay của động cơ sơ cấp so với giá trị định mức thì ta có phương trình:

$$T_j.\frac{d\varphi}{dt} + \beta.\varphi = \mu_P - M_e \quad (2)$$

Với:

$\varphi = \frac{\omega_s - \omega_n}{\omega_n}$ - Độ lệch tương đối của vận tốc quay so với giá trị định mức;

μ_p - Độ lệch tương đối của bộ phận điều chỉnh nhiên liệu P so với giá trị định mức của nó;

β - Hệ số tự cân bằng;

M_e - Mô-men điện từ;

T_j - Hằng số thời gian cơ khí; $T_j = J\frac{\omega_n}{M_n}$;

ω_n - Tốc độ quay định mức;

M_n - Mô-men quay định mức.

2.2. Mô hình toán của bộ điều tốc tác động gián tiếp

Hiện nay, trên tàu thủy nói riêng và bộ điều tốc nói chung, người ta chủ yếu dùng bộ điều tốc tác động gián tiếp, tức sự dịch chuyển của khớp nối của cơ cấu ly tâm không tác động lên bộ phận điều chỉnh nhiên liệu mà qua khâu trung gian dùng cơ cấu thủy lực. Ở trạng thái ổn định, các pít-tông của van trượt luôn đóng các cửa van. Nếu khớp nối của cơ cấu ly tâm thay đổi vị trí của mình thì một trong 2 cửa van mở ra, dầu dưới áp cao sẽ chảy vào xi-lanh chính làm dịch chuyển pít-tông của xi-lanh chính làm thay đổi vị trí của bộ điều khiển nhiên liệu cho động cơ sơ cấp, làm thay đổi tốc độ sao cho có xu hướng trở lại tốc độ đặt.

Phương trình của bộ thủy lực có thể viết:

$$(T_{KD}p + 1).\mu_P = K.\eta \quad (3)$$

Trong đó:

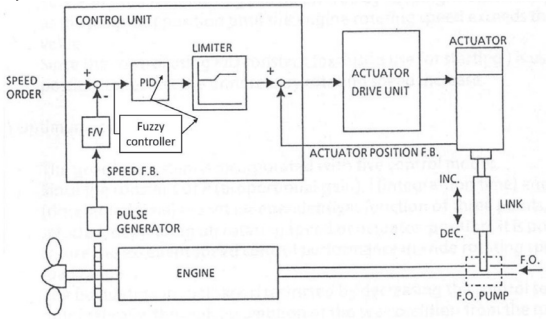
T_{kd} - Hằng số thời gian bộ khuếch đại thủy lực;

K - Hệ số khuếch đại của bộ khuếch đại thủy lực;

$\mu_p = \frac{K}{T_{KD}p + 1}\eta$ - Sự dịch chuyển.

3. THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN FUZZY-PID CHO ĐỘNG CƠ DIESEL CHÍNH TRÊN TÀU THỦY

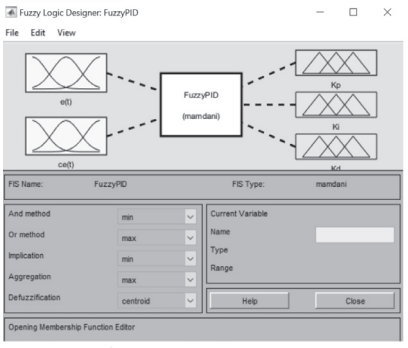
Bộ điều khiển Fuzzy-PID mờ, lấy sai lệch "e" và vi phân sai lệch "ce" làm đầu vào cho bộ điều khiển, sử dụng các quy tắc của bộ điều khiển mờ để điều chỉnh các tham số của bộ điều khiển PID trực tuyến. Cấu trúc của bộ điều khiển Fuzzy-PID cho bộ điều tốc của diesel chính như *Hình 3.1.*



Hình 3.1: Cấu trúc của bộ điều khiển Fuzzy-PID cho điều khiển tốc độ động cơ diesel chính trên tàu thủy

Bộ điều khiển Fuzzy-PID cho điều tốc cho bộ điều tốc của diesel chính được thiết kế với hai đầu vào: e(t) - Sai lệch tốc độ và ce(t) - Vi phân sai lệch tốc độ và ba đầu ra tương ứng với các hệ số Kp, Ki và Kd của bộ điều khiển PID.

Bộ điều khiển Fuzzy-PID cho bộ điều tốc của diesel chính được thiết kế trên Matlab dựa trên nguyên tắc Mamdani như *Hình 3.2.*



Hình 3.2: Bộ điều khiển Fuzzy-PID cho điều tốc diesel chính được xây dựng trên Matlab

Bộ điều khiển được thiết kế với 7 giá trị của tập mờ {NB, NM, NS, Z, PS, PM, PB}, các phần tử trong tập hợp

đại diện cho NB (Negative Big) - Âm lớn, NM (Negative Medium) - Âm trung bình, NS (Negative Small) - Âm nhỏ, Z (Zero) - Không, PB (Positive Big) - Dương lớn, PM (Positive Medium) - Dương trung bình, PS (Positive Small) - Dương nhỏ.

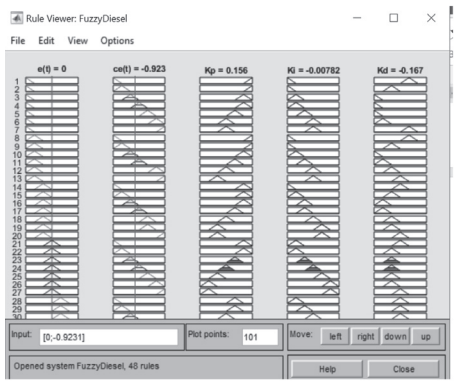
Từ các lập luận như trên, ta xây dựng được bảng quy tắc mờ dùng để hiệu chỉnh các tham số Kp, Ki và Kd của bộ điều khiển PID như *Bảng 3.1*.

Bảng 3.1. Quy tắc mờ cho các tham số K_p, K_i và K_d

e\ ce	NB	NM	NS	Z	PS	PM	PB
NB	PB NB PS	PB NB NC	PM NM NB	PM NM NB	B NS NB	Z Z NM	Z Z PS
NM	PB NB PS	PB NB NS	PM NM NB	PS NS NM	PS NS NM	Z Z NS	NS Z Z
NS	PM NB Z	PM NM NS	PM NS NM	PS NS NM	Z Z NS	NS PS NS	NS PS Z
Z	PB NM Z	PB NM NS	PSNS NS	Z Z NS	NS PS NS	NM PM NS	NM PM Z
PS	PS NM	PS NS	Z Z	NS PS	NS PS	NM PM	NM PB
PM	PS Z PB	Z Z NS	NS PS PS	NM PS PS	NM PM PS	NM PB PS	NB PB PB
PB	Z Z PB	Z Z PM	NM PS PM	NM PM PM	NM PM PS	NB PB PS	NB PB PB

Tác giả lựa chọn phạm vi giá trị cho đầu vào (e(t)) là từ -6 đến +6 và phạm vi giá trị để thay đổi đầu vào (ce(t)) là từ -6 đến +6. Nếu giá trị đầu vào nằm ngoài phạm vi đã chỉ định thì độ bão hòa sẽ được áp dụng để đảm bảo giá trị đầu vào luôn nằm trong phạm vi này. Theo cách tương tự, tác giả cũng chọn phạm vi giá trị cho đầu ra K_p là từ -1 đến +1, phạm vi giá trị cho đầu ra K_i là từ -0,05 đến +0,05 và phạm vi giá trị cho đầu ra K_d là từ -0,5 đến +0,5. Tất cả các giá trị cho các đầu vào và đầu ra của bộ điều khiển được xác định dựa trên kinh nghiệm.

Từ *Bảng 3.1* ta thành lập được 48 nguyên tắc mờ cho bộ điều khiển Fuzzy-PID, luật điều khiển được thể hiện như *Hình 3.3*.

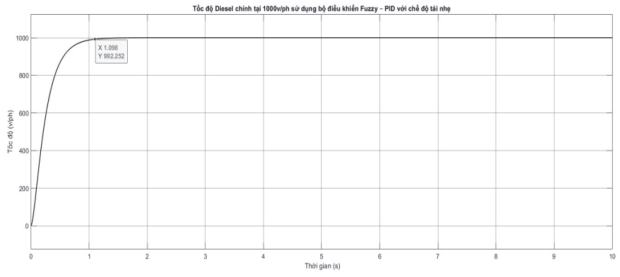


Hình 3.3: Quy tắc điều khiển của bộ điều khiển Fuzzy-PID cho điều tốc diesel chính

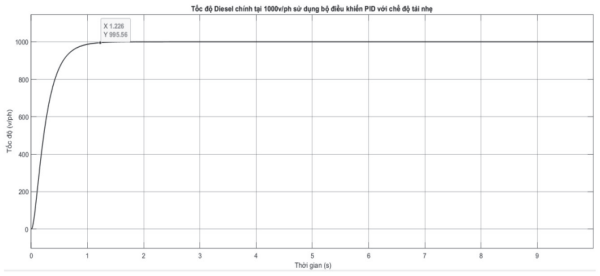
4. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

Tiến hành mô phỏng bộ điều tốc cho động cơ diesel chính tại tốc độ 1.000 v/ph với các chế độ công tác khác nhau, kết quả thu được thể hiện ở các *Hình 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.5*.

- Mô phỏng với tốc độ diesel chính tại 1.000 v/ph sử dụng bộ điều khiển Fuzzy-PID và bộ điều khiển PID với chế độ tải nhẹ với kết quả như *Hình 4.1* và *Hình 4.5*.



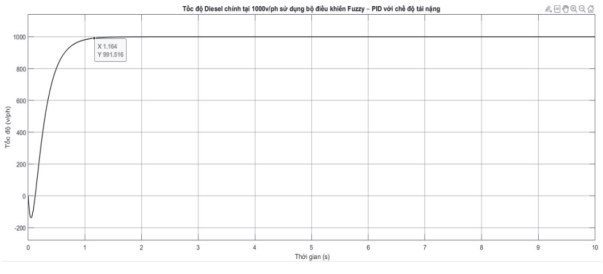
Hình 4.1: Tốc độ diesel chính tại 1.000 v/ph sử dụng bộ điều khiển Fuzzy-PID với chế độ tải nhẹ



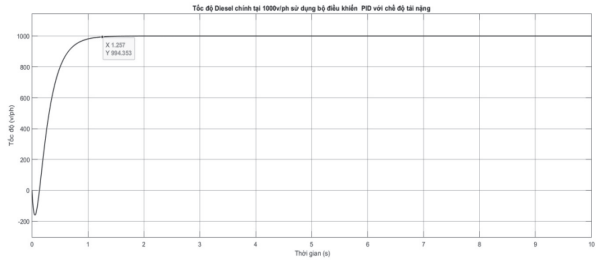
Hình 4.2: Tốc độ diesel chính tại 1.000 v/ph sử dụng bộ điều khiển PID với chế độ tải nhẹ

Từ kết quả mô phỏng *Hình 4.1, 4.2* ta nhận thấy, với bộ điều khiển PID truyền thống thì thời gian ổn định của hệ thống với tốc độ đặt là sau 1,2s, còn với bộ điều khiển Fuzzy-PID thời gian ổn định của hệ thống là 1s.

- Mô phỏng với tốc độ diesel chính tại 1.000 v/ph sử dụng bộ điều khiển Fuzzy-PID và bộ điều khiển PID với chế độ tải nặng với kết quả như *Hình 4.3* và *Hình 4.4*.

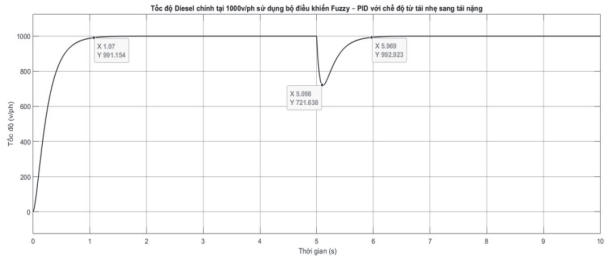


Hình 4.3: Tốc độ diesel chính tại 1.000 v/ph sử dụng bộ điều khiển Fuzzy-PID với chế độ tải nặng

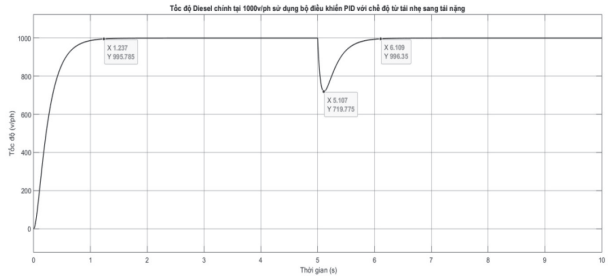


Hình 4.4: Tốc độ diesel chính tại 1.000 v/ph sử dụng bộ điều khiển PID với chế độ tải nặng

- Mô phỏng với tốc độ diesel chính tại 1.000 v/ph sử dụng bộ điều khiển Fuzzy-PID và bộ điều khiển PID với chế độ từ tải nhẹ sang nặng với kết quả như *Hình 4.5, 4.6.*

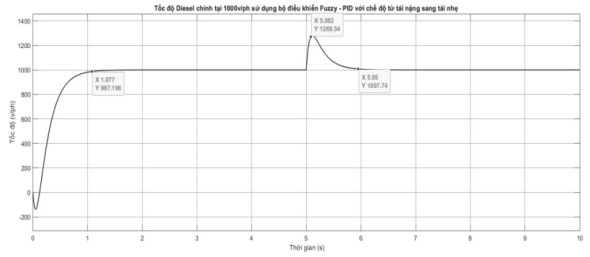


Hình 4.5: Tốc độ diesel chính tại 1.000 v/ph sử dụng bộ điều khiển Fuzzy- PID với chế độ từ tải nhẹ sang tải nặng



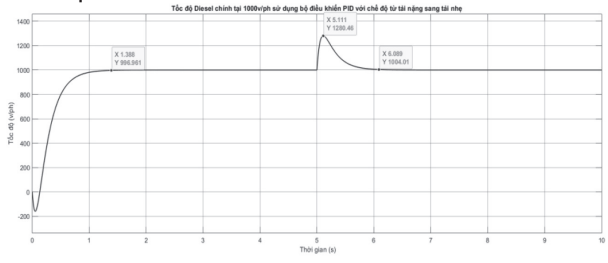
Hình 4.6: Tốc độ diesel chính tại 1.000 v/ph sử dụng bộ điều khiển PID với chế độ từ tải nhẹ sang tải nặng

- Mô phỏng với tốc độ diesel chính tại 1.000 v/ph sử dụng bộ điều khiển Fuzzy-PID và bộ điều khiển PID với chế độ từ tải nặng sang tải nhẹ với kết quả như *Hình 4.7, 4.8.*



Hình 4.7: Tốc độ diesel chính tại 1.000 v/ph sử dụng bộ điều khiển Fuzzy-PID với chế độ từ tải nặng sang tải nhẹ

- Mô phỏng với tốc độ diesel chính tại 1.000 v/ph sử dụng bộ điều khiển PID với chế độ từ tải nặng sang tải nhẹ với kết quả như *Hình 4.8.*



Hình 4.8: Tốc độ diesel chính tại 1.000 v/ph sử dụng bộ điều khiển PID với chế độ từ tải nặng sang tải nhẹ

5. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày về mô hình toán học của bộ điều tốc và động cơ sơ cấp, đồng thời cũng trình bày cách xây dựng và thiết kế bộ điều khiển Fuzzy-PID cho hệ thống điều khiển tốc độ diesel chính trên tàu thủy. Kết quả mô phỏng hoạt động của hệ thống điều khiển tốc độ diesel chính trên tàu thủy với bộ điều khiển Fuzzy-PID được tiến hành trên Matlab/Simulink.

Từ các kết quả mô phỏng ta nhận thấy, với bộ điều khiển Fuzzy-PID thì hệ thống điều chỉnh tốc độ cho động cơ diesel chính có thời gian ổn định ngắn hơn với sai số là nhỏ hơn so với hệ thống được sử dụng bộ điều khiển PID truyền thống.

Tài liệu tham khảo

[1]. Sushant R. Burje, Prof.S.A.Kulkarni, N.B.Dhande (Oct., 2012), *Design and Development of Microcontroller Based Electronic Speed Governor for Genset/Automative Engine*, Research inventory: International Journal of Engineering and Science, vol.1, pp.26-33, Issue 5.

[2]. Mohd Muqeem, NavneetSaini (Apr., 2013), *Electromechanical Governing of Diesel Engine of a Generator Set through Torque Sensing*, International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology, vol.4, pp.27-32.

[3]. MohdDzarif Bin MohdBakhari (May, 2007), *Speed control of Diesel engine system through PID approach*, A project report for the Bachelor of Mechanical Engineering (Structure & material), University of Teknikal Malysia Melaka.

[4]. Tran, T.A., Yan, X.P., Yuan, Y.P. (2017), *Marine Engine Rotational Speed Control Automatic System Based on Fuzzy PID Logic Controller*, 4th International Conference on Transportation Information and Safety (ICTIS 2017), Banff, AB, Canada, 1099-1104.

[5]. Aissaoui, A.G., Tahour, A. Logic-Controls, Concepts (2012), *Theories and Application of Fuzzy Logic in Control of Electrical Machines, Fuzzy Applications*, Prof. Elmer Dadios (Ed.), ISSN:978-953-51-0396-7, InTech.

Ngày nhận bài: 25/9/2023
Ngày chấp nhận đăng: 12/10/2023
Người phản biện: TS. Nguyễn Hữu Quyền
TS. Vũ Xuân Hậu

The optimal transmit power control of MIMO Radar through DOA estimation using transmit beamspace

■ **Dr. DOAN VAN DONG(*); MSc. TRAN VAN THO**
Ho Chi Minh City University of Transport, Vietnam
Email: (*)dongdv@ut.edu.vn

ABSTRACT: This paper introduces optimal transmit power control method for multiple-input multiple-output (MIMO) Radar in direction of arrival (DOA) estimation using transmit beamspace. By designing the transmit beamspace matrix and combining uniform power distribution across the transmit array elements, the desired transmit beampattern is obtained, in which the transmitting energy focuses on the DOA. As a result, the performance of MIMO Radar system is effectively enhanced.

KEYWORDS: MIMO Radar, Direction of Arrival (DOA), transmit beamspace.

1. INTRODUCTION

Radar systems with multiple inputs and multiple outputs are called MIMO Radar. This is a new generation Radar type that allows transmitting and receiving many types of signals at the same time [1]. Many techniques for estimating the angle of arrival (DOA-Direction of Arrival) have been studied in traditional radar systems. MIMO Radar combined with co-located transmit and receive antenna array techniques has opened up many new opportunities in estimating the DOA incident angle parameter [2]. Designing the appropriate radiation diagram allows increasing the SNR value in the incident angle directions in DOA estimation of the MIMO Radar system [3]. By designing the transmit beam space matrix combined with uniform power distribution on the elements of the transmit antenna array, optimizing the transmit power control in estimating the DOA angle of incidence of MIMO Radar is implemented. Simulation results show that the emitted energy is concentrated in space according to the DOA incident angles, significantly increasing the performance of the MIMO Radar system.

The paper consists of six sections. Section 1 introduces an overview of the paper. In section 2, the system model is implemented. The beam diagram and power distribution on the elements of the transmit antenna array are proposed in section 3. Section 4 is the design of the beam space matrix, using the SDP (semidefinite programming) technique to solve universal binding issue. Simulation results are performed in section 5. Finally, the paper is concluded in section 6.

2. SYSTEM MODEL

Consider a MIMO Radar system with a transmit antenna that is a Uniform Linear Array (ULA) of M collocated antennas. In which, d is the distance between elements according to wavelength and a receive antenna array consisting of N elements in a random shape. Suppose the transmitting and receiving antennas are placed close together such that the spatial angles of the target in the far field are the same for both the receiving and transmitting antenna arrays.

Let $|\Phi(t) = [\Phi(t),\ldots, \Phi_K(t)]^T$ be a vector containing the orthogonal waveforms $\Phi_K(t)$, k = 1,…,K:

$$\int_0^{T_P} \phi_i(t)\phi_j^*(t) = \delta(i-j), \text{ với } i,j = 1,2,\cdots,K \quad (1)$$

Where:

T_p - Pulse period;

$()^T$,()* - The transpose and complex conjugation operators;

δ() - Kronecker delta.

The transmitted signals are linear combinations of orthogonal signals. So, the [Mx1] vector represents the transmitted signals can be written [4]: $s(t) = [s_1(t),\ldots, s_M(t)] = W\Phi(t)$. Where, $s_i(t)$ is the signal transmitted from the *i* th antenna, w is the transmit beam space matrix [Mxk]. Each orthogonal signal $\Phi_K(t)$, k = 1,…,K is transmitted through a beam corresponding to the column vector of the transmit space matrix w.

Let $a(\theta) = \left[1, e^{-j2\pi d\sin(\theta)}, \ldots, e^{-j2\pi d(M-1)\sin(\theta)}\right]^T$ is the steering vector of the transmitting antenna array [Mx1]. The diagram of transmission power distribution is shown as follows [5]:

$$G(\theta) = d^H(\theta) R d(\theta), \ -\frac{\pi}{2} \le \theta \le \frac{\pi}{2} \quad (2)$$

Where: $()^H$ stands for transpose operator. d(θ) = a* (θ), $R \triangleq \int_0^{T_P} s(t)\, s^H(t)\, dt$ is the cross-correlation matrix of the transmitted signals $s_i(t)$.

To achieve the desired emission pattern, we optimize the cross-correlation matrix R. Due to the orthogonality of the waveforms $R = WW^H$, found R, we will find the appropriate signal vector s(t). Solving this problem is relatively difficult and requires complex calculations. This method can leverage the Rotational Invariance Property (RIP) for subsequent processing steps at the receiving antenna array and accurately calculate the estimate of the angle of incidence using direction search techniques.

The signal received at the receiving antenna array from L targets in the far field region is shown in (3):

$$x(t,\tau) = \sum_{l=1}^{L} \beta_l(\tau)\left[d^H(\theta_l) W \phi(t)\right] b(\theta_l) + z(t,\tau) \quad (3)$$

Where: t is the time index inside the radar pulse, τ is the delay time index (number of pulses), $\beta_l(\tau)$ is the reflection coefficient of the target in the unknown spatial direction θ_l, b(θ) is steering vector in receiving antenna array, z(t,τ) is vector [Nx1] - zero-mean white Gaussian noise with variance $\delta^2_z I_N$ và I_N a matrix of unit [NxN]. The reflection coefficient $\beta_l(\tau)$, l = 1,…,L is assumed to follow the Swerling II model, they remain constant during a radar pulse period but change when switching from one pulse to another. Moreover, they are assumed to be distributed with expectation 0 and variance δ^2_β.

Each orthogonal signal $\Phi_K(t)$, k = 1,…,K after passing through an appropriate filter x(t,τ) becomes virtual data vectors and is represented in [6], as follows:

$$\begin{aligned} y_k(\tau) &= \int_0^{T_p} x(t,\tau)\phi_k^*(t)dt \\ &= \sum_{l=1}^{L}\beta_l(\tau)\left(d^H(\theta_l)w_k\right)b(\theta_l)+z_k(\tau) \end{aligned} \quad (4)$$

Where: w_k is the k th column of the transmitted beam space matrix w, $z_k(\tau) \triangleq \int_0^{T_P} z(t,\tau)\,\phi_k^*(t)dt$ is noise and variance $\delta^2_z I_N$.

$$\begin{aligned} &\text{Let } \breve{y}_{l,k'}(\tau) = \beta_l(\tau)\left(d^H(\theta_l)w_{k'}\right)b(\theta_l) \\ &= \frac{d^H(\theta_l)w_{k'}}{d^H(\theta_l)w_k}\breve{y}_{l,k}(\tau) = e^{j\left(\psi_{k'}(\theta_l)-\psi_k(\theta_l)\right)}\frac{\left|d^H(\theta_l)w_{k'}\right|}{\left|d^H(\theta_l)w_k\right|}\cdot\breve{y}_{l,k}(\tau) \end{aligned} \quad (5)$$

Where: Ψk(θ) is the phase of the expression $d(\theta)w_k$. From expression (5), we see that the signal component $y_k(\tau)$ in (4) is the same as the $y_k(\tau) = \breve{y}_{l,k'}(\tau)$ component in [5] when the target rotates a phase angle and changes a gain coefficient. RIP can be implemented by giving $|d^H(\theta)w_k| = |d^H(\theta)w_{k'}|$ [6] when designing the matrix W. The primary advantage of implementing RIP is that it enables us to estimate the angles of incidence (DOA) by estimating the phase rotation associated with the kth pair and the *k'*th pair of the virtual data vector using free search techniques.

3. TRANSMIT BEAM PATTERN

The purpose of beam spatial matrix design is to achieve a spatial beam pattern that closely resembles a desired central region as closely as possible. The beam space pattern can be written:

$$G(\theta) = \sum_{i=1}^{K} w_i^H d(\theta) d^H(\theta) w_i \quad (6)$$

The design of the transmitted beam space matrix is based on minimizing the difference between the ideal beam model and the actual beam model. Using the minimax criterion, the design of the transmit beam space matrix is carried out as follows:

$$\min_w \max_\theta \left| G_d(\theta) - \sum_{i=1}^{K} w_i^H d(\theta) d^H(\theta) w_i \right| \quad (7)$$

$$\text{Subject to } \sum_{i=1}^{K}\left|w_i(j)\right|^2 = \frac{P_t}{M}, j = 1,\ldots,M \quad (8)$$

Where: $G_d(\theta)$, $\theta \in [-\pi/2, -\pi/2]$ is the ideal beam model and P_t is the total transmitted power. M in expression (8) is used to ensure that the transmitted power on each element is divided equally by P_t/M. In practice, each antenna in the transmit array uses the same power amplifier and thus has the same dynamic power range. If the transmitting powers of the elements in the transmitting antenna array differ, the system's performance will degrade due to the nonlinear characteristics of the amplifier. In addition, the implementation of RIP allows to estimate the DOA in a free search between k th beams and (K/2+k) th for even numbers of orthogonal waves, as follows:

$$\left|w_k^H d(\theta)\right| = \left|w_{\frac{K}{2}+k}^H d(\theta)\right|, \quad \theta \in \left[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right], \quad k = 1,\ldots,\frac{K}{2} \quad (9)$$

From (9), expressions (7) and (8) are rewritten as follows:

$$\min_w \max_\theta \left| G_d(\theta) - \sum_{i=1}^{K} w_i^H d(\theta) d^H(\theta) w_i \right| \quad (10)$$

$$\text{Subject to } \begin{cases} (9) \\ \sum_{i=1}^{K}\left|w_i(j)\right|^2 = \frac{P_t}{M}, j = 1,\ldots,M \end{cases} \quad (11)$$

4. DESIGN OF THE TRANSMIT BEAMSPACE

Consider the case of two orthogonal waveforms, the size of W is Mx2. Suppose the transmit antenna array of MIMO Radar is ULA. Then, RIP can be satisfied by choosing the transmit beam space matrix W as follows [7]:

$$W = \left[\mathrm{w}, \tilde{\mathrm{w}}^*\right] \quad (12)$$

Where, $\tilde{\mathrm{w}}$ is the flip version of the vector W, such as $\tilde{w}(i) = w(M-i+1), i = 1,\ldots,M$. In this case, $\left|d^H(\theta)w\right| = \left|d^H(\theta)\tilde{w}^*\right|$ and RIP are satisfied. $d^H(\theta)w$ and $d^H(\theta)\tilde{w}$ can be represented as follows:

$$\begin{aligned} d^H(\theta)w &= \sum_{k=1}^{M} w_k e^{-j2\pi d\sin(\theta)(k-1)} \\ d^H(\theta)\tilde{w}^* &= \sum_{k=1}^{M} w_k^* e^{-j2\pi d\sin(\theta)(M-k)} = \left(\sum_{k=1}^{M} w_k e^{-j2\pi d\sin(\theta)(k-1)}\right)^* e^{-j2\pi d\sin(\theta)(M-1)} \\ &= \left(d^H(\theta)w\right)^* e^{-j2\pi d\sin(\theta)(M-1)} \end{aligned} \quad (14)$$

From (14), $d^H(\theta)w$ and $d^H(\theta)w^*$ are similar in amplitude and can exist many different beamforming vectors but with the same beampattern. Substituting (12) into (9)-(11), we get:

$$\min_w \delta \quad (15)$$

$$S.t. \ \frac{G_d(\theta_q)}{2} - \left|w^H d(\theta_q)\right|^2 \le \delta, q = 1,\ldots,Q \quad (16)$$

$$\frac{G_d(\theta_q)}{2} - \left|w^H d(\theta_q)\right|^2 \ge \delta, q = 1,\ldots,Q \quad (17)$$

$$\left|w(i)\right|^2 + \left|w(M-i+1)\right|^2 = \frac{P_t}{M}, i = 1,\ldots,\frac{M}{2} \quad (18)$$

Where: δ is the new variable of the system of equations (15)-(18), $\theta_q \in \left[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right], q = 1,\ldots,Q$ is a set of directions whose properties are chosen (uniform or non-uniform) to approximate the spatial domain [-π/2, -π/2]. Moreover, the optimization problem (15)-(18) has more spatial degrees of freedom than the beamforming problem in the case of phased arrays when the amplitudes w(i), i = 1,…,M are fixed. Expressions (15)-(18) belong to non-convex class problems quadratically-constrained quadratic programming - QCQP, is considered an NP (nondeterministic polynomial time). This is a very difficult problem. To solve this problem, we use the SDP (semidefinite programming) technique [8]

which can be used for approximate calculations.

$$\left|w^H d\left(\theta_q\right)\right|^2 = tr\left\{d\left(\theta_q\right)d^H\left(\theta_q\right)ww^H\right\} \quad (19)$$

$$\left|w(i)\right|^2 + \left|w(M-i+1)\right|^2 = tr\left\{ww^H A_i\right\}, i = 1,\ldots,\frac{M}{2} \quad (20)$$

Where: tr{·} stands for the trace calculation in matrices. Using the variables $X \triangleq ww^H$ and properties in (19)-(20), expressions (15)-(18) are equivalently expressed as follows:

$$\min_X \delta \quad (21)$$

$$s.t. \quad \frac{G_d\left(\theta_q\right)}{2} - tr\left\{d\left(\theta_q\right)d^H\left(\theta_q\right)X\right\} \le \delta, q = 1,\ldots,Q \quad (22)$$

$$\frac{G_d\left(\theta_q\right)}{2} - tr\left\{d\left(\theta_q\right)d^H\left(\theta_q\right)X\right\} \ge -\delta, q = 1,\ldots,Q \quad (23)$$

$$tr\left\{XA_i\right\} = \frac{P_t}{M}, i = 1,\ldots,\frac{M}{2} \quad (24)$$

$$rank\left\{X\right\} = 1 \quad (25)$$

Where: X is Hermitian matrix and rank{·} stand for rank of matrix.

5. SIMULATION RESULTS

The input paremeters are setuped including (the number of snapshots in a Radar cycle is 1024 (fast-time), the number of Radar pulses is 50 (slow-time), the number of transmitting antennas is 10, the number of receiving antennas is 10 and the transmit power is 10 dB). The number of Monte Carlo elements is 500. Suppose the estimation results of DOA arrival angles are θ = [-400 -200] and θ = [300 500]. From these simulated results, the beam emission power distribution of the transmit antenna array of the MIMO Radar system is considered.

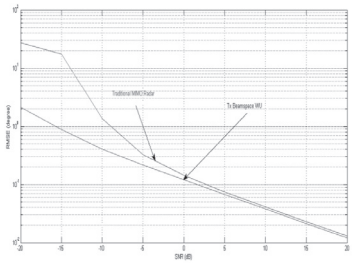


Figure 5.1: RMSE versus SNR

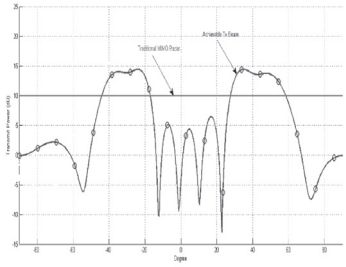


Figure 5.2: Transmit pattern versus angle θ

Simulation results show that the beam radiation pattern of MIMO Radar concentrates energy mainly in spatial regions with estimated target arrivals θ = [-400 -200] and θ = [300 500]. These are the spatial regions that we want in the process of finding targets of the MIMO Radar system. In addition, with the same SNR value, our method has a smaller RMSE error than the traditional MIMO Radar method. These factors make the MIMO Radar system optimize its transmit power during the process of finding targets, increasing the system's performance.

6. CONCLUSION

This paper proposes the optimal transmit power control method through DOA estimation by designing the transmit beamspace matrix combined with uniform power distribution on the elements of the transmit antenna array. Simulation results have demonstrated that the radiated energy of the MIMO Radar system focuses on the spatial region according to the DOA incident angles, optimizing transmission power, and enhancing the performance of the MIMO Radar system.

References

[1]. E. Fishler, A. Haimovich, R. Blum, D. Chizhik (2014), *MIMO radar: an idea whose time has come*, Radar Conference, Proceedings of the IEEE, pp.71-78.

[2]. J. Li and P. Stoica (2009), *MIMO Radar Signal Processing*, New Jersy, Wiley.

[3]. D. Fuhrmann and G. San Antonio (Jan., 2008), *Transmit beamforming for MIMO radar systems using signal cross-correlation*, IEEE Trans, Aerospace and Electronic Systems, vol.44, no.1, pp.1-16.

[4]. A. Hassanien and S. A. Vorobyov (Jun., 2011), *Transmit energy focusing for DOA estimation in MIMO radar with colocated antennas*, IEEE Trans. Signal Process., vol.59, no.6, pp.2669-2682.

[5]. D. Fuhrmann and G. San Antonio (Jan., 2008), *Transmit beamforming for MIMO radar systems using signal cross-correlation*, IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst., vol.44, no.1, pp.171-186.

[6]. A. Khabbazibasmenj, S.A. Vorobyov, A. Hassanien, M.W. Morency (2012), *Transmit beamspace design for direction finding in colocated MIMO radarwith arbitrary receive array and even number of waveforms*, Signals, Systems and Computers Conference (ASILOMAR), Pacific Grove, CA, IEEE, pp.1307-1311.

[7]. A. Hassanien, S.A. Vorobyov, A. Khabbazibasmenj (Oct., 2015), *Transmit Radiation Pattern Invariance in MIMO Radar With Application to DOA Estimation*, IEEE Signal Processing Letters, vol.22, no.10, pp.1609-1613.

[8]. Z. -q. Luo, W. -k. Ma, A. M. -c. So, Y. Ye and S. Zhang (May, 2010), *Semidefinite relaxation of quadratic optimization problems*, IEEE Signal Processing Magazine, vol.27, no.3, pp.20-34.

[9]. Z. Zhang, Z. Shi and Y. Gu (2023), *Ziv-Zakai Bound for DOAs Estimation*, IEEE Transactions on Signal Processing Publication Ìnormation, pp.C2-C2.

[10]. Xinhong Meng, Bingnan Pei, Dazheng Feng (June, 2023), *Subspace Filtering Based Adaptive Beamforming*, 3rd Asia-Pacific Conference on Communications Technology and Computer Science (ACCTCS).

Date of receipt: 25/9/2023
Posting acceptance date: 17/10/2023
Reviewer: Dr. Le Xuan Hong
Assoc. Prof. Dr. Dong Van Huong

Bộ điều khiển trượt dựa trên mạng nơ-ron cho thiết bị ổn định giảm lắc ngang tàu thủy Roto Magnus

■ **TS. CỔ TẤN ANH VŨ**
Học viện Hàng không Việt Nam
■ **TS. PHẠM NGUYÊN ĐĂNG KHOA**(*)
Trường Đại học Giao thông vận tải TP. Hồ Chí Minh
■ **ThS. LÊ ĐỨC BÌNH**
Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email: (*)khoapnd@ut.edu.vn

TÓM TẮT: Lắc ngang là một trong sáu bậc dao động tự do của tàu và có tác động tiêu cực lớn nhất đến sự ổn định và an toàn của tàu. Do tác động của chuyển động lắc ngang, hiệu quả khai thác của tàu thủy giảm đáng kể, sự an toàn của thuyền viên làm việc trên tàu, an toàn của hàng hóa và của con tàu bị đe dọa. Bài báo nghiên cứu bộ điều khiển trượt sử dụng mạng nơ-ron RBF được đề xuất cho thiết bị ổn định giảm lắc ngang Roto Magnus. Mạng nơ-ron RBF được sử dụng để xấp xỉ hàm trong luật điều khiển trượt. Kết quả mô phỏng dựa trên phần mềm Simulink/MATLAB cho thấy hiệu quả của phương pháp điều khiển này.

TỪ KHÓA: Giảm lắc ngang, Rotor Magnus, điều khiển trượt, mạng nơ-ron.

ABSTRACT: One of the ship's six degrees of freedom is the ship's rolling, which has the biggest detrimental effect on the ship's stability and safety. The ship's operating efficiency is greatly decreased as a result of the rolling movement and the safety of the crew, the cargo and the ship itself are all compromised. This research proposes a sliding mode controller based on a neural network for the Magnus rotating roll stabilizer. The RBF neural network is used to approximate the function in the sliding control law. Simulation results based on Simulink/MATLAB software show the effectiveness of this control method.

KEYWORDS: Anti-rolling, Magnus rotating roll stabilizer, sliding mode control, neural network.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

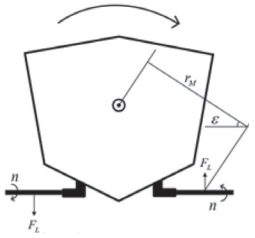
Hiện nay, với sự phát triển của khoa học công nghệ hàng hải, một thiết bị giảm lắc ngang khác dựa trên hiệu ứng Magnus được coi là có tiềm năng lớn để giảm lắc ngang ở tốc độ thấp hoặc bằng 0. Công ty Rotorswing Hà Lan là công ty đầu tiên thiết kế và sản xuất hệ thống giảm lắc Magnus và có hiệu suất giảm lắc ngang tốt ở tốc độ thấp. Tương tự, sản phẩm của Công ty Quantum Control với hệ thống MagliftTM vận hành bằng hệ thống điện - thủy lực đã được thương mại hóa cho các tàu du lịch cỡ nhỏ. Sản phẩm này có ưu điểm là bảo trì đơn giản và chiếm ít diện tích, đặc biệt phù hợp với nhu cầu chống lật ở tốc độ rộng hơn. Mặc dù thiết bị Rotor Magnus đã được thương mại hóa, các công bố nghiên cứu về hệ thống điều khiển và phân tích đặc tính thủy động lực học ở các tốc độ khác nhau chưa được công bố nhiều.

Bộ điều khiển trượt (BĐK) dựa trên mạng nơ-ron hàm cơ sở xuyên tâm được áp dụng cho hệ thống lắc ngang của tàu thủy, có tính ổn định, bền vững ngay cả khi hệ thống có nhiễu hoặc khi đối tượng có thông số thay đổi theo thời gian. Để thiết kế được bộ điều khiển trượt, cần biết chính xác mô hình toán học của đối tượng điều khiển, thực tế vấn đề này không phải lúc nào cũng thực hiện được. Nghiên cứu này đề xuất một giải pháp là sử dụng mạng nơ-ron hàm cơ sở xuyên tâm để ước lượng các hàm phi tuyến trong luật điều khiển của bộ điều khiển trượt.

2. MÔ HÌNH ĐỘNG LỰC CỦA HỆ THỐNG THIẾT BỊ GIẢM LẮC ROTOR MAGNUS

2.1. Nguyên lý hoạt động của thiết bị giảm lắc Rotor Magnus

Khi tàu thủy di chuyển về phía trước với vận tốc *v*, hướng mũi tàu hướng ra ngoài và chịu lắc ngang từ mạn phải sang mạn trái. Khi đó, thiết bị ổn định Rotor Magnus *(Hình 2.1)* với hai cánh xy-lanh gắn hai bên mạn cần phải tạo ra mô-men lực ngược chiều với chiều lắc ngang của tàu (từ mạn trái sang mạng phải) để giảm chuyển động lắc ngang tàu. Nghĩa là, nếu nhìn thấy tàu lắc từ mạn phải sang mạn trái, lực nâng trên bộ cánh xy-lanh rotor của mạn trái hướng lên trong khi mạn phải hướng xuống. Khi đó, cánh xy-lanh rotor bên mạn trái sẽ quay theo chiều kim đồng hồ, trong khi cánh bên phải quay ngược chiều kim đồng hồ nếu nhìn từ mạn trái sang mạn phải.



Hình 2.1: Thiết bị ổn định Roto Magnus gắn trên tàu

Khi đó, thành phần lực nâng do cánh xy-lanh tạo ra khi nó xoay tròn với một tốc độ góc ω trong một dòng chảy bao quanh được tính theo công thức (1):

$$F_L = 2\pi r^2 \rho l V \omega \quad (1)$$

Trong đó: A - Diện tích hình chiếu của trụ xy-lanh vuông góc với hướng dòng chảy; p - Khối lượng riêng dòng chảy; V - Vận tốc của dòng chảy; l - Chiều dài của cánh; *r* và ω - Mô tả bán kính và tốc độ góc của cánh, với $\omega = 2\pi \frac{n}{60}$ là tốc độ góc (vòng/phút).

Với K = 2rπ2pl là hệ số tỷ lệ và được coi là một hằng số nếu thông số xy-lanh và dòng chảy đã được xác định trước, khi đó:

$$F_L = KV\omega \quad (2)$$

Với: $r_{rw} = r_M \cos\varepsilon$ là cánh tay đòn của cánh xy-lanh rotor tính từ mặt phẳng trục dọc tàu, r_M - Khoảng cách giữa tâm áp suất thủy động và trọng tâm của tàu, ε - Góc hợp bởi r_M và đường cơ sở nằm ngang, mô-men xoắn giảm lắc K_c có thể được tính theo công thức (3).

$$K_c = 2Lr_{r\omega} \quad (3)$$

2.2. Mô hình động học lắc ngang của tàu thủy

Mô hình chuyển động lắc ngang của tàu thủy được trang bị bộ ổn định Rotor Magnus được biểu thị bằng một phương trình phi tuyến tính như sau:

$$(I_{xx} + \Delta I_{xx})\ddot{\phi} + 2N_u\dot{\phi} + D\overline{GZ}(\phi) + \Delta(\phi, \dot{\phi}) = -K_W - K_C \quad (4)$$

Trong đó: Φ - Góc lắc ngang của tàu; $\dot{\phi}$ - Tốc độ lắc ngang; I_{xx} và ΔI_{xx} - Lần lượt là mô-men quán tính lắc và mô-men quán tính lắc bổ sung;

$2N_u$ - Mô-men xoắn giảm lắc ngang trên một đơn vị vận tốc góc lắc hay biểu thị hệ số suy giảm của chuyển động lắc của tàu; *D* - Lượng giãn nước của tàu và $\overline{GZ}(\phi)$ - Đường cong cánh tay đòn ổn định; $\Delta(\phi, \dot{\phi})$ - Sai số mô hình hóa vì các biểu thức toán học khó có thể mô tả chính xác các mô hình chuyển động của tàu.

$K_W = DGM_0\alpha$ (với α - Hiệu số gây nghiêng của sóng hay là góc sóng tác dụng lên thân tàu) và K_C - Lần lượt là mô-men tác động do sóng gây ra và mô-men xoắn tạo bởi rotor.

Mô-men ổn định lắc ngang phi tuyến tính được coi xấp xỉ bằng một chuỗi lũy thừa đa thức bậc ba với các lũy thừa lẻ như sau:

$$DGZ(\phi) = DGM_0\phi + C_3\phi^3 \quad (5)$$

Trong đó: C_3 - Hệ số thu được khi sử dụng phương pháp bình phương trung bình nhỏ nhất và GM_0 - Chiều cao khuynh tâm ban đầu của tàu.

Hệ số giảm lắc ngang N_u được coi là một hằng số và có thể được ước tính bằng công thức thực nghiệm trong trường hợp không có dữ liệu thử nghiệm mô hình.

$$N_u = n_u\sqrt{DGM_0(I_{xx} + \Delta I_{xx})} \quad (6)$$

Trong đó: n_u - Hệ số phân kỳ không thứ nguyên và tính bằng công thức Nikolaev như sau:

$$2n_u = \frac{k_1 LB^4}{D(B^2 + H^2)}\varphi_m \quad (7)$$

Trong đó: K_1 - Một hệ số thực nghiệm và phạm vi là 0,055 ~ 0,060; *L*, *B* và *H* - Lần lượt là chiều dài, chiều rộng và độ sâu của tàu; φ_m - Biên độ của góc nghiêng và có giá trị 0,5 ~ 0,6 rad.

3. THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN CHO THIẾT BỊ GIẢM LẮC NGANG ROTO MAGNUS

3.1. Điều khiển trượt

Hệ thống điều khiển thiết bị giảm lắc ngang Roto Magnus có phương trình toán học phi tuyến như (4):

$$\Delta I_{xx})\ddot{\phi} + 2N_u\dot{\phi} + D\overline{GZ}(\phi) + \Delta(\phi, \dot{\phi}) = -K_W - K_C \quad (8)$$

Phương trình (8) ở dạng bậc hai, nên xét hệ thống phi tuyến bậc hai có dạng như sau:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 \\ \dot{x}_2 = f(x) + g(x).u + d(t) \\ y = x_1 \end{cases} \quad (9)$$

Trong đó: f(x) - Thành phần phi tuyến, u là tín hiệu vào điều khiển, $y = x_1 = \Phi$ - Tín hiệu ra và d(t) ≤D - Tín hiệu nhiễu thỏa mãn d(t) ≤D; D - Ẩn số chặn.

Nhiệm vụ của bộ điều khiển này là thiết kế luật điều khiển trượt phù hợp dựa trên mạng nơ-ron RBF sao cho tín hiệu ra của hệ thống bám sát theo tín hiệu ra mong muốn. Gọi e(t) là tín hiệu lỗi và e(t) là tín hiệu đặt của mô hình điều khiển, vì vậy:

$$e(t) = y(t) - r(t) \quad (10)$$

Do phương trình (9) là hệ bậc 2 nên hàm trượt được chọn như sau:

$$S(t) = \dot{e}(t) + c_1 e(t), c_1 > 0 \quad (11)$$

Khi đó:

$$\dot{S}(t) = \dot{x}_2(t) + c_1\dot{x}_1(t) = f(x,t) + g(x,t).u + c_1 x_2(t) + d(t) \quad (12)$$

Đặt:

$$\dot{S} = ksign(S) + d(t), k > 0 \quad (13)$$

Khi đó, luật điều khiển trượt được chọn như sau:

$$u(t) = \frac{1}{g(x,t)}.[-f(x,t) - c_1 x_2(t) - k.sign(S(t))] \quad (14)$$

3.2. Xây dựng bộ điều khiển trượt dựa trên mạng nơ-ron hàm cơ sở xuyên tâm (RBF)

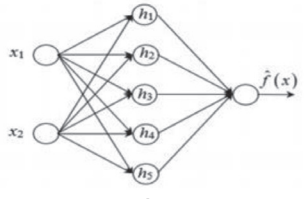
Các giả định cho thành phần phi tuyến bất định f(x) có thể mô tả chính xác chuyển động của tàu thủy. Tuy nhiên, mô hình toán học thực tế của tàu lại không thể xác định chính xác được khiến cho việc ứng dụng một bộ điều khiển trượt lý tưởng trong thực tế là không khả thi.

Gọi $\hat{f}(x)$ là giá trị ước lượng của f(x), trạng thái ước tính $\hat{f}(x)$ được sử dụng để thiết kế bộ điều khiển trượt như thể chúng được đo lường một cách chính xác. Sử dụng mạng nơ-ron để ước lượng thành phần phi tuyến bất định f(x) chưa biết, đề xuất sử dụng mạng nơ-ron RBF để ước lượng $\hat{f}(x)$.

Đặt đầu vào của mạng nơ-ron RBF là giá trị $x = [x_1\ x_2]^T$, ma trận trọng số là $w = [w_1\ w_2\ w_3\ w_4\ w_5]^T$, số nút của lớp ẩn là j, hàm kích hoạt của nơ-ron thứ j là hàm Gaussian được định nghĩa như sau [5, 6]:

$$h_j(x) = e^{\|x - c_j\|^2/(2b_j^2)} \quad (15)$$

Trong đó: c_{ij} và b_j - Tâm và độ rộng của hàm Gauss tại nút thứ *j* của lớp ẩn.



Hình 3.1: Dạng cấu trúc mạng nơ-ron RBF

Khi đó, với ε là sai lệch mô hình, ngõ ra của mạng là giá trị ước lượng $\hat{f}(x)$ được tính như sau:

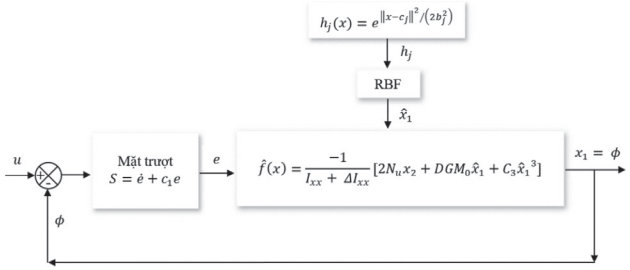
$$\hat{f}(x) = w^T h(x) + \varepsilon \quad (16)$$

Thay (16) vào (14), luật điều khiển trượt thực tế của hệ thống giảm lắc ngang tàu thủy Roto Magnus dựa trên mạng nơ-ron RBF được chọn như sau:

$$u(t) = \frac{1}{g(x,t)}.[-\hat{f}(x,t) - c_1 x_2(t) - k.sign(S(t))] \quad (17)$$

Hàm tanh được sử dụng để thay thế hàm signum trong (10) để kiểm chứng hiệu quả giảm chattering. Do đó, luật điều khiển trượt với hàm tanh như (11):

$$u(t) = \frac{1}{g(x,t)}.[-\hat{f}(x,t) - c_1 x_2(t) - k.tanh(S(t))] \quad (18)$$



Hình 3.2: Sơ đồ cấu trúc bộ điều khiển

4. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG BỘ ĐIỀU KHIỂN

Các tham số chính của tàu chở hàng mô hình được dùng để mô phỏng thể hiện trong *Bảng 4.1* và các thông số của bộ ổn định Roto Magnus nằm trong *Bảng 4.2*.

Bảng 4.1. Thông số tàu mô hình dùng để mô phỏng

Tham số	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
Chiều dài toàn bộ	L_{OA}	86	m
Chiều dài tính toán	L_{BP}	76	m
Chiều rộng tàu	*B*	10	m
Lượng giãn nước	*D*	1300	t
Mớn nước	*d*	3.2	m
Chiều cao khuynh tâm ban đầu	GM_0	1	m
Mô-men quán tính lắc và mô-men quán tính lắc bổ sung	$I_{xx}+\Delta I_{xx}$	$4{,}6314*10^7$	$kg.m^2$
Hệ số phân kỳ không thứ nguyên	n_u	0,0853	-

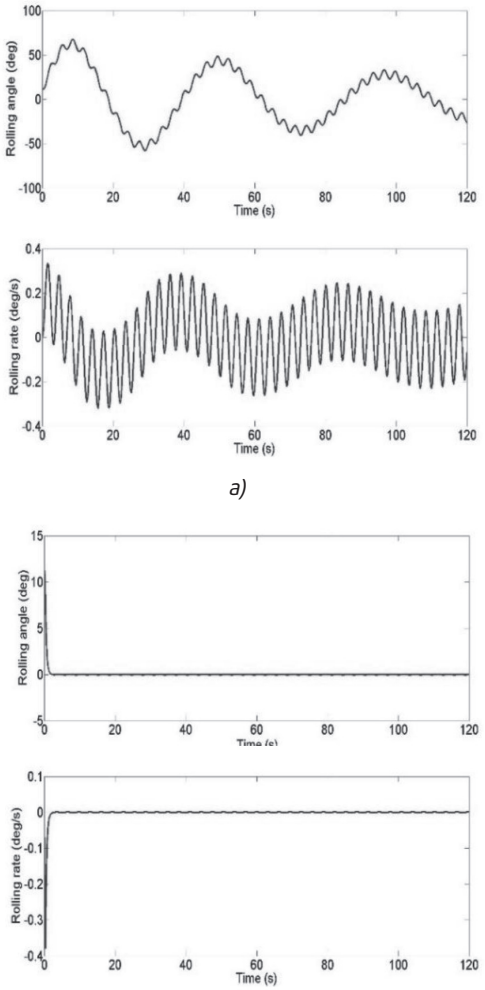
Bảng 4.2. Thông số bộ ổn định Roto Magnus

Tham số	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
Chiều dài cánh	*l*	3,22	m
Bán kính	r	0,23	m
Tốc độ góc	*w*	300-1.500	vòng/phút

Thực hiện một mô phỏng với ngôn ngữ lập trình MATLAB 2014a. Dựa vào thông số tàu và thiết bị Roto Magnus đã cho ở trên, tham số điền vào hệ thống được cài đặt như sau:

Trạng thái ban đầu của thông số góc lắc được cài đặt: x(1) = 12 độ, x(2) = 0 độ/giây. Nhiễu được cài đặt là hàm d(t) = 0,35.sin(2.t). Cấu trúc mạng nơ-ron RBF là 2-5-1, có thông số các hàm Gaussian được thiết kế c_j và b_j như sau: [-1,0 -0,5 0 0,5 1,0] và 1,0. Giá trị ban đầu của trọng số mạng được chọn là 0,0. Xét các trường hợp thay đổi vận tốc 0,5 *kn*, 5 *kn*, 10 *kn*.

- Trường hợp thay đổi vận tốc tàu 0,5 kn:

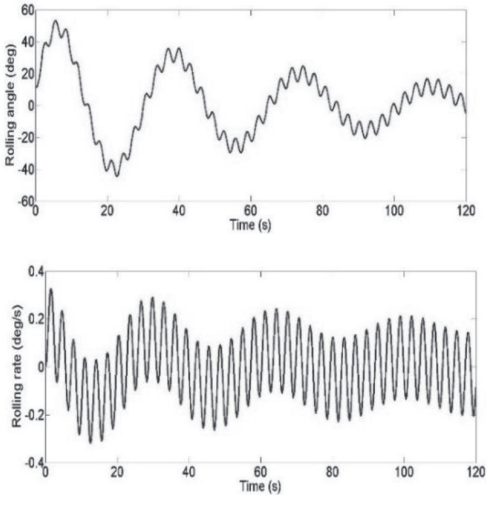


a)

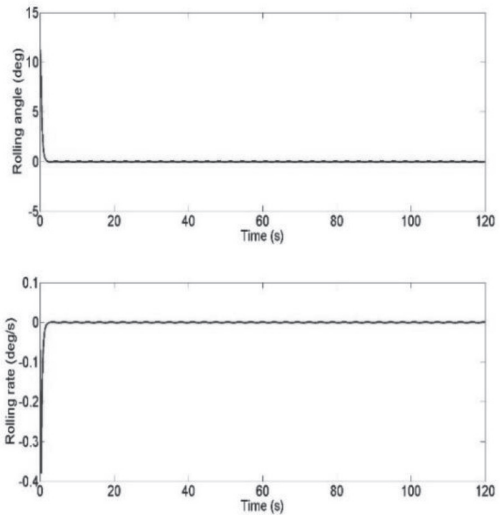
b)

Hình 4.1: Kết quả trạng thái tàu khi vận tốc đạt 0,5 kn: a) - Không có BĐK, b) - Có BĐK

- Trường hợp thay đổi vận tốc tàu 5 kn:



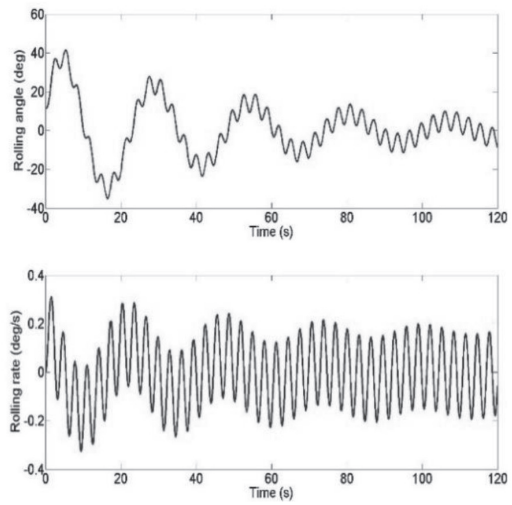
a)



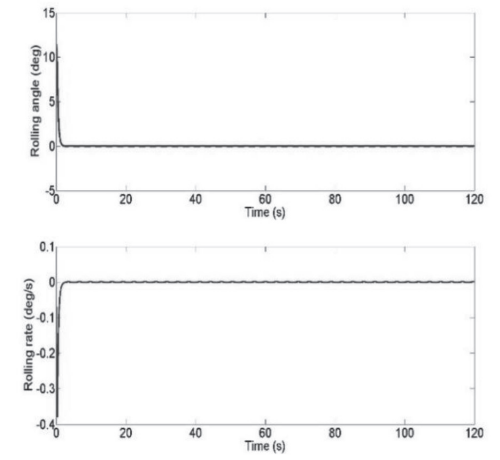
b)

Hình 4.2: Kết quả trạng thái tàu khi vận tốc đạt 5 kn: a) không có BĐK; b) có BĐK

- Trường hợp thay đổi vận tốc tàu 10 kn:



a)



b)

Hình 4.3: Kết quả trạng thái tàu khi vận tốc đạt 10 kn: a) - Không có BĐK; b) - Có BĐK

Từ kết quả trong *Hình 4.1, 4.2 và 4.3* nhận xét rằng: Phương pháp xây dựng cho bộ ổn định Magnus có hiệu quả tương đối tốt trong việc giảm lắc, đặc biệt tương đối hiệu quả ở tốc độ thấp hoặc bằng 0, hệ thống nhanh chóng đạt được trạng thái ổn định, góc lắc của tàu cũng giảm được về giá trị mong muốn, tín hiệu điều khiển có sự ổn định và nằm trong giới hạn cho phép.

5. KẾT LUẬN

Bài báo sử dụng bộ điều khiển chế độ trượt dựa trên mạng nơ-ron hàm cơ sở xuyên tâm xây dựng cho bộ ổn định Rotor Magnus để giảm chuyển động lắc ngang của tàu. Bộ điều khiển được nghiên cứu với mạng nơ-ron hàm cơ sở xuyên tâm dùng để ước lượng các hàm phi tuyến của bộ điều khiển trượt giúp cho hệ thống điều khiển ổn định và đạt được trạng thái điều khiển như mong muốn. Kết quả mô phỏng cho thấy hiệu quả của phương pháp điều khiển được nghiên cứu rõ ràng và tin cậy.

Tài liệu tham khảo

[1]. Lê Đức Bình (2023), *Nghiên cứu tự động điều khiển giảm lắc ngang tàu thủy dựa trên thiết bị ổn định Roto Magnus*, Luận văn Thạc sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam.

[2]. PGS. TS. Nguyễn Văn Sướng, ThS. Lã Văn Hải, KS. Lê Đức Bình (2023), *Nghiên cứu tự động điều khiển thiết bị ổn định giảm lắc ngang tàu thủy Roto Magnus dựa trên bộ điều khiển trượt*, Tạp chí GTVT, số 7.

[3]. J. Liu, (2017), *Sliding mode control using MATLAB*, Elsevier Inc.

[4]. J. Liu, (2013), *Radial Basis Function (RBF) Neural Network Control for Mechanical Systems*, Springer.

[5]. *http://www.rotorswing.com.*

[6]. *https://quantumstabilizers.com.*

[7]. *http://www.dmsholland.com/en.*

Ngày nhận bài: 20/9/2023
Ngày chấp nhận đăng: 11/10/2023
Người phản biện: PGS. TS. Nguyễn Kim Phương
TS. Trịnh Xuân Tùng

Nghiên cứu mối liên hệ giữa điểm hòa vốn và thời gian hoàn vốn của dự án

■ **PGS. TS. BÙI NGỌC TOÀN(*); ThS. PHẠM XUÂN TÍCH; TS. NGUYỄN ĐÌNH DƯƠNG**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: (*)bntoan@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Điểm hòa vốn và thời gian hoàn vốn (có tính đến giá trị thời gian của tiền) là hai chỉ tiêu đánh giá hiệu quả của dự án. Ngay từ tên gọi đã thấy hai chỉ tiêu này có một mối liên hệ hữu cơ với nhau. Bài báo chứng minh mối liên hệ này thông qua xây dựng thuật toán và kiểm nghiệm bằng các số liệu của một dự án cụ thể.

TỪ KHÓA: Điểm hòa vốn, thời gian hoàn vốn, thuật toán.

ABSTRACT: Break-even point and payback period (taking into account the time value of money) are two indicators to evaluate the effectiveness of the project. From the name, it was found that these two indicators have an organic relationship with each other. The article demonstrates this relationship through build-up algorithm and testing using data from a particular project.

KEYWORDS: Break-even point, payback period, algorithm.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Điểm hòa vốn được sử dụng khá phổ biến để xác định sản lượng hoặc doanh thu mà từ đó trở đi dự án bắt đầu có lãi. Thời gian hoàn vốn là thời gian mà kể từ đó trở đi giá trị hiện tại thuần (NPV) của dự án trở nên không âm. Hai chỉ tiêu này chắc hẳn có mối liên hệ chặt chẽ với nhau.

Phần đầu, sau khi giới thiệu ngắn gọn về điểm hòa vốn và thời gian hoàn vốn, bài báo sẽ chỉ ra mối quan hệ giữa hai chỉ tiêu này. Hai chỉ tiêu này thường được tính toán gần đúng bằng công cụ bảng tính Excel với các số liệu tính toán cho từng năm. Phần tiếp theo, bài báo sẽ xây dựng mô hình và lập trình thuật toán để tính toán các chỉ tiêu này nhằm mục đích minh chứng mối quan hệ giữa chúng.

2. NỘI DUNG

2.1. Khái niệm điểm hòa vốn và thời gian hoàn vốn

2.1.1. Điểm hòa vốn

Điểm hòa vốn được sử dụng trong phân tích hòa vốn [1]. Phân tích này thường được sử dụng trong các dự án kinh doanh. Trong phân tích hòa vốn, người ta chia chi phí sản xuất sản phẩm ra thành chi phí bất biến và chi phí khả biến.

Chi phí bất biến thường gồm: Một bộ phận của chi phí quản lý như chi phí quản trị hành chính, lương bộ phận gián tiếp...; khấu hao tài sản cố định; lương công nhân trả theo thời gian hoặc lương tối thiểu phải trả hàng năm dù dự án hoạt động hay không hoạt động; các khoản trừ dần hàng năm để bồi hoàn lại chi phí tiền sản xuất; các khoản thuế và phí cố định hàng năm; các khoản tiền thuê bất động sản cố định hàng năm; tiền trả lãi vay trung và dài hạn cố định hàng năm; chi phí duy tu bảo dưỡng tài sản cố định theo kế hoạch cố định hàng năm.

Chi phí khả biến thường gồm: Chi phí nguyên vật liệu chính và phụ; chi phí năng lượng; chi phí sử dụng máy móc thiết bị phần phụ thuộc vào khối lượng sản phẩm; chi phí cho công nhân sản xuất theo lương khoán sản phẩm; tiền trả lãi vay ngắn hạn.

Điểm hòa vốn có thể thể hiện bằng chỉ tiêu sản lượng hòa vốn hoặc/và doanh thu hòa vốn.

Sản lượng hòa vốn S_h là số lượng sản phẩm (tính theo hiện vật) của dự án phải sản xuất trong một thời đoạn (thường là tháng hoặc năm) vừa đủ để trang trải mọi chi phí cho sản xuất (kể cả thuế) và chưa có lợi nhuận.

$$S_h = \frac{C}{G_d - B_d} \quad (1)$$

Trong đó:

- S_h - Sản lượng hòa vốn xác định cho một thời đoạn (tháng, năm...);
- G_d - Giá bán một đơn vị sản phẩm;
- B_d - Biến phí tính cho 1 đơn vị sản phẩm;
- C - Chi phí bất biến tính cho cả thời đoạn.

Trong trường hợp này, doanh nghiệp tuy không thu được lợi nhuận nhưng vẫn có tiền để trang trải chi phí bất biến và chi phí khả biến, do đó vẫn đạt được hiệu quả xã hội nhất định, thể hiện ở chỗ bảo đảm việc làm và tiền lương cho bộ phận gián tiếp cũng như cho công nhân sản xuất tương ứng với sản lượng hòa vốn.

Doanh thu hòa vốn D_h là giá trị sản lượng tính bằng tiền tương ứng với sản lượng hòa vốn, với doanh thu này dự án chỉ vừa đủ để trang trải mọi chi phí và chưa có lãi.

$$D_h = \frac{C}{1 - B/D} = \frac{C}{1 - B_d/G_d} \quad (2)$$

Trong đó:

- B - Chi phí khả biến tính cho cả thời đoạn;
- D - Doanh thu tính cho cả thời đoạn.

Tùy theo việc tính đến các loại chi phí nào mà người ta có các loại điểm hòa vốn khác nhau như: Điểm hòa vốn

hiện kim, điểm hòa vốn lãi lỗ... [4].

2.1.2. Thời gian hoàn vốn

Thời gian hoàn vốn có tính đến giá trị thời gian của tiền (PP) là thời gian mà kể từ đó trở đi hiệu số thu chi qui về thời điểm hiện tại NPV trở nên không âm [2]. Hay nói khác đi, thời gian hoàn vốn tính bằng phương pháp hiện giá là nghiệm của phương trình NPV = 0 đối với ẩn số là thời kì tính toán t trong công thức (3).

$$NPV = -V_0 + \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} + \frac{SV}{(1+i)^n} \quad (3)$$

Trong đó:

- B_t - Khoản thu ở năm t;
- C_t - Chi phí vận hành (không kể khấu hao) ở năm t;
- n - Tuổi thọ của dự án;
- SV - Giá trị thanh lý tài sản;
- i - Suất chiết khấu.

2.2. Mối quan hệ giữa điểm hòa vốn và thời gian hoàn vốn

Thường thì điểm hòa vốn được sử dụng trong các dự án kinh doanh. Ví dụ, mỗi năm doanh nghiệp xây dựng cần sử dụng một loại máy xây dựng với số lượng ca máy nhất định. Số lượng ca máy cần sử dụng hàng năm đạt đến giá trị bao nhiêu thì chỉ nên thuê máy và đến giá trị bao nhiêu thì mua sắm sẽ có hiệu quả hơn.

Đây là chỉ tiêu có đơn vị thường là hiện vật (sản lượng hòa vốn) hoặc tiền (doanh thu hòa vốn). Chỉ tiêu này thường tính cho một đơn vị thời gian là năm và không tính đến giá trị thời gian của tiền. Trong trường hợp tính cho cả đời dự án với tuổi thọ lớn thì thường chỉ tính toán gần đúng.

Thời gian hoàn vốn lại là chỉ tiêu luôn tính đến giá trị thời gian của tiền, thường sử dụng để tính thời gian hoạt động tối thiểu cần thiết để dự án có hiệu quả. Với giả thiết về dự án mua sắm máy xây dựng như mô tả ở trên thì thời gian hoàn vốn chính là thời gian khai thác máy tối thiểu để doanh nghiệp đủ tiền trang trải chi phí đã bỏ ra mua sắm máy ban đầu.

** Có thể mô tả vấn đề qua ví dụ sau:*

A. Một dự án mua sắm một dây chuyền sản xuất có vốn đầu tư ban đầu là 10 tỉ đồng. Khấu hao 10 năm, mỗi năm 1 tỉ đồng. Chi phí sản xuất một đơn vị sản phẩm là 10 triệu đồng. Giá bán một đơn vị sản phẩm là 15 triệu đồng. Như vậy, sản lượng:

1.000.000.000/ (15.000.000 - 1.000.000) = 200 (đơn vị sản phẩm/năm) là sản lượng hòa vốn tính cho 1 năm đại diện, là dấu mốc về sản lượng dự án có đủ tiền để trang trải khấu hao.

B. Giả sử, trung bình mỗi năm dự án sản xuất và bán được 300 đơn vị sản phẩm. Như vậy, với giá bán như trên, doanh thu hàng năm của dự án là 4,5 tỉ đồng, lợi nhuận hàng năm (chưa trừ khấu hao) là 1,5 tỉ đồng và sau thời gian khoảng 7 năm dự án trang trải đủ tiền đầu tư ban đầu.

Điều này có nghĩa là nếu dây chuyền sản xuất nêu trên có tuổi thọ trên 7 năm thì dự án có hiệu quả, ngược lại là không hiệu quả.

Trên đây là ví dụ tính toán thường gặp. Với các tính toán thường gặp đó rất khó nhận biết hai chỉ tiêu này có liên quan đến nhau hay không. Lý do khó nhận thấy là do trường hợp A (điểm hòa vốn) chỉ tính cho một đơn vị thời gian, còn trường hợp B (thời gian hoàn vốn) lại tính cho cả đời dự án.

Sự tương đồng giữa thời gian hoàn vốn và sản lượng/ doanh thu hòa vốn sẽ có thể nhận biết trong trường hợp điểm hòa vốn được xác định cho cả vòng đời dự án. Rất rõ ràng như đã chỉ ra trong trường hợp B, sau 7 năm vận hành, dự án có tổng sản lượng và ứng với nó là doanh thu và lợi nhuận đủ để trang trải chi phí đầu tư ban đầu.

Có thể thấy rõ, về mặt lý luận cũng như các tính toán gần đúng truyền thống, thời gian hoàn vốn của dự án là thời gian mà tại đó dự án đạt tổng sản lượng hòa vốn. Để chứng minh điều này một cách tổng quát hơn, phương thức tiếp cận phù hợp là xây dựng mô hình và lập trình thuật toán để xác định thời gian hoàn vốn cũng như điểm hòa vốn của dự án sau đó so sánh với nhau.

Tuy nhiên, các dữ liệu để tính thời gian hoàn vốn và điểm hòa vốn là khác nhau nên bước đầu, trong phần tiếp theo bài báo xây dựng mô hình và lập trình thuật toán để xác định thời gian hoàn vốn rồi so sánh với thời gian hoàn vốn tính theo phương pháp gần đúng truyền thống.

2.3. Mô hình bài toán

Xét công thức (3), với các số liệu V0, SV, Bt và i cho trước cần giải phương trình NPV = 0 để tìm ẩn số n. Vì thời gian hoàn vốn có thể tính đến đơn vị tháng nên n lấy đến 1 chữ số thập phân sau dấu phẩy. Với n đủ lớn, có thể thay:

$$\sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} \approx \int_1^x \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} dt \quad (4)$$

Khi đó, bài toán ban đầu trở thành bài toán tìm nghiệm xấp xỉ của phương trình f(x) = 0, trong đó:

$$f(x) = -V_0 + \int_1^x \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} dt + \frac{SV}{(1+i)^x} \quad (5)$$

Để đơn giản, xét trường hợp SV = 0, suy ra $f'(x) = \frac{B_x - C_x}{(1+i)^x}$.

Với x_o chọn ban đầu, sử dụng phương pháp Newton xây dựng dãy lặp (x_k) theo công thức sau [3]:

$$x_{k+1} = x_k - \frac{f(x_k)}{f'(x_k)} \quad với \ \ k \geq 1 \quad (6)$$

Tại mỗi bước lặp cần tính $f(x_k) = -V_0 + \int_1^{x_k} \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} dt$, tức là cần tính giá trị một tích phân xác định. Điều này thực hiện nhờ công thức Simpson dưới đây [3]:

$$\int_a^b g(t)dt = \frac{h}{3}[g(a) + g(b) + 4(g(t_1) + (g(t_3) + \cdots + (g(t_{2m-1})) + 2(g(t_2) + (g(t_4) + \cdots + (g(t_{2m-2}))] \quad (7)$$

Trong đó: [a; b] được chia thành 2 m đoạn con bằng nhau với bước $h = \frac{b-a}{2m}$.

Để thuận tiện, hàm $g(t) = \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$ dưới dấu tích phân sẽ được xấp xỉ tuyến tính trên mỗi đoạn $[t_i; t_{i+1}]$ dựa trên các mốc số liệu thống kê $\{B_t, C_t\}$ qua các năm.

2.4. Lập trình thuật toán

Thuật toán bao gồm một số hàm tính toán theo các bước trong Mục 2.2.

2.4.1. Hàm tính gần đúng tích phân xác định theo công thức Simpson

Algorithm 1 Công thức Simpson

Input: a, b, n

Output: $S \approx \int_a^b f(x)\,dx$

$h = (b-a)/n$
$S = f(a) + f(b)$
for $i = 0$ **to** $n-1$ **do**
  $x = a + i * h$
  $S = S + 2 * f(x)$
  if $i\%2 \neq 0$ **then**
    $S = S + 2 * f(x)$
  end if
end for
$S = (h/3) * S$
print S

2.4.2. Hàm lặp theo phương pháp Newton

Algorithm 2 Phương pháp Newton

Input: x_0, ε

Output: x_1 thoả mãn $f(x^*) \approx 0$

Procedure $f(x), Df(x)$
repeat
  $x_1 = x_0 - f(x_0)/Df(x_0)$
  $\text{err} = |x_1 - x_0|$
  $x_0 = x_1$
until $\text{err} < \varepsilon$
print x_1

Thuật toán được thực nghiệm với Dev C++ trên máy tính có cấu hình Intel Core i5-2.3 GHz, RAM 4GB, x64 based processor.

Input: file "input.txt" chứa các thông tin sau:

- Dòng đầu tiên gồm số nguyên duy nhất n biểu diễn số năm thống kê;
- Dòng tiếp theo, mỗi dòng gồm 2 số thực biểu diễn giá trị của $\{B_t, C_t\}$ qua các năm;
- Dòng cuối gồm 2 giá trị thực biểu diễn giá trị của V_0 và i.

Output: In ra 1 số thực với 1 chữ số sau dấu phẩy biểu diễn thời gian hoàn vốn.

Ví dụ. Tính thời gian hoàn vốn dự án cầu Thanh Trì với số liệu sau:

Bảng 2.1. Bảng tính NPV; PP (i=5%)

Năm tính toán	Năm lịch	Tổng thu	Tổng chi	Tổng thu qui đổi	Tổng chi qui đổi	Hiệu số thu chi quy đổi	Cộng dồn
-4	2003		133951		162818	-162818	-162818
-3	2004		357203		413507	-413507	-576325
-2	2005		1026959		1132222	-1132222	-1708548
-1	2006		1696714		1781550	-1781550	-3490097
0	2007	0	1250210	0	1250210	-1250210	-4740307
1	2008	253576	42501	241501	40478	201023	-4539284
2	2009	264539	44146	239945	40042	199903	-4339381
3	2010	276577	45952	238918	39695	199223	-4140158
4	2011	289797	47935	238416	39436	198981	-3941177
5	2012	304322	72438	238444	56757	181687	-3759490
6	2013	320295	52509	239009	39183	199826	-3559664
7	2014	337882	55147	240126	39192	200934	-3358730
8	2015	357272	58056	241816	39294	202521	-3156209
9	2016	378687	61268	244105	39494	204611	-2951598
10	2017	402381	87147	247027	53501	193526	-2758071
11	2018	428651	68763	250623	40204	210419	-2547652
12	2019	457839	73141	254942	40728	214214	-2333437
13	2020	490343	78017	260040	41374	218666	-2114772
14	2021	526626	83459	265982	42152	223829	-1890942
15	2022	567222	111873	272844	53813	219031	-1671912
16	2023	612757	96379	280711	44152	236559	-1435353
17	2024	663956	104058	289682	45400	244281	-1191071
18	2025	721662	112714	299865	46835	253030	-938041
19	2026	786859	122494	311387	48475	262912	-675129
20	2027	860691	155894	324386	58755	265631	-409498
21	2028	944493	146139	339019	52455	286563	-122935
22	2029	1039819	160438	355462	54846	300616	177681
23	2030	1148483	176737	373913	57541	316373	494054
24	2031	1272600	195355	394592	60573	334019	828073
25	2032	1414637	238986	417746	70573	347173	1175246
Cộng:				**7100501**	**5925255**		
NPV=	**1175246**						

Thời gian hoàn vốn tính bằng phương pháp truyền thống như trong bảng trên cho thấy là nằm trong khoảng giữa năm 21 và 22 trong khi chạy bằng thuật toán trên cho kết quả gần bằng 22 năm.

3. KẾT LUẬN

Bài báo này đề xuất áp dụng thuật toán tính tích phân Simpson để liên tục hóa dữ liệu, đồng thời dùng thuật toán Newton tìm nghiệm phương trình siêu việt để tìm thời gian hoàn vốn. Hướng phát triển tiếp theo là giải bài toán tổng quát chứng minh thời gian hoàn vốn chính là điểm hòa vốn tính cho cả đời dự án, tức là tiếp tục xây dựng thuật toán và lập trình để tính toán điểm hòa vốn, qua đó so sánh với thời gian hoàn vốn.

Tài liệu tham khảo

[1]. GS. TSKH. Nghiêm Văn Dĩnh (chủ biên) (2006), *Kinh tế xây dựng công trình giao thông*, NXB. GTVT.

[2]. PGS. TS. Bùi Ngọc Toàn (2015), *Lập và phân tích dự án đầu tư xây dựng công trình giao thông*, Tái bản lần thứ 2 có sửa chữa, bổ sung, NXB. GTVT.

[3]. GS. TSKH. Phạm Kỳ Anh (2000), *Giải tích số*, NXB. Đại học Quốc gia Hà Nội.

[4]. PGS. TS. Bùi Ngọc Toàn, TS. Nguyễn Thị Hậu, TS. Vũ Minh Hằng (2023), *Điểm hòa vốn và đánh giá hiệu quả dự án*, Tạp chí GTVT, số 04.

Ngày nhận bài: 10/10/2023
Ngày chấp nhận đăng: 20/10/2023
Người phản biện: GS. TSKH. Nghiêm Văn Dĩnh
TS. Phạm Văn Phong

Khả năng ứng dụng mô hình học máy vào nghiên cứu và dự toán chi phí xây dựng đường cao tốc

■ **TS. NGUYỄN NGỌC SƠN**
Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải
Email: sonnn@utt.edu.vn

TÓM TẮT: Dự báo chi phí xây dựng đường cao tốc là một trong những khía cạnh quan trọng của việc kiểm soát và quản lý trong các dự án đầu tư đường cao tốc. Độ chính xác của việc dự báo chi phí ảnh hưởng trực tiếp đến tính khoa học trong việc ra quyết định đầu tư dự án, xác định quy mô dự án, thiết kế sơ đồ kỹ thuật, thực hiện suôn sẻ hiệu quả kinh tế đầu tư và kế hoạch xây dựng dự án. Có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến chi phí xây dựng, trong đó có nhiều yếu tố chưa thật sự tin cậy và việc dự báo chi phí là một quá trình phi tuyến tính phức tạp. Vì vậy, làm thế nào để phản ánh các loại quan hệ phi tuyến này để từ đó dự đoán nhanh chóng, dễ dàng và chính xác là "chìa khóa" để xây dựng mô hình dự báo chi phí xây dựng công trình đường cao tốc. Do vậy, nghiên cứu này đã chỉ ra được việc ứng dụng cụ thể của mô hình học máy một trụ cột quan trọng của trí tuệ nhân tạo sẽ được trình bày bao gồm việc dự báo chi phí dự án đường cao tốc và đặc biệt là đánh giá cụ thể một số yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến chi phí xây dựng đường cao tốc.

TỪ KHÓA: Đường cao tốc, mô hình học máy, trí tuệ nhân tạo, yếu tố quan trọng, đánh giá cụ thể, chi phí xây dựng.

ABSTRACT: Forecasting highway construction costs is one of the important aspects of control and management in highway investment projects. The accuracy of cost forecasting directly affects the science in making project investment decisions, determining project scale, designing technical diagrams and smoothly implementing investment economic efficiency, investment and project construction plan. There are many factors that affect construction costs, many of which are not really reliable and cost forecasting is a complex non-linear process. Therefore, how to reflect these types of nonlinear relationships to predict quickly, easily and accurately is the key to building a highway construction cost prediction model. Therefore, this study has shown the specific application of machine learning models an important pillar of artificial intelligence that will be presented including highway project cost forecasting and especially specifically evaluate some important factors affecting highway construction costs.

KEYWORDS: Highways, machine learning models, artificial intelligence, feature importance analysis, specific assessments, construction costs.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dự toán chi phí là một phần quan trọng của các dự án xây dựng, trong đó chi phí được coi là một trong những tiêu chí chính để ra quyết định ở giai đoạn đầu của quá trình xây dựng và do đó dự đoán của chúng được tất cả những người tham gia dự án đặc biệt quan tâm. Dự đoán chi phí là một quá trình ước tính tổng chi phí của dự án dựa trên thông tin có sẵn ở một giai đoạn phát triển dự án cụ thể. Thực tế cho thấy rằng thường xuyên có sự khác biệt giữa chi phí ước tính so với chi phí thực tế của dự án. Chi phí xây dựng và sự vượt mức của dự án là một vấn đề được thể hiện rất nhiều trong thực tế xây dựng nên vấn đề này được nghiên cứu nhiều trên thế giới. Chi phí vượt mức của dự án xảy ra thường xuyên trong các các dự án xây dựng đường cao tốc, đặc biệt đối với các dự án đường cao tốc, trong đó vấn đề chính là thiếu dữ liệu hồ sơ cao tốc, thiếu cơ sở dữ liệu về chi phí đường cao tốc, thiếu phương pháp ước tính chi phí phù hợp và tính đến những yếu tố không chắc chắn.

Dữ liệu chi phí xây dựng được thu thập từ các dự án trước đây có thể được sử dụng để ước tính chi phí ở các giai đoạn khác nhau trong vòng đời dự án thông qua các phương pháp ước tính khác nhau và một trong những phương pháp này là sử dụng các mô hình học máy - một trong những trụ cột cấu thành của trí thông minh nhân tạo. Các mô hình học máy bao gồm mạng thần kinh nhân tạo, tăng cường độ dốc hoặc rừng cây ngẫu nhiên là những ví dụ điển hình của một phương pháp liên ngành hiện đại giúp giải quyết các vấn đề kỹ thuật khác nhau mà các phương pháp thống kê và mô hình hóa truyền thống không thể giải quyết được [1]. Bằng cách sử dụng các phương pháp học máy khác nhau, ví dụ: Hồi quy tuyến tính đơn giản và đa chiều, mạng lưới thần kinh…, nhiều nghiên

cứu đã cố gắng thiết lập một mô hình học máy dự báo chi phí xây dựng đường cao tốc bao gồm cả đường cao tốc. Ước tính chi phí của các dự án đường cao tốc với độ chính xác cao trong giai đoạn lên ý tưởng phát triển dự án là "chìa khóa" cho việc lập kế hoạch và nghiên cứu khả thi của dự án. Tuy nhiên, trong giai đoạn lên ý tưởng có rất nhiều khó khăn trong việc ước tính chi phí. Các vấn đề chính phải đối mặt là thiếu thông tin hồ sơ cao tốc, thiếu cơ sở dữ liệu về chi phí làm đường, thiếu phương pháp ước tính chi phí phù hợp và tính đến những yếu tố không chắc chắn. Trong những trường hợp như vậy, mô hình học máy (ML) có thể là một công cụ phù hợp để ước tính chi phí dự án.

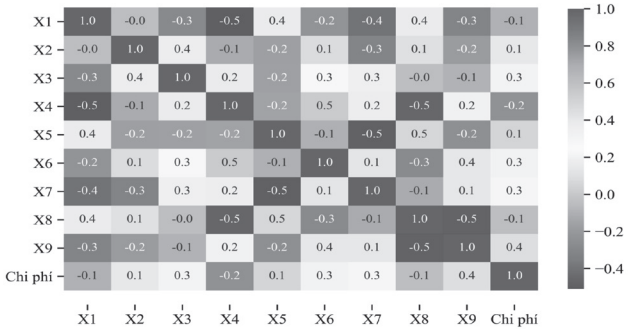
Nghiên cứu đầu đầu tiên về mô hình học máy trong lĩnh vực xây dựng công trình đã được Adeli và Yeh xuất bản năm 1989 [2] để thiết kế dầm thép. Tijanic et al. [3] đã sử dụng mạng thần kinh nhân tạo để giải thích những lợi ích của việc ứng dụng nó để giải quyết vấn đề này trong xây dựng đường cao tốc. Wilmot và Mei [4] đã phát triển một mô hình học máy để dự đoán sự gia tăng chi phí xây dựng đường cao tốc theo tiến độ dự án. Kết quả nghiên cứu chứng minh rằng mô hình học máy có thể tái tạo xu hướng chi phí xây dựng đường cao tốc trước đây với độ chính xác hợp lý. Ngoài ưu điểm đánh giá chi phí với hiệu suất cao, mô hình học máy còn có ưu điểm là có thể định lượng cụ thể các yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến chi phí xây dựng đường cao tốc mà các công cụ khác khó có thể thực hiện.

Trong giới hạn nghiên cứu được trình bày trong bài báo này, việc ứng dụng cụ thể của mô hình học máy sẽ được trình bày bao gồm việc dự báo chi phí dự án đường cao tốc và đặc biệt là đánh giá cụ thể một số yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến chi phí xây dựng đường cao tốc. Nghiên cứu này chỉ tập trung vào giới thiệu khả năng ứng dụng mô hình học máy vào nghiên cứu và dự toán chi phí xây dựng đường cao tốc nên các yếu tố kỹ thuật của việc xây dựng mô hình học máy sẽ được trình bày ở những nghiên cứu sau.

2. DỮ LIỆU CỦA MỘT VÀI DỰ ÁN ĐƯỜNG CAO TỐC TRÊN THẾ GIỚI

Trong nghiên cứu này, cao tốc dữ liệu dùng cho việc xây dựng mô hình học máy bao gồm 15 dự án đường cao tốc được xây dựng tại Trung Quốc trong năm 2011 được công bố bởi Yi et al. [5]. Cao tốc dữ liệu này sử dụng 9 yếu tố đầu vào, bao gồm: Chiều dài tuyến (X1), khối lượng đất đắp (X2), số lượng cầu (X3), nút giao đồng mức (X4), nút giao không đồng mức (X5), chiều dài hầm (X6), loại đường (X7), đặc điểm địa mạo (X8), vùng địa lý (X9) và kết quả dự đoán là "chi phí" đầu tư dự án đường cao tốc. Chi tiết về giá trị các yếu tố đầu vào và chi phí đầu tư được thể hiện trong *Bảng 2.1*. Chiều dài tuyến ngắn nhất là 15,538 km và dài nhất là 246,221 km. Chi phí đầu tư nhỏ nhất là 112,2264 tỷ VNĐ cho 1 km đường cao tốc và cao nhất là 205,5686 tỷ VNĐ cho 1 km đường. Hai loại vật liệu sử dụng cho mặt đường cao tốc là bê tông nhựa và bê tông xi măng, tuy nhiên có thể thấy chỉ có 2 dự án sử dụng công nghệ mặt đường bê tông xi măng. Chi tiết về các yếu tố khác có thể được tìm hiểu kỹ hơn trong *Bảng 2.1*.

Một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến độ chính xác của mô hình học máy là sự tương quan mạnh yếu của các yếu tố đầu vào sử dụng cho việc xây dựng mô hình. Do vậy, *Hình 2.1* mô tả sự mạnh yếu các tương quan giữa các yếu tố đầu vào với nhau cũng như tương quan với chi phí đầu tư. Đây là các tương quan tuyến tính giúp đánh giá sự phụ thuộc của các yếu tố đầu vào với nhau, giá trị tuyệt đối tương quan có thể thay đổi từ 0 đến 1, giá trị càng gần 1 thì sự phụ thuộc các yếu tố lẫn nhau càng mạnh và sẽ làm ảnh hưởng đến hiệu suất dự đoán của mô hình học máy. *Hình 2.1* cho thấy tương quan lớn nhất giữa các biến là 0,5, đây là một tương quan không lớn có thể chấp nhận được trong việc giữ lại các yếu tố đầu vào này trong việc xây dựng mô hình học máy.



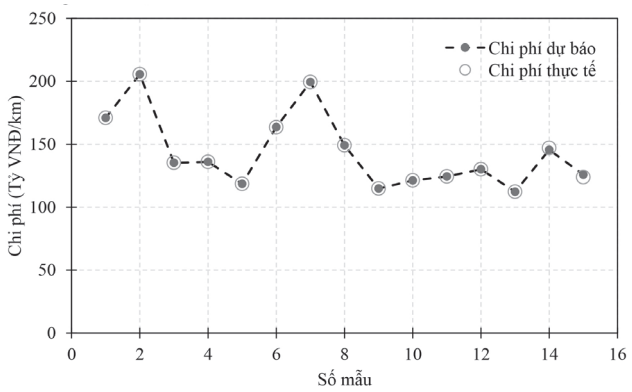
Hình 2.1: Ma trận tương quan của các biến của cao tốc dữ liệu sử dụng cho việc ứng dụng mô hình học máy

Bảng 2.1. Giá trị dữ liệu sử dụng cho xây dựng mô hình học máy được thu thập từ nghiên cứu của Yi et al. [5]

Chiều dài tuyến *(km)*	**Khối lượng đất đắp** *(1000 m^3/km)*	**Số lượng cầu** *(m/km)*	**Nút giao đồng mức** *(mặt cắt/km)*	**Nút giao không đồng mức** *(mặt cắt/km)*	**Chiều dài hầm** *(m/km)*	**Mặt đường**	**Đặc điểm địa mạo**	**Vùng địa lý**	**Chi phí** *(Tỷ VNĐ/km)*
(X1)	*X2)*	*X3*	*X4*	*X5*	*X6*	*X7*	*X8*	*X9*	*Y*
246.221	137,0233	145,2	0,077	0,162	171,7	Bê tông nhựa	0,32	I	135,2878
236,565	55,3716	34,8	0,076	0,304	11,73	Bê tông nhựa	0,7	I	123,869
107,6	160,781	215	0,05	0,11	5,4	Bê tông nhựa	0,7	I	114,7314
217,763	193,235	35	0,06	0,53	0	Bê tông xi măng	0,5	I	112,2264
117,957	245,4482	299,4	0,059	0,245	117,4	Bê tông nhựa	0,5	I	199,4089
98,835	38,434	136,3	0,091	0,121	0	Bê tông nhựa	0,2	I	118,4559
53,86	81,5505	103,2	0,092	0,148	0	Bê tông nhựa	0,2	II	130,0718
52,791	165,919	103,2	0,113	0,189	53	Bê tông nhựa	0,2	I	121,215
33,36	165,919	227,23	0,12	0,11	41,07	Bê tông nhựa	0,2	I	124,3999
15,538	108,267	151,01	0,129	0,193	486,87	Bê tông nhựa	0,2	II	170,8726
88,397	162,998	74,7959	0,0566	0,1923	0	Bê tông nhựa	0,65	I	149,119
69,761	132,022	68,48	0,0717	0,258	0	Bê tông nhựa	0,65	I	146,9399
135,5	25,8303	171,476	0,0738	0,686	28,015	Bê tông nhựa	0,65	I	163,5402
98,669	77,6082	73,1	0,05	0,172	0	Bê tông nhựa	0,2	I	135,9687
144,988	117,3142	92,6	0,041	0,137	0	Bê tông nhựa	0,2	II	205,5686

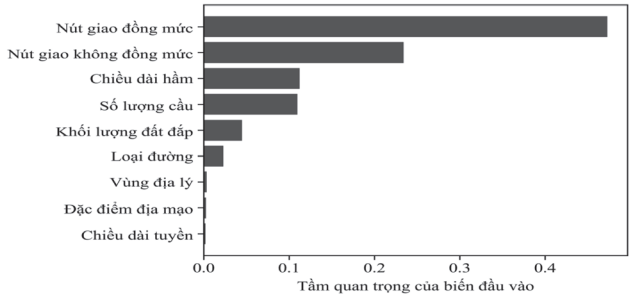
3. DỰ ĐOÁN CHI PHÍ XÂY DỰNG ĐƯỜNG CAO TỐC BẰNG MÔ HÌNH HỌC MÁY

Mô hình học máy tăng cường độ dốc GB sau khi được huấn luyện trên tập dữ liệu được trình bày ở Mục 2, sẽ được sử dụng cho việc dự báo chi phí đầu tư xây dựng đường cao tốc. Trong nghiên cứu này, thuật toán GB được triển khai trên cơ sở ngôn ngữ lập trình Python, các giá trị của siêu tham số của thuật toán này được định nghĩa trong thư viện mã nguồn mở Sklearn [6]. Kết quả so sánh chi phí xây dựng đường cao tốc trong thực tế với chi phí được xây dựng bằng mô hình học máy GB được mô tả trong *Hình 3.1*. Kết quả cho thấy, mô hình GB dự đoán chi phí với độ chính xác cao R cho cả tập huấn luyện và kiểm chứng lớn hơn 0,98.



Hình 3.1: So sánh chi phí đầu tư thực tế với chi phí dự báo bằng mô hình học máy GB

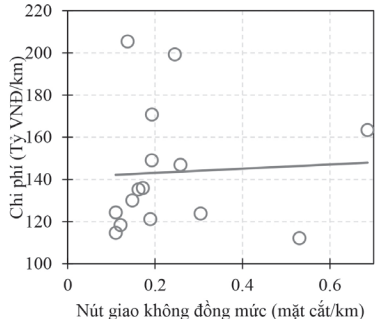
Với độ chính xác cao của mô hình GB trong việc dự đoán chi phí, mô hình học máy Gb tiếp tục được sử dụng cho đánh giá định tính ảnh hưởng của các yếu tố đầu vào đến chi phí đầu tư xây dựng đường cao tốc được biểu diễn trong *Hình 3.2* bằng kỹ thuật học máy hiện đại là "feature importance analysis". Kết quả phân tích cho thấy, các yếu tố ảnh hưởng đến chi phí xây dựng đường cao tốc giảm dần độ quan trọng theo thứ tự sau: Nút giao đồng mức > nút giao không đồng mức > chiều dài hầm > số lượng cầu > khối lượng đất đắp > loại đường > vùng địa lý > đặc điểm địa mạo > chiều dài tuyến. Trong đó, chi phí đầu tư xây dựng 1 km đường cao tốc phụ thuộc lớn nhất vào ba yếu tố là số lượng nút giao đồng mức, số lượng nút giao không đồng mức và chiều dài hầm.



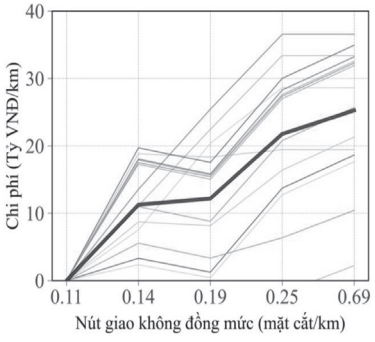
Hình 3.2: Đánh giá định tính ảnh hưởng của các yếu tố đầu vào đến chi phí đầu tư xây dựng đường cao tốc bằng kỹ thuật feature importance analysis

Ba yếu tố là số lượng nút giao đồng mức, số lượng nút giao không đồng mức và chiều dài hầm được tiếp tục đánh giá định lượng bằng kỹ thuật "phụ thuộc riêng phần" dựa trên nền tảng mô hình học máy GB. Đây là một kỹ thuật hiện đại của các kỹ thuật học máy giúp phân tích đánh giá định lượng ảnh hưởng của các yếu tố đến kết quả dự đoán mà cụ thể trong nghiên cứu này là chi phí xây dựng đường cao tốc. Kỹ thuật này thể hiện ưu điểm vượt trội của các mô hình trí tuệ nhân tạo so với các kỹ thuật thống kê cổ điển như tương quan tuyến tính. Sự vượt trội này có thể thấy rõ trong *Hình 3.3*, so sánh ảnh hưởng của các yếu tố bao gồm số lượng nút giao đồng mức, số lượng nút giao không đồng mức và chiều dài hầm đến chi phí xây dựng. Sự so sánh được thể hiện thông qua biểu đồ tương quan giữa các yếu tố này và chi phí xây dựng với các *Hình 3.3a, 3.3c và 3.3e* là tương quan chưa qua xử lý bằng kỹ thuật "phụ thuộc riêng phần", trong khi đó *Hình 3.3b, 3.3d và 3.3f* sử dụng kỹ thuật "phụ thuộc riêng phần" để đánh giá định lượng sự ảnh hưởng cụ thể của nút giao không đồng mức, nút giao đồng mức và chiều dài hầm đến chi phí xây dựng đường cao tốc.

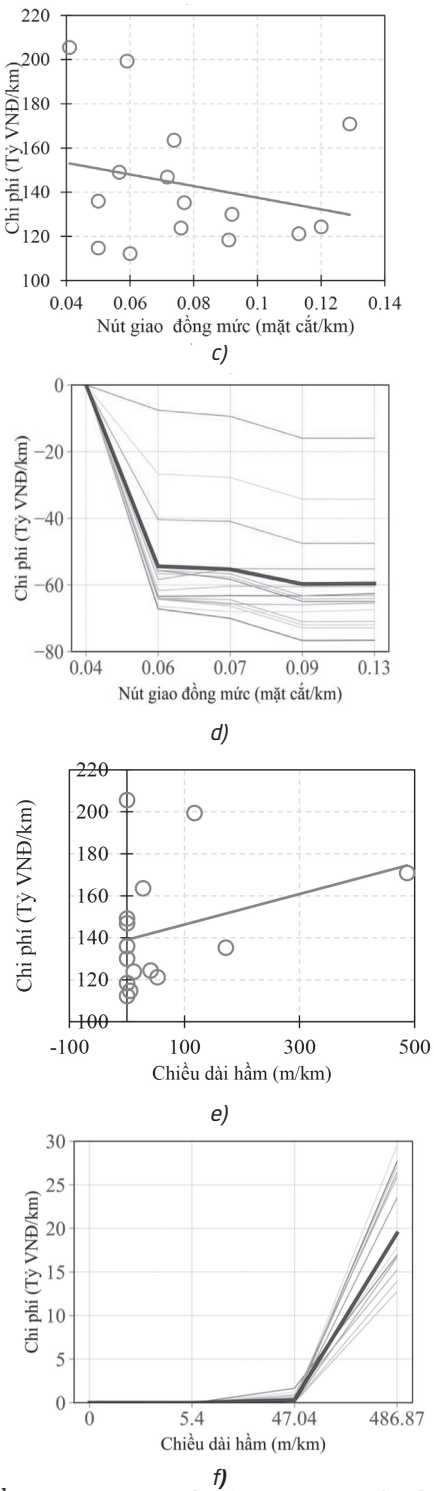
Có thể dễ dàng nhận thấy xu hướng ảnh hưởng của các yếu tố được thể hiện rõ ràng trong kỹ thuật "phụ thuộc riêng phần" hơn rất nhiều so với việc sử dụng các dữ liệu đầu vào thô. Cụ thể, số lượng nút giao không đồng mức tăng sẽ kéo theo chi phí xây dựng tăng trung bình trong khoảng từ 0 - 25 tỷ VNĐ cho 1 km. Thay vì sử dụng nút giao không đồng mức kéo theo chi phí tăng, nếu sử dụng nút giao đồng mức thay thế sẽ làm giảm chi phí đầu tư xây dựng đường cao tốc từ 0 - 60 tỷ VNĐ cho 1 km đường. Tương tự, chiều dài hầm nếu vượt quá 47 m/km đường cao tốc cũng làm đội chi phí xây dựng so với chi phí trung bình đầu tư xây dựng đường cao tốc. Có thể thấy rằng sự ưu việt của kỹ thuật học máy hiện đại "kỹ thuật riêng phần" so với kỹ thuật sử dụng dữ liệu thô trong phân tích định lượng ảnh hưởng của các yếu tố đến chi phí xây dựng đường cao tốc.



a)



b)



Hình 3.3: Ảnh hưởng của ba yếu tố quan trọng nhất đến chi phí xây dựng đường cao tốc: a), c), e) - Tương quan tuyến tính; b), d), f) - Tương quan bằng phân tích phụ thuộc riêng phần

Tuy nhiên, do hạn chế về số lượng dữ liệu các dự án đầu tư xây dựng nên nghiên cứu mới chỉ ra được tính vượt trội của các kỹ thuật học máy so với kỹ thuật phân tích thông thường trong vấn đề định lượng và dự báo chi phí đầu tư xây dựng. Nghiên cứu còn cần sử dụng các dữ liệu dự án đầu tư xây dựng đường cao tốc ở Việt Nam, từ đó đề xuất cụ thể góp phần thực hiện các dự án đầu tư đường cao tốc ở Việt Nam trong tương lai.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã chỉ ra được khả năng ứng dụng của công cụ hiện đại bằng việc kết hợp các dữ liệu trong thực tế để xây dựng mô hình học máy một trụ cột chính của các mô hình trí tuệ nhân tạo trong việc đánh giá và nghiên cứu chi phí xây dựng đường cao tốc. Một mô hình học máy cụ thể là tăng cường độ dốc đã được áp dụng để dự báo chi phí xây dựng của dự án xây dựng đường cao tốc với độ chính xác cao. Ngoài ra, sự ưu việt của kỹ thuật học máy hiện đại "feature importance analysis" và "kỹ thuật riêng phần" so với kỹ thuật phân tích thông thường sử dụng dữ liệu thô trong phân tích định tính và định lượng ảnh hưởng của các yếu tố đến chi phí xây dựng đường cao tốc. Tuy nhiên, do hạn chế về số lượng dữ liệu các dự án đầu tư xây dựng nên nghiên cứu mới chỉ chỉ ra được tính vượt trội của các kỹ thuật học máy so với kỹ thuật phân tích thông thường trong vấn đề định lượng và dự báo chi phí đầu tư xây dựng. Độ tin cậy của mô hình cần được nâng cao bằng việc bổ sung số lượng dữ liệu lớn về chi phí xây dựng đường cao tốc. Đặc biệt, nghiên cứu còn cần sử dụng các dữ liệu dự án đầu tư xây dựng đường cao tốc ở Việt Nam để từ đó đề xuất cụ thể góp phần thực hiện các dự án đầu tư đường cao tốc ở Việt Nam trong tương lai.

Tài liệu tham khảo

[1]. I. Flood and N. Kartam (Apr., 1994), *Neural Networks in Civil Engineering. I: Principles and Understanding*, Journal of Computing in Civil Engineering, vol.8, no.2, pp.131-148, doi: 10.1061/(ASCE)0887-3801(1994)8:2(131).

[2]. H. Adeli and C. Yeh (1989), *Perceptron Learning in Engineering Design*, Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, vol.4, no.4, pp.247-256, doi: 10.1111/j.1467-8667.1989.tb00026.x.

[3]. K. Tijanić, D. Car-Pušić and M. Šperac (Jul., 2020), *Cost estimation in road construction using artificial neural network*, Neural Comput & Applic, vol.32, no.13, pp.9343-9355, doi: 10.1007/s00521-019-04443-y.

[4]. C. G. Wilmot and B. Mei (Jul., 2005), *Neural Network Modeling of Highway Construction Costs*, Journal of Construction Engineering and Management, vol.131, no.7, pp.765-771, doi: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2005)131:7(765).

[5]. Y. Lu, X. Luo and H. Zhang (Dec., 2011), *A Gene Expression Programming Algorithm for Highway Construction Cost Prediction Problems*, Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, vol.11, no.6, pp.85-92, doi: 10.1016/S1570-6672(10)60150-X.

[6]. F. Pedregosa et al. (2011), *Scikit-learn: Machine Learning in Python*, Journal of Machine Learning Research, vol.12, pp.2825-2830.

Ngày nhận bài: 17/10/2023
Ngày chấp nhận đăng: 05/11/2023
Người phản biện: TS. Đinh Quang Toàn
TS. Đào Phúc Lâm

Nghiên cứu, đề xuất giải pháp nâng cao hiệu quả quản lý các dự án đầu tư xây dựng bằng nguồn vốn ngân sách nhà nước trên địa bàn quận Đồ Sơn - TP. Hải Phòng

■ **ThS. NGUYỄN THỊ THÚY**
UBND quận Đồ Sơn, TP. Hải Phòng
■ **TS. BÙI QUỐC BÌNH**(*)
Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email: (*)binhbq.ctt@vimaru.edu.vn

TÓM TẮT: Trong những năm qua, quận Đồ Sơn, TP. Hải Phòng đã tích cực thực hiện đầu tư phát triển kinh tế - xã hội chủ yếu dựa vào nguồn vốn ngân sách nhà nước (NSNN), tận dụng triệt để các chính sách, cơ chế hỗ trợ đầu tư của Thành phố để đầu tư xây dựng (ĐTXD) với hiệu quả cao nhất. Tuy nhiên, hoạt động quản lý nhà nước tại các dự án này vẫn còn nhiều tồn tại, hạn chế. Trên cơ sở phân tích thực trạng công tác quản lý nhà nước về ĐTXD cơ bản bằng nguồn vốn ngân sách trên địa bàn, căn cứ vào những kết quả đạt được, những tồn tại và nguyên nhân trong công tác này cũng như các định hướng, mục tiêu đặt ra đối với công tác quản lý nhà nước trong ĐTXD, bài báo đưa ra các giải pháp nhằm hoàn thiện công tác quản lý nhà nước về ĐTXD cơ bản ở một đơn vị hành chính cấp quận.

TỪ KHÓA: Quản lý nhà nước, quản lý dự án, xây dựng cơ bản, chính sách, cơ chế.

ABSTRACT: In recent years, Do Son district, Hai Phong city has actively implemented socio-economic development investment mainly based on State budget capital, making full use of policies and framework. Support the city's investment to invest in basic construction with the highest efficiency. However, state management activities in these projects still have many shortcomings and limitations. Based on the analysis of the current state of state management of capital construction investment with budget capital in the area, based on the achieved results, shortcomings and causes in this work as well as orientations and goals set for state management in construction investment, the article has proposed solutions to improve state management of capital construction investment in a unit as district administration.

KEYWORDS: State Management, project management, basic construction, policy, Framework.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quận Đồ Sơn, TP. Hải Phòng là quận mới được thành lập theo Nghị định số 145/2007/NĐ-CP ngày 12/9/2007 của Chính phủ trên cơ sở sáp nhập thị xã Đồ Sơn và xã Hợp Đức thuộc huyện Kiến Thụy, với tổng diện tích đất tự nhiên là 42,37 ha, dân số trên 51.417 người. Từ khi thành lập đến nay, kinh tế - xã hội quận đã có bước phát triển, luôn duy trì tốc độ tăng trưởng, cơ cấu kinh tế chuyển dịch theo đúng hướng, công tác ĐTXD cơ sở hạ tầng được tăng cường, có nhiều đổi mới, đảm bảo đầu tư trọng tâm, trọng điểm, tiết kiệm, hiệu quả. Quận đã tập trung ĐTXD cơ sở hạ tầng nhằm phục vụ cho mục tiêu phát triển kinh tế, nâng cao chất lượng đời sống nhân dân và phát triển đô thị du lịch biển theo hướng hiện đại luôn là một nhiệm vụ trọng tâm được đặt ra của chính quyền và nhân dân quận Đồ Sơn.

Nhận thức được tầm quan trọng của nhiệm vụ này, trong những năm qua, quận Đồ Sơn đã nỗ lực tập trung xây dựng các kế hoạch, chương trình nhằm ĐTXD cơ sở hạ tầng với mục tiêu phát triển nhanh và bền vững đô thị du lịch biển mang tầm cỡ khu vực và quốc tế. Mọi nguồn lực được tập trung để ĐTXD trong nhiều lĩnh vực: Giao thông, giáo dục, y tế, văn hóa, hạ tầng kỹ thuật… nhằm phát triển kinh tế - xã hội, du lịch và nâng cao chất lượng đời sống cho nhân dân. Hoạt động ĐTXD của quận đã đạt được một số kết quả quan trọng, tạo động lực cho phát triển kinh tế - xã hội, góp phần thay đổi diện mạo đô thị quận Đồ Sơn, được đánh giá là quận có tiềm năng phát triển du lịch, là điểm đến lý tưởng của du khách trong và ngoài nước.

Do đó, việc đề ra các giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả quản lý dự án ĐTXD (QLDA ĐTXD) sử dụng vốn NSNN trên địa bàn quận Đồ Sơn là một trong những nhiệm vụ trọng tâm hàng đầu, mang tính cấp thiết.

2. THỰC TRẠNG CÔNG TÁC QUẢN LÝ CÁC DỰ ÁN ĐTXD BẰNG NGUỒN VỐN NGÂN SÁCH TRÊN ĐỊA BÀN QUẬN ĐỒ SƠN, TP. HẢI PHÒNG

Thực hiện mục tiêu xây dựng và phát triển quận Đồ Sơn trở thành đô thị du lịch biển theo hướng hiện đại, thông minh, quận đã xác định nhiệm vụ trọng tâm là phát

triển kết cấu hạ tầng tạo động lực phát triển kinh tế, phát triển đô thị; đầu tư hạ tầng để phát triển kinh tế - xã hội và thu hút đầu tư, nâng cao giá trị tài nguyên đất đai. Bằng các kết quả đã đạt được, công tác ĐTXD đã đáp ứng được yêu cầu phát triển kinh tế - xã hội trên địa bàn. Trong 4 năm 2020 - 2023, quận Đồ Sơn đã triển khai được 163 dự án, với tổng mức đầu tư (TMĐT) là trên 1.008 triệu đồng (chi tiết trong *Bảng 2.1*), tiêu biểu như Dự án xây dựng Trường Mầm non Vạn Hương; Dự án xây dựng công viên cây xanh phường Hải Sơn; Dự án nâng cấp, cải tạo Trụ sở UBND phường Vạn Hương; Dự án xây dựng Trường Tiểu học Minh Đức [1].

Hình 2.1: Trường Mầm non Vạn Hương khi đưa vào sử dụng

Trong 4 năm (2020 - 2023), cùng với tốc độ phát triển và đô thị hóa của quận, công tác ĐTXD bằng vốn NSNN trên địa bàn quận đã có những bước phát triển nhanh, chuyển biến và đạt hiệu quả cao trên tất cả các lĩnh vực, kể cả đầu tư hạ tầng kỹ thuật, hạ tầng kinh tế và hạ tầng xã hội.

Hình 2.2: Công viên cây xanh phường Hải Sơn, quận Đồ Sơn

Hình 2.3: Trụ sở UBND phường Vạn Hương, quận Đồ Sơn

Hình 2.4: Dự án xây dựng Trường Tiểu học Minh Đức, quận Đồ Sơn

Bảng 2.1. Số lượng, quy mô và vốn đầu tư dự án trên địa bàn quận năm 2020 - 2023

Năm kế hoạch	Tổng số dự án	TMĐT (nghìn đồng)	Vốn sự nghiệp có tính chất đầu tư		Đầu tư công	
			Số dự án	TMĐT (nghìn đồng)	Số dự án	TMĐT (nghìn đồng)
2020	47	196.463.894	38	74.694.880	9	121.769.014
2021	31	178.789.585	26	59.729.855	5	119.059.730
2022	56	246.174.958	46	60.315.549	10	185.859.409
2023	29	386.734.163	18	23.218.889	11	363.515.274
TỔNG CỘNG	**163**	**1.008.162.600**	**128**	**217.959.173**	**35**	**790.203.427**

Bên cạnh những kết quả đạt được, tình hình ĐTXD và QLDA trên địa bàn quận cũng còn không ít những tồn tại, hạn chế: Nguồn vốn NSNN còn hạn hẹp, thiếu vốn đầu tư, đặc biệt là các dự án trọng điểm, mang tính cấp thiết; việc quản lý ở một số dự án còn thiếu quyết tâm, chưa sâu sát đôn đốc thực hiện; chưa tập trung xử lý dứt điểm các khó khăn, vướng mắc phát sinh của các dự án; công tác giải phóng mặt bằng còn chậm trễ; quá trình thực hiện một dự án còn nhiều bất cập, thời gian kéo dài, làm tăng chi phí của dự án; tình trạng thất thoát lãng phí vốn đầu tư còn xảy ra; công tác quản lý chất lượng chưa đi vào chiều sâu, vẫn còn một số công trình hoàn thành đưa vào sử dụng chất lượng chưa đảm bảo... dẫn đến chưa hiệu quả và chưa đáp ứng mục tiêu của việc đầu tư dự án bằng nguồn vốn NSNN [1, 2, 4].

3. MỘT SỐ GIẢI PHÁP NHẰM NÂNG CAO HIỆU QUẢ CÔNG TÁC QLDA ĐTXD BẰNG NGUỒN VỐN NSNN TRÊN ĐỊA BÀN QUẬN ĐỒ SƠN, TP. HẢI PHÒNG

3.1. Định hướng hoàn thiện công tác QLDA ĐTXD bằng nguồn vốn NSNN trên địa bàn quận

Quản lý các dự án đầu tư bằng nguồn vốn NSNN có một vai trò đặc biệt quan trọng, góp phần vào thực

hiện thắng lợi các mục tiêu phát triển kinh tế - xã hội địa phương, tập trung phát triển kế hoạch đầu tư các dự án sử dụng vốn NSNN chú trọng vào các lĩnh vực sau:

- Đầu tư có trọng tâm, trọng điểm, đồng bộ, hiện đại, sớm hoàn thành đưa các công trình vào sử dụng, phát huy hiệu quả thực tế; tập trung đầu tư cho các chương trình chỉnh trang, phát triển đô thị, dự án trọng điểm, có sức lan tỏa cao, có ý nghĩa thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội quận, nâng cao năng lực cạnh tranh và phát triển của nền kinh tế, tạo đột phá thu hút vốn đầu tư theo mọi phương thức; khắc phục tình trạng đầu tư phân tán, dàn trải, kéo dài triển khai các dự án hoàn thành đúng nội dung, tiến độ;

- Đầu tư phát triển mạng lưới hạ tầng giao thông theo quy hoạch được duyệt, nâng cấp mở rộng đường giao thông hiện trạng nhằm đáp ứng nhu cầu liên kết vùng, nhu cầu vận chuyển, lưu thông hàng hóa và đi lại của nhân dân và du khách. Đây là lĩnh vực được xác định ưu tiên hàng đầu để tạo động lực thu hút đầu tư, thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội;

- Đầu tư nâng cấp hệ thống trường học, y tế, văn hóa ở các cấp đảm bảo nhu cầu dạy và học, khám chữa bệnh, sinh hoạt cộng đồng của nhân dân địa phương; quan tâm đầu tư phát triển các kết cấu hạ tầng thiết yếu khác như Trung tâm văn hóa quận; hệ thống cấp nước, thoát nước, công viên cây xanh, kè biển, thủy lợi...;

- Đầu tư khắc phục tình trạng manh mún, dàn trải, phân tán, lãng phí, kém hiệu quả, nâng cao hiệu quả đầu tư; tăng cường công tác giám sát, kiểm tra, tháo gỡ khó khăn, vướng mắc cho các dự án để thúc đẩy giải ngân vốn, đảm bảo hiệu quả sử dụng vốn, công khai minh bạch [3].

3.2. Các giải pháp nâng cao hiệu quả công tác QLDA ĐTXD bằng nguồn vốn ngân sách trên địa bàn quận

- Trên cơ sở quy hoạch tổng thể kinh tế - xã hội quận, hàng năm, quận bám sát chiến lược quy hoạch xây dựng, quy hoạch sử dụng đất để lập kế hoạch đầu tư và kế hoạch vốn đầu tư cho các công trình, dự án; không triển khai các dự án không nằm trong quy hoạch đã được phê duyệt; phê duyệt chủ trương đầu tư các dự án có trong kế hoạch đầu tư nhằm đảm bảo nguồn vốn để thực hiện dự án, tránh tình trạng phê duyệt chủ trương các dự án không có trong kế hoạch đầu tư; bố trí vốn cho công trình phải tập trung, có trọng điểm, phù hợp với khả năng nguồn vốn cân đối hàng năm; nên bố trí theo thứ tự ưu tiên, các dự án dân sinh bức thiết (hệ thống thoát nước, chiếu sáng, trường học), dự án trọng điểm (dự án hạ tầng khung của quận); kế hoạch vốn đầu tư phải được thông qua HĐND quận xem xét và ra nghị quyết thông qua mới được triển khai thực hiện; sử dụng vốn đúng mục đích và có hiệu quả, không để thất thoát, lãng phí; cần xác định rõ từng nguồn vốn, xem xét bố trí kế hoạch vốn cho từng dự án phải đảm bảo theo cơ cấu, mức độ cần thiết và yêu cầu về tiến độ thời gian [3];

- Đẩy nhanh tiến độ lập, thẩm định, trình phê duyệt dự án đầu tư làm cơ sở bố trí kế hoạch vốn, chuẩn bị các điều kiện để khởi công xây dựng các dự án cũng như đẩy nhanh tiến độ xây dựng. Ban QLDA ĐTXD quận phải tổ chức thực hiện quản lý các DAĐT về tiến độ, chất lượng, khối lượng, chi phí đầu tư, an toàn, vệ sinh môi trường theo đúng quy định và chức năng nhiệm vụ được giao; thường xuyên đôn đốc, giám sát đơn vị tư vấn hoàn thiện hồ sơ, thủ tục trình thẩm định, phê duyệt dự án đầu tư và thiết kế xây dựng làm cơ sở để xem xét giao kế hoạch vốn và chuẩn bị các điều kiện để tổ chức khởi công xây dựng dự án theo yêu cầu. Phòng Quản lý đô thị, Phòng Tài chính - Kế hoạch quận khẩn trương đẩy nhanh tiến độ thẩm định, thẩm tra các nội dung, công việc liên quan đến hồ sơ dự án khi nhận được hồ sơ do các chủ đầu tư trình; tạo mọi điều kiện thuận lợi để các chủ đầu tư đẩy nhanh tiến độ chuẩn bị đầu tư dự án và tiến độ triển khai thi công các dự án; tăng cường công tác kiểm tra, giám sát định kỳ, đột xuất của cơ quan quản lý nhà nước trong lĩnh vực được giao về ĐTXD; chủ động, kịp thời báo cáo những nội dung thuộc thẩm quyền liên quan đến việc thực hiện các dự án trên địa bàn để kịp thời có các giải pháp tháo gỡ khó khăn, đẩy nhanh tiến độ từ khâu chuẩn bị dự án, triển khai dự án đến khi hoàn thành dự án. Quận cũng cần xem xét loại bỏ hoàn toàn các đơn vị tư vấn thiếu năng lực, làm việc không có trách nhiệm, không tư duy dự án, dập khuôn làm giảm tính hiệu quả của dự án;

- Đề nghị bổ sung nhân lực cho các cơ quan QLDA, tham mưu UBND quận triển khai dự án tại các Phòng Quản lý đô thị, Tài chính - Kế hoạch, Phòng Tài nguyên và Môi trường, Ban QLDA ĐTXD quận, Trung tâm phát triển quỹ đất quận như: Bổ sung đội ngũ cán bộ có năng lực, kinh nghiệm, tâm huyết với nhiệm vụ, có trình độ chuyên môn để thẩm định dự án, thực hiện thủ tục giải phóng mặt bằng, quản lý dự án để đáp ứng được các yêu cầu nhiệm vụ được giao;

- Nâng cao hiệu quả công tác đền bù, hỗ trợ và tái định cư khi Nhà nước thu hồi đất đầu tư dự án; cần công khai hóa và dân chủ hóa các chủ trương, chính sách, quy định liên quan đến phương án đền bù giải phóng mặt bằng để mọi đối tượng liên quan đến đều biết, đồng thuận với chủ trương, chính sách của Nhà nước khi thực hiện thu hồi đất vì mục đích phát triển kinh tế - xã hội. Trong quá trình thực hiện, nếu phát sinh các vướng mắc, lãnh đạo các cấp chính quyền phải trực tiếp đến từng hộ dân để kiểm tra cụ thể, xác định nguyên nhân và có giải pháp xử lý kịp thời, phù hợp, kiên quyết, dứt điểm, không để xảy ra các vấn đề khiếu nại, khiếu kiện tập thể phức tạp; tạo niềm tin của quần chúng đối với chủ trương và chính sách của Nhà nước thông qua giải quyết dứt điểm những khiếu nại của nhân dân, kiên quyết xử lý nghiêm minh các trường hợp lợi dụng chính sách của Nhà nước để trục lợi;

- Hoàn thiện thể chế, quy định pháp luật điều chỉnh trong công tác giải phóng mặt bằng cho phù hợp với thực tiễn áp dụng, đảm bảo hài hòa lợi ích của Nhà nước, nhân dân và hoàn thiện công tác lập kế hoạch giải phóng mặt bằng kết hợp với nâng cao chất lượng nguồn nhân lực thực hiện giải phóng mặt bằng;

- Tăng cường quản lý công tác đấu thầu và chỉ định

thầu. Các dự án thực hiện đấu thầu phải tổ chức công khai, minh bạch, đảm bảo công bằng, cạnh tranh và hiệu quả kinh tế. Bên mời thầu (ban QLDA, chủ đầu tư) và các phòng chuyên môn cần tuân thủ nguyên tắc đánh giá và lựa chọn nhà thầu như: Đánh giá năng lực về kinh nghiệm, kỹ thuật (các công trình đã thực hiện 3 năm gần nhất), khả năng tài chính, máy móc thiết bị thi công; đánh giá các tiêu chí về tiến độ thực hiện, giá dự thầu, tiêu chuẩn chất lượng kỹ thuật sản phẩm, điều kiện hợp đồng… đúng theo quy định của Quy chế đấu thầu và các văn bản pháp quy hiện hành; người chấm thầu cần thực hiện đúng trách nhiệm, tránh dập khuôn, máy móc, cảm tính;

- Tăng cường quản lý công tác quản lý chất lượng công trình xây dựng; tăng cường giám sát, kiểm tra, nghiệm thu công tác khảo sát phải rà soát kỹ hồ sơ và thực tế hiện trường. Trong trường hợp cần thiết, yêu cầu tư vấn khảo sát đo đạc kiểm tra lại để đảm bảo chất lượng hồ sơ khảo sát; yêu cầu đơn vị tư vấn bố trí đủ các cán bộ có năng lực, kinh nghiệm thực hiện khảo sát, thiết kế, xử phạt những hồ sơ thiết kế không đảm bảo chất lượng; nâng cao trách nhiệm của chủ đầu tư trong việc quản lý chất lượng dự án; yêu cầu các tổ chức, cá nhân khi tham gia hoạt động xây dựng phải có đủ điều kiện năng lực, kinh nghiệm theo quy định; chịu trách nhiệm về chất lượng công việc do mình thực hiện theo quy định pháp luật về xây dựng;

- Giải pháp đẩy mạnh giải ngân vốn ĐTXD: Nâng cao vai trò, trách nhiệm người đứng đầu; rà soát việc phân bổ kế hoạch vốn cho các dự án phù hợp với tiến độ thực hiện, bảo đảm trọng tâm, trọng điểm, không dàn trải, manh mún, kéo dài; đảm bảo quyết toán chính xác khối lượng xây lắp thực hiện;

- Nâng cao hiệu quả tổ chức bộ máy quản lý các dự án: Nâng cao năng lực của bộ máy quản lý dự án tại Ban QLDA ĐTXD, các chủ đầu tư nhằm tăng cường về nhân lực, trình độ, năng lực điều hành quản lý về tiến độ thi công, quản lý vốn đầu tư, mức độ hoàn thành nhiệm vụ được giao. Quận cần quan tâm việc phân bổ và bố trí số cán bộ chuyên môn này một cách hợp lý, đảm bảo đủ về số lượng và chất lượng cho từng lĩnh vực đầu tư. Đặc biệt, cần quan tâm thu hút những cán bộ có năng lực, kinh nghiệm trong việc quản lý các dự án lớn;

- Nâng cao năng lực đội ngũ cán bộ làm công tác chuyên môn quản lý dự án, đội ngũ tư vấn thiết kế và tư vấn giám sát: Xây dựng đội ngũ tư vấn có trình độ chuyên môn nghiệp vụ, có chính sách đãi ngộ hợp lý, tăng chi phí cho tư vấn để khuyến khích các kỹ sư có năng lực và thâm niên cao, đồng thời cần lựa chọn kỹ đội ngũ tư vấn giám sát xây dựng công trình, có hợp đồng trách nhiệm và xử lý nghiêm những cá nhân và tập thể vi phạm quy định; kiên quyết loại bỏ triệt để những đơn vị tư vấn không đáp ứng được yêu cầu, cán bộ tư vấn không đủ năng lực, những cá nhân vi phạm không thực hiện đúng các quy định, giám sát không chặt chẽ, thông đồng trong thi công công trình.

4. KẾT LUẬN

Quản lý các dự án đầu tư bằng nguồn vốn NSNN có một vai trò đặc biệt quan trọng, góp phần vào thực hiện thắng lợi các mục tiêu phát triển kinh tế - xã hội địa phương. Từ thực trạng công tác quản lý các dự án ĐTXD bằng nguồn vốn NSNN trên địa bàn quận Đồ Sơn, TP. Hải Phòng trong thời gian qua, bài báo đã tóm lược những tồn tại, hạn chế của công tác này, kết hợp với 4 định hướng nhằm hoàn thiện công tác QLDA ĐTXD bằng nguồn vốn NSNN trên địa bàn quận, nhóm tác giả đã nêu ra 10 giải pháp nhằm hoàn thiện công tác QLDA ĐTXD sử dụng vốn NSNN. Các giải pháp đưa ra đều phù hợp với định hướng chung và có tính khả thi cao, việc thực hiện sẽ góp phần nâng cao hiệu quả QLDA ĐTXD bằng NSNN trên địa bàn một đơn vị hành chính cấp quận cụ thể.

Tài liệu tham khảo

[1]. Phòng Quản lý đô thị quận Đồ Sơn, TP. Hải Phòng, *Báo cáo tổng hợp số liệu định kỳ*.

[2]. Báo cáo số 173/BC-UBND ngày 14/4/2023 của UBND quận Đồ Sơn, *Kết quả thực hiện, khó khăn vướng mắc trong quản lý phát triển đô thị và hạ tầng kỹ thuật đô thị*.

[3]. *Chương trình hành động số 01-CTr/QU ngày 28/8/2020 của Quận ủy Đồ Sơn về Thực hiện Nghị quyết Đại hội đại biểu Đảng bộ quận lần thứ XXV, nhiệm kỳ 2020 - 2025*.

[4]. *Báo cáo số 268-BC/QU ngày 07/7/2023 của Quận ủy Đồ Sơn báo cáo sơ kết giữa nhiệm kỳ kết quả thực hiện Nghị quyết Đại hội lần thứ XXV Đảng bộ quận, nhiệm kỳ 2020 - 2025*.

Ngày nhận bài: 20/9/2023
Ngày chấp nhận đăng: 06/10/2023
Người phản biện: TS. Phạm Quốc Hoàn
TS. Vũ Hữu Trường

Nghiên cứu thực trạng và giải pháp nâng cao khả năng tiếp cận các trạm dừng xe buýt tại TP. Hồ Chí Minh

■ **ThS. HUỲNH THỊ THÚY KIỀU**
Phân hiệu tại TP. Hồ Chí Minh, Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: kieuhtt_ph@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Phát triển GTVT công cộng theo hướng bền vững là xu hướng chính của các dự án nghiên cứu về giao thông công cộng và việc khả năng tiếp cận các trạm dừng cũng là một vấn đề quan trọng góp phần trong việc nâng cao hiệu quả sử dụng dịch vụ vận tải hành khách công cộng. Do đó, tác giả tiến hành nghiên cứu về những hiện trạng, tìm hiểu những bất cập trong việc tiếp cận trạm dừng xe buýt ở TP. Hồ Chí Minh về các vấn đề như: Cơ sở vật chất kỹ thuật, tổ chức vận tải, vấn đề an ninh an toàn khi tiếp cận..., từ đó đề xuất các giải pháp nâng cao khả năng tiếp cận đến các trạm dừng xe buýt ở TP. Hồ Chí Minh. Nhưng cần lưu ý rằng, nghiên cứu này có hạn chế về mẫu không đại diện và cần thêm nghiên cứu để xác nhận và mở rộng kết quả.

TỪ KHÓA: Vận tải hành khách công cộng, trạm dừng xe buýt, khả năng tiếp cận trạm dừng xe buýt, phát triển giao thông công cộng bền vững, nhà chờ xe buýt.

ABSTRACT: The development of sustainable public transportation is the main trend in public transportation research projects and improving access to bus stops is also an important factor in enhancing the efficiency of public passenger transportation services. Therefore, the author conducted a study on the current situation, investigated shortcomings in accessing bus stops in Ho Chi Minh City, including issues related to technical infrastructure, transportation organization, safety and security concerns when accessing these bus stops, and proposed solutions to improve access to bus stops in Ho Chi Minh City. However, it should be noted that this research has limitations in terms of non-representative samples and further research is needed to confirm and expand upon the results.

KEYWORDS: Public passenger transportation, bus stops, accessibility to bus stops, sustainable public transportation development, bus shelters.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh phát triển xã hội, việc xây dựng hệ thống giao thông công cộng bền vững trở thành một ưu tiên quan trọng. Tuy hiện nay xe buýt là phương tiện vận chuyển công cộng chính ở TP. Hồ Chí Minh, nhưng chất lượng dịch vụ và tiếp cận đến các trạm dừng xe buýt vẫn còn rất kém so với các nước phát triển. Tình trạng này gây ra sự phát triển không đáng kể về hạ tầng giao thông đường bộ và phương tiện vận tải hành khách, không đáp ứng đủ nhu cầu di chuyển của người dân, dẫn đến sự gia tăng sử dụng phương tiện cá nhân. Để thúc đẩy sự chuyển đổi từ phương tiện cá nhân sang phương tiện công cộng, việc cải thiện khả năng tiếp cận các trạm dừng xe buýt là một vấn đề quan trọng. Vì vậy, tác giả đã tiến hành tìm hiểu thực trạng về khả năng tiếp cận trạm dừng xe buýt tại TP. Hồ Chí Minh và đề xuất các giải pháp nhằm tăng cường khả năng tiếp cận và cải thiện hiệu suất của dịch vụ vận tải công cộng bằng xe buýt.

2. HIỆN TRẠNG TIẾP CẬN CÁC TRẠM DỪNG VẬN TẢI HÀNG KHÁCH CÔNG CỘNG BẰNG XE BUÝT Ở TP. HỒ CHÍ MINH

2.1. Hiện trạng mạng lưới tuyến và cơ sở hạ tầng

Dựa trên thống kê về các tuyến xe buýt thực tế hoạt động tính đến cuối năm 2022, có tổng cộng 116 tuyến xe buýt hoạt động trong thành phố, trong đó có 91 tuyến xe buýt được hỗ trợ và 25 tuyến xe buýt không được hỗ trợ. Thống kê số liệu các tuyến xe buýt 6 năm gần đây cho thấy, số lượng các tuyến xe buýt có xu hướng giảm dần trong 6 năm trở lại đây.

Bảng 2.1. Thống kê mạng lưới tuyến xe buýt tại TP. Hồ Chí Minh

STT	Loại		2017	2018	2019	2020	2021	10/2022
1	Trợ giá	Nội thành	106	105	100	90	90	91
2	Không trợ giá	Nội thành	14	14	12	11	7	7
		Liên tỉnh	26	26	27	26	24	18
		Tổng cộng	40	40	39	37	31	25
Tổng cộng		Nội thành	120	119	112	101	97	98
		Liên tỉnh	26	26	27	26	24	18
		Tổng cộng	146	145	139	127	121	116

Nguồn: Trung tâm Quản lý giao thông công cộng TP. Hồ Chí Minh

Theo Trung tâm Quản lý giao thông công cộng TP. Hồ Chí Minh, hiện đơn vị đang quản lý 4.477 vị trí trạm dừng xe buýt, trong đó có 704 nhà chờ, 3.064 trụ dừng, 59 biển treo thông tin xe buýt (số liệu năm 2022), 15 bến bãi do MCPT quản lý, 8 bến bãi do đơn vị khác quản lý, 10 bến bãi sử dụng khuôn viên đơn vị, 9 bãi hậu cần kỹ thuật và 3 trạm nạp CNG. Có 15 vị trí là các ga hành khách dành riêng cho xe buýt, bến bãi do Trung tâm Quản lý Giao thông công cộng quản lý, thuộc Sở GTVT TP. Hồ Chí Minh. Với số lượng trạm dừng như vậy, trong khi diện tích của TP. Hồ Chí Minh là 2.095 km^2 hiện có hơn 3.600 con đường có những tuyến đường đặc thù và thu hút hành khách thì cứ 300 - 700 m sẽ có một trạm dừng xe buýt. Mật độ phân bố và số lượng có thể đáp ứng được nhu cầu tiếp cận và trung chuyển nhưng xét về mặt bằng chung chất lượng và tiêu chuẩn kỹ thuật thì vẫn còn rất nhiều trạm dừng chưa đáp ứng được.

Hình 2.1: Trạm dừng nhà chờ tiêu chuẩn

Hệ thống hạ tầng phục vụ cho phương tiện vận tải hành khách còn rất thiếu, bên cạnh việc hệ thống đường không được mở rộng thì hệ thống các bến bãi, trạm dừng và nhà chờ cũng không được đầu tư đúng mức và bố trí không hợp lý. Do vậy, hiệu quả vận hành của xe buýt đôi bước trở ngại, mức độ thu hút của xe buýt đối với người dân theo đó cũng bị ảnh hưởng.

2.2. Hiện trạng mạng tiếp cận trạm dừng xe buýt ở TP. Hồ Chí Minh

Đánh giá chung về tình hình tiếp cận các trạm dừng xe buýt tại TP. Hồ Chí Minh, ngoài những ưu điển thấy rõ về vấn đề như sự thu hút hành khách ở các trạm dừng khu vực trung tâm, các trạm dừng cũng có đầy đủ tiện ích cho hành khách khi tiếp cận, tiếp cập thông tin trạm dừng và tuyến xe qua các app... thì vẫn tồn đọng một số vấn đề cần lưu tâm sau đây:

- Các tệ nạn xã hội trong quá trình tiếp cận trạm dừng vẫn còn đang tiếp diễn, gây ra những ảnh hưởng xấu đối với phương tiện vận tải hành khách công cộng nói chung và các trạm dừng nói riêng;

- Chưa thực hiện phân cấp các tuyến xe buýt hầu hết các tuyến được xây dựng để kết nối với trung tâm thành phố hoặc kết nối trực tiếp giữa hai khu vực có nhu cầu đi lại cao. Nhược điểm này làm giảm khả năng kết nối các chuyến đi của mạng lưới, làm giảm khả năng tiếp cận trạm dừng tại các vùng ngoại thành;

- Trong khu vực nội đô, các điểm dừng được bố trí tương đối hợp lý (khoảng cách giữa các điểm dừng khoảng 300 - 400 m). Tuy nhiên, tại khu vực ngoại thành, các điểm dừng đỗ bố trí tương đối thưa thớt, khoảng cách giữa các điểm dừng đỗ xa, gây khó khăn cho việc tiếp cận xe buýt của người dân khu vực này;

- Khu vực điểm dừng nhà chờ có thiết kế nền cao, chưa có làn dốc, gờ dẫn hướng để người khuyết tật tiếp cận.

Hình 2.2: Trạm dừng chưa đạt tiêu chuẩn, còn nhiều bất cập

Để thực nghiên cứu rõ hơn về thực trạng khả năng tiếp cận các trạm dừng vận tải hành khách công cộng bằng xe buýt ở TP. Hồ Chí Minh, tác giả đã tiến hành khảo sát hành khách tại các trạm dừng (thu về 629/700 phiếu).

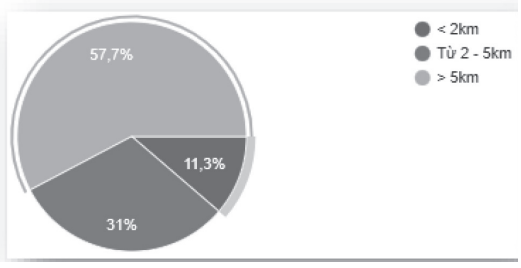
Lượng phiếu thu về này đánh giá được tổng quan thực tế về khả năng tiếp cận của hành khách đối với các trạm dừng xe buýt trên địa bàn TP. Hồ Chí Minh. Kết quả khảo sát về thực trạng tiếp cận trạm dừng xe buýt của hành khách được tác giả thống kê mô tả dưới đây.

Các đối tượng tham gia khảo sát chiếm hơn 81% là học sinh, sinh viên, là những người có tần suất sử dụng xe buýt cao, có độ tuổi 18 - 24. Trong số đó, số lượng hành khách sử dụng xe buýt có sở hữu phương tiện là xe máy cao nhất với 485 xe máy trong tổng số 629 câu trả lời khảo sát. Để đánh giá khả năng tiếp cận trạm dừng xe buýt tại TP. Hồ Chí Minh của hành khách, nhóm khảo sát đã đánh giá thông qua cách nhóm yếu tố như sau:

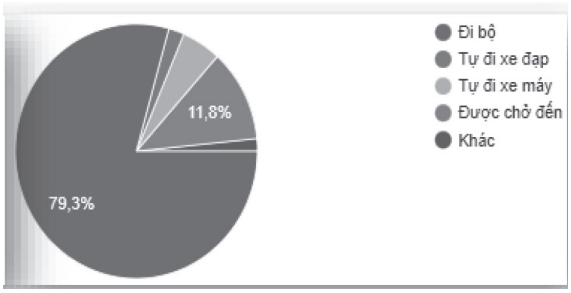
- Điều kiện tổ chức vận tải:

Qua khảo sát, những hành khách sử dụng dịch vụ vận tải hành khách công cộng bằng xe buýt thường đi một mình (chiếm 72%) và hành khách đi bộ đến trạm dừng chiếm số đông với tỷ lệ gần 80%, điều này cho thấy có những bất cập ảnh hưởng nhất định đến hành khách trong quá trình tiếp cận trạm dừng như lý do về sức khỏe khi đi bộ, an toàn khi đi một mình, ảnh hưởng thời tiết khí hậu tại TP. Hồ Chí Minh đến hành khách. Một tỷ lệ khác chiếm gần 60% là hành khách có cự ly di chuyển mỗi chuyến trên 5 km và cự ly dưới 2 km chỉ chiếm 11%.

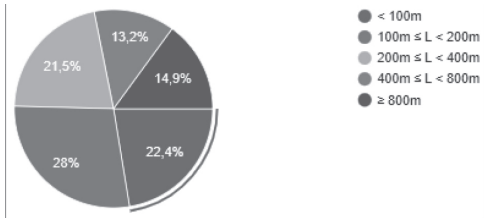
Kết quả khảo sát cho thấy, khoảng cách đi từ nơi xuất phát của hành khách đến trạm dừng xe buýt gần nhất chiếm 28% là từ 100 m đến dưới 200 m và ở chiều ngược lại chiếm gần 30%. Đây là khoảng cách mà người sử dụng dịch vụ vận tải hành khách công cộng bằng xe buýt sẵn sàng đi bộ đến trạm xe buýt để sử dụng dịch vụ, hay nói cách khác khoảng cách này là lý tưởng cho việc tiếp cận trạm dừng. Cũng có một tỷ lệ tương đối trên dưới 15% hành khách trả lời với cự ly tiếp cận đến trạm dừng hơn 800 m. Chỉ có khoảng 7% các trạm dừng có đầy đủ các trụ thông tin về các tuyến xe buýt đi qua trạm dừng nhưng vẫn còn tỷ lệ lớn (40%) các trạm dừng vẫn chưa có nhà chờ, chưa có mái xe và trạm dừng, đường đi bộ đến trạm dừng bị lấn chiếm để buôn bán hoặc sử dụng việc khác.



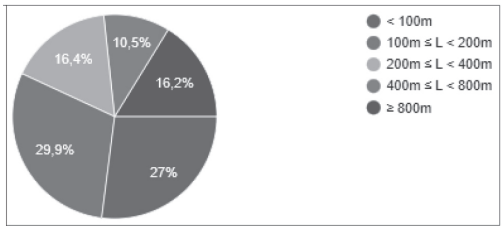
Hình 2.3: Biểu đồ tỷ trọng cự ly di chuyển của hành khách được khảo sát



Hình 2.4: Biểu đồ tỷ trọng phương thức di chuyển đến trạm dừng của hành khách được khảo sát



Hình 2.5: Biểu đồ tỷ trọng cự ly di chuyển từ điểm xuất phát đến trạm dừng xe buýt gần nhất

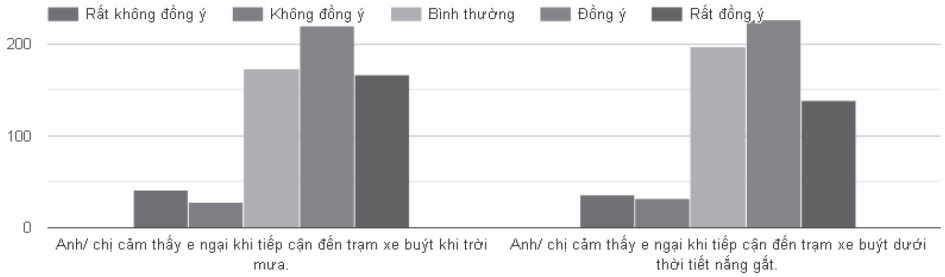


Hình 2.6: Biểu đồ tỷ trọng cự ly di chuyển từ trạm dừng xe buýt đến điểm đến của hàn khách

Do công nghệ thông tin phát triển, mạng 3G, 4G phủ sóng mà người có nhu cầu sử dụng dịch vụ vận tải hành khách công cộng dễ dàng tra cứu được các thông tin liên quan đến trạm xe gần nhất như: Đường đi, khoảng cách đến trạm, thời gian xe đến trạm, tuyến xe nào đi qua trạm..., vì vậy mà gần 70% hành khách trả lời tiếp cận thông tin về trạm dừng xe buýt gần nhất thông qua các ứng dụng (Bus map) trên điện thoại, số ít còn lại là nhờ người chỉ dẫn.

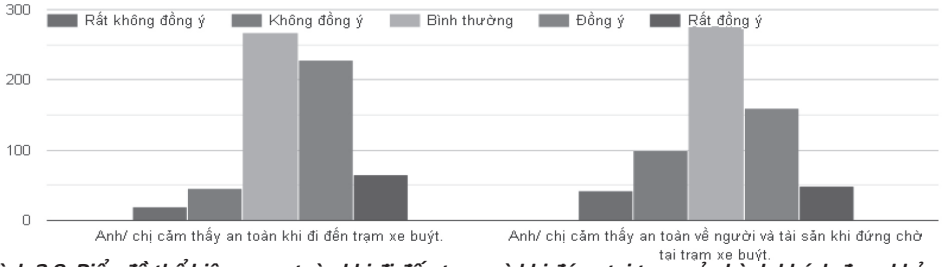
- Điều kiện thời tiết, khí hậu:

Theo kết quả khảo sát, hơn nửa số phiếu chấp nhận đi đến trạm dừng trong điều kiện thời tiết không thuận lợi và được cho biết thêm vì nhu cầu đi lại của hành khách là quan trọng nên nếu thời tiết càng khắc nghiệt thì xe buýt là lựa chọn tuyệt vời nhất, tránh được nắng gắt và mưa. Một số ít không đồng quan điểm vì trạm dừng nơi họ bắt xe thường không có mái che, không có nhà chờ, đi bộ và đứng chờ trong mưa nắng gây mệt mỏi, do đó việc e ngại tiếp cận trạm dừng càng lớn.



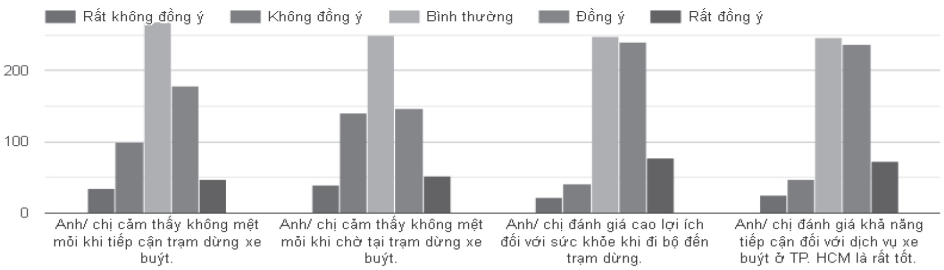
Hình 2.7: Biểu đồ thể hiện sự sẵn sàng di chuyển đến trạm dừng trong điều kiện thời tiết không thuận lợi của hành khách được khảo sát

- Sự an toàn, an ninh khi tiếp cận các trạm dừng: Hầu như mọi người đều không quan tâm về vấn đề an toàn, an ninh khi tiếp cận đến các trạm dừng ở cự ly ngắn và khi đứng chờ tại trạm dừng. Tuy nhiên, tỷ lệ hành khách cảm thấy an toàn vẫn cao hơn tỷ lệ cảm thấy không an toàn. Nhưng cũng có một số ít cho rằng họ cảm thấy nguy hiểm khi tiếp cận các trạm dừng do phải đi dưới lòng đường vì vỉa hè bị lấn chiếm, các trạm về đêm không có đèn chiếu sáng, khoảng cách di chuyển đến trạm xa và thi thoảng vẫn thấy xuất hiện các tệ nạn trên kênh truyền thông.



Hình 2.8: Biểu đồ thể hiện sự an toàn khi đi đến trạm và khi đứng tại trạm của hành khách được khảo sát

- Điều kiện chủ quan, cảm nhận của hành khách: Ngoài những hành khách cảm thấy bình thường thì tỷ lệ giữa cảm nhận mệt hỏi hay không mệt khỏi khi tiếp cận, khi đứng chờ tại các trạm dừng gần như tương đương nhau. Hành khách cũng nhìn nhận được và đánh giá cao những lợi ích về sức khỏe khi đi bộ đến các trạm dừng xe buýt (hơn 50%). Tỷ lệ hành khách trải nghiệm dịch vụ vận tải công cộng bằng xe buýt tại TP. Hồ Chí Minh cho rằng khả năng tiếp cận các trạm dừng xe buýt ở TP. Hồ Chí Minh là tốt do mật độ trạm dừng lớn.



Hình 2.9: Biểu đồ thể hiện các đánh giá của hành khách về nhóm điều kiện chủ quan, cảm nhận được khảo sát

3. ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP NÂNG CAO KHẢ NĂNG TIẾP CẬN CÁC TRẠM DỪNG VẬN TẢI HÀNH KHÁCH CÔNG CỘNG BẰNG XE BUÝT CỦA HÀNH KHÁCH Ở TP. HỒ CHÍ MINH

3.1. Giải pháp về con người

- Giáo dục và tạo thông tin nhằm nâng cao nhận thức: Khuyến khích người dân cần có ý thức bảo vệ vỉa hè, không đậu xe trái nơi quy định, không lấn chiếm lòng đường, từ đó tạo được sự thân thiện với thói quen đi bộ, đi xe đạp công cộng để tiếp cận đến trạm dừng xe buýt một cách dễ dàng, đồng thời giữ môi trường cảnh quan sạch đẹp xung quanh khu vực trạm dừng, bến đỗ xe buýt. Có những hành vi, cử chỉ văn minh, tốt đẹp khi đứng chờ tại trạm, nói không và lên án với các hành động gây mất trật tự tự, an toàn tại điểm đón, trả khách.

- Cung cấp thông tin và giáo dục hành khách về lợi ích của việc sử dụng xe buýt và lợi ích của giao thông công cộng trong việc giảm ô nhiễm không khí và kẹt xe cũng như lợi ích của việc đi bộ tiếp cận trạm dừng.

3.2. Về cơ sở hạ tầng, cơ sở vật chất kỹ thuật

** Kết cấu hạ tầng:*

- Lắp đặt thêm mái che, ghế ngồi ở các trạm dừng vận tải hành khách công cộng có lưu lượng hành khách qua lại đông, giúp giảm sự mệt mỏi khi phải đứng chờ tại các trạm; xây dựng thêm nhà chờ tại các trạm dừng, nâng chất lượng hệ thống các trạm dừng; lắp đặt các biển thông tin điện tử, wifi hỗ trợ hành khách;

- Lắp đặt thêm camera giám sát, đèn chiếu sáng, các báo hiệu liên kết an ninh khu vực gần trạm tại các trạm dừng các đoạn tiếp cận vắng vẻ;

- Bố trí và xây dựng các làn đường ưu tiên cho người đi bộ, hành lang an toàn cho người đi bộ tiếp cận trạm dừng;

- Tổ chức dịch vụ xe đạp công cộng tại các trạm dừng để hành khách có thể dễ dàng tiếp cận các trạm dừng, đặc biệt là hành khách ở xa tiếp cận cũng thuận tiện hơn; phát triển các hệ thống giao thông công cộng tích hợp với các phương tiện khác như xe đạp công cộng, tàu điện ngầm và tàu điện trên cao;

- Bố trí lại các điểm dừng tiếp cận gần với các khu dân cư, các nhà ga đường sắt đô thị, các điểm trông giữ phương tiện cá nhân, bảo đảm cự ly trung chuyển giữa các loại hình dưới 200 m (thời gian đi bộ trung chuyển dưới 5 phút); quan tâm nhiều hơn đến các trạm dừng ở khu vực ngoại ô thành phố.

** Thông tin trạm dừng, tuyến xe kết hợp ứng dụng công nghệ:*

- Bổ sung các thông tin về tuyến đường, các tuyến xe buýt đi qua trạm... ở các trạm dừng vận tải hành khách công cộng bằng xe buýt, việc cung cấp đầy đủ thông tin giúp tăng khả năng tiếp cận các trạm dừng vận tải hành khách công cộng. Đặc biệt, phương thức cung cấp thông tin bằng loa hay bảng chữ cho người khiếm thị hoặc khiếm thính để có thể dễ dàng tiếp cận trạm dừng xe buýt.

- Phổ biến các ứng dụng, trang web cung cấp thông tin về các tuyến xe, trạm dừng cho người dân như: Bus map, Go!Bus, xe-buyt.com... giúp người dân - những người có nhu cầu sử dụng trạm dừng vận tải hành khách bằng xe buýt có thể nắm đầy đủ thông và chính xác về thời gian xe đến, đường đi...

- Ứng dụng công cụ đo lường hiệu suất có tên là Bus Stop Ranking Algorithm (BSRA), được tạo ra trong ứng dụng QGIS Graphical Modeler để tính toán sự hữu ích của trạm dừng trong việc tiếp cận. Công cụ này sẽ giúp xác định ai sống trong khoảng cách đi bộ từ trạm dừng và thời gian mà các trạm dừng có thể đạt được từ các vị trí khác thông qua sử dụng ô tô hoặc xe đạp. Nói theo cách khác, nếu nhiều người sống gần trạm dừng xe buýt hoặc nếu mất nhiều thời gian để đến các điểm đến quan trọng từ trạm dừng so với khoảng cách địa lý, sử dụng ô tô hoặc xe đạp, BSRA sẽ xem xét đó là một bến xe buýt hữu ích. Do đó, nhà nghiên cứu có thể đo lường tính hữu ích của các bến xe buýt hiện có hoặc bến xe buýt đề xuất trong một khu vực chưa khai thác, từ đó nâng cao được khả năng tiếp cận đến các trạm dừng.

Tài liệu tham khảo

[1]. Sở GTVT (2017), *Quyết định số 1025/2017/SGTVT quy định về nội quy khai thác xe buýt trên địa bàn TP. Hồ Chí Minh.*

[2]. Sở GTVT TP. Hồ Chí Minh (2020), *Quyết định số 3998/QĐ-UBND năm 2020 về phê duyệt Đề án Tăng cường vận tải hành khách công cộng kết hợp kiểm soát sử dụng phương tiện cơ giới cá nhân tham gia giao thông trên địa bàn TP. Hồ Chí Minh.*

[3]. Bộ GTVT (2020), *Thông tư số 12/2020/TT-BGTVT Quy định về điểm dừng xe buýt và nhà chờ xe buýt.*

[4]. Sở GTVT TP. Hồ Chí Minh, *Báo cáo hệ thống vận tải hành khách công cộng.*

[5]. Phạm Thị Phương Thúy và cộng sự (2014), *Nghiên cứu hành vi sử dụng xe bus của người dân tại TP. Hồ Chí Minh thông qua mô hình Logit.*

[6]. Bảo Anh, TP. Hồ Chí Minh, *Cám cảnh nhiều trạm xe buýt "xấu xí"*, Báo Tuổi trẻ Thủ đô.

[7]. *Số liệu Trung tâm Quản lý điều hành giao thông đô thị.*

[8]. Gordon Pice (2017), *World's Best Bus*, Viewpoint Vancouver website.

[9]. Hu J, Morais H, Sousa T, Lind M (2016), *Electric vehicle fleet management in smart grids: a review of services, optimization and control aspects*, Renew Sustain Energy.

[10]. Hu J, Morais H, Sousa T, Lind M., *Electric vehicle fleet management in smart grids: a review of services, optimization and control aspects*, Renew Sustain Energy Rev 2016, 56:1207-26. j.rser.2015.12.014.

[11]. J. Allen, L. Eboli, G. Mazzulla, J. de D. Ortúzar (2020), *Effect of critical incidents on public transport satisfaction and loyalty: an Ordinal Probit SEM-MIMIC approach*, Transportation, 47, 827-863, *https://doi.org/10.1007/s11116-018-9921-4.*

Ngày nhận bài: 27/9/2023
Ngày chấp nhận đăng: 10/10/2023
Người phản biện: PGS. TS. Trần Thị Lan Hương
TS. Nguyễn Minh Hiếu

Nghiên cứu đề xuất giải pháp nâng cao năng lực hệ thống giao thông vận tải đường bộ kết nối Cảng Hàng không quốc tế Tân Sơn Nhất

■ **PGS. TS. TRẦN QUANG PHÚ; TS. NGUYỄN VĂN KHOẢNG; ThS. BÙI QUỐC AN(*)**
Trường Đại học Giao thông vận tải TP. Hồ Chí Minh
Email: (*)an.bui@ut.edu.vn

TÓM TẮT: Sân bay quốc tế Tân Sơn Nhất thường xuyên ùn tắc cả bên trong và bên ngoài sân bay nên cần có các giải pháp cải thiện hệ thống GTVT nhằm giảm ùn tắc giao thông, phục vụ phát triển kinh tế - xã hội. Nghiên cứu đã đề xuất các giải pháp nâng cấp hệ thống giao thông nhằm giảm ùn tắc giao thông khu vực. Nhằm tăng cường tính khả thi của phương án, nghiên cứu sử dụng các phần mềm dự báo và mô phỏng nhằm đánh giá tác động và xác định năng lực thông hành hệ thống GTVT khu vực sân bay Tân Sơn Nhất.

TỪ KHÓA: Giao thông kết nối sân bay, sân bay quốc tế Tân Sơn Nhất, năng lực vận tải.

ABSTRACT: Tan Son Nhat International Airport frequently experiences congestion both inside and outside the airport, necessitating improvements in the transportation system to alleviate traffic congestion and support socio-economic development. The research has proposed solutions to upgrade the transportation system in order to reduce traffic congestion. To enhance the feasibility of these proposals, the study utilizes forecasting and simulation to assess the impact and determine the capacity of the transportation system.

KEYWORDS: Airport transport connectivity, Tan Son Nhat International Airport, transport capacity.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tân Sơn Nhất hiện là cảng hàng không có sản lượng vận chuyển cao nhất cả nước, tuy nhiên đang xảy ra tình trạng quá tải cả trong và ngoài sân bay. Hiện nay, tình hình giao thông trên các tuyến đường kết nối vào sân bay Tân Sơn Nhất như đường Trường Sơn, đường Trần Quốc Hoàn, đường Cộng Hòa, các nút giao tại khu vực Công viên Hoàng Văn Thụ đang xảy ra tình trạng ùn tắc nghiêm trọng.

Nguyên nhân chủ yếu gây ra tình trạng ùn tắc giao thông tại khu vực sân bay Tân Sơn Nhất là do lưu lượng từ các hướng Tây Bắc, Đông Bắc, từ trung tâm TP. Hồ Chí Minh đổ vào các tuyến đường trong khu vực này rất lớn và lưu lượng giao thông ra vào sân bay không ngừng gia tăng.

Với mục tiêu nâng cấp, mở rộng sân bay Tân Sơn Nhất trong thời gian tới, tình hình ùn tắc giao thông trên các tuyến đường trục chính tiếp cận sân bay sẽ diễn ra nghiêm trọng và phức tạp hơn. Vì vậy, nghiên cứu đề xuất giải pháp nâng các năng lực hệ thống giao thông đường bộ đường kết nối vào sân bay Tân Sơn Nhất là hết sức cần thiết.

2. TỔNG QUAN HIỆN TRẠNG GTVT KHU VỰC SÂN BAY QUỐC TẾ TÂN SƠN NHẤT

Cảng Hàng không quốc tế Tân Sơn Nhất hiện là cảng hàng không nhộn nhịp nhất và có sản lượng vận chuyển cao nhất cả nước. Tiêu chuẩn năng lực hành khách thông qua tại sân bay Tân Sơn Nhất là 28 triệu hành khách/năm. Năm 2019, tổng sản lượng hành khách qua cảng đã đạt hơn 41 triệu người, vượt công suất thiết kế 46%. Năm 2022, tổng sản lượng hành khách qua cảng đạt 34 triệu người/năm, vượt công suất thiết kế 21%.

- Sân bay quốc tế Tân Sơn Nhất hiện đang trong tình trạng quá tải và ùn tắc ở mọi mặt:

+ Ùn tắc nhà ga: Tình trạng trễ chuyến bay, không đủ chỗ làm thủ tục bay dẫn đến chờ đợi.

+ Ùn tắc trên không: Tần suất chuyến bay thấp, điều hành bay, bãi đáp, bãi đỗ, đường lăn thiếu.

+ Ùn tắc đường (ngoài sân bay): Đường Trường Sơn, Hồng Hà là trục chính kết nối với các nhà ga tại sân bay nhưng hiện tại lưu lượng giao thông quá cảnh chiếm phần lớn.

Nguyên nhân chủ yếu gây ra tình trạng ùn tắc giao thông tại khu vực sân bay Tân Sơn Nhất là vì lưu lượng từ các hướng Tây Bắc, Đông Bắc, từ trung tâm TP. Hồ Chí Minh đổ vào các tuyến đường trong khu vực này là rất lớn, cộng với lưu lượng các phương tiện giao thông ra vào sân bay không ngừng gia tăng.

Với mục tiêu nâng cấp, mở rộng sân bay Tân Sơn Nhất trong thời gian tới, tình hình ùn tắc giao thông trên các tuyến đường trục chính tiếp cận sân bay sẽ diễn ra nghiêm trọng và phức tạp hơn. Vì vậy, việc đầu tư nâng cấp hệ thống hạ tầng giao thông tiếp cận sân bay hiện nay là rất cần thiết và có ý nghĩa to lớn đối với giao thông toàn thành phố.

3. PHƯƠNG ÁN QUY HOẠCH GTVT KHU VỰC SÂN BAY TÂN SƠN NHẤT

Đi cùng phương án quy hoạch nhà ga cho sân bay Tân Sơn Nhất là phương án quy hoạch giao thông để hạn chế tình trạng ùn tắc giao thông đã và đang xảy ra. Quy hoạch

giao thông sân bay Tân Sơn Nhất được chia theo ba giai đoạn tương ứng đến các năm quy hoạch 2025 và 2030.

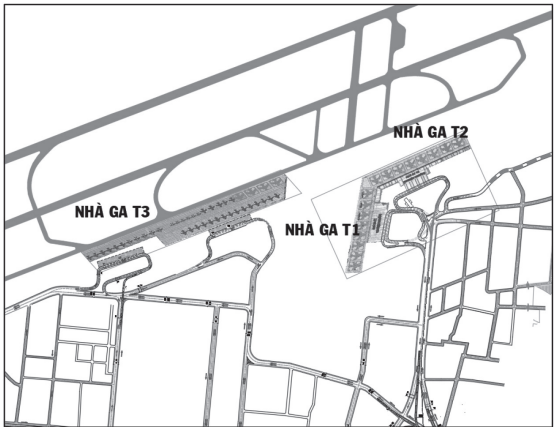
Phương án mở rộng sân bay Tân Sơn Nhất để đạt công suất 45 triệu hành khách/năm:

- Nâng số lượng vị trí bãi đỗ máy bay lên 80 - 85 vị trí;
- Bổ sung thêm một số đường lăn;
- Bổ sung khu dịch vụ, kỹ thuật, nhà để máy bay tại khu đất 30 ha;
- Xây dựng nhà ga ở khu vực phía Nam sân bay hiện hữu với công suất 10 - 15 triệu hành khách/năm;

Nghiên cứu đề xuất nâng cao năng lực hệ thống giao thông khu vực nhằm hạn chế tình trạng ùn tắc giao thông hiện nay, cụ thể:

** Phương án đề xuất 3 nhà ga (T1, T2 hiện hữu, T3 đề xuất xây dựng mới):*

- Mở rộng nhà ga quốc tế (hiện tại 92.000 m^2), tăng công suất hoạt động từ 12 triệu HK/năm lên 17 triệu HK/năm.
- Mở rộng nhà ga quốc nội (hiện tại 40.048 m^2), tăng công suất hoạt động từ 13 triệu HK/năm lên 18 triệu lượt hành khách/năm...
- Xây dựng mới nhà ga T3, với công suất 15 triệu HK/năm.



Hình 3.1: Phương án nhà ga (xây dựng nhà ga mới T3)

3.1. Tổng quan phương án nâng cấp hệ thống GTVT kết nối sân bay

Phương án quy hoạch giao thông để hạn chế tình trạng ùn tắc giao thông đã và đang xảy ra. Quy hoạch giao thông sân bay Tân Sơn Nhất các năm quy hoạch 2025 và 2030:

** Giai đoạn đến năm 2025:*

- Cải tạo giao thông khu vực trước nhà ga hiện hữu;
- Xây đường trên cao trước nhà ga quốc nội với bề rộng B = 16 m tách biệt giao thông đến và đi tại nhà ga;
- Xây dựng hầm kết nối từ nhà ga quốc nội và quốc tế ra đường Hồng Hà với bề rộng B = 16 m giảm giao cắt, dòng chờ cho lưu lượng giao thông sân bay thoát ra;
- Xây dựng nhà ga mới, tổ chức giao thông khu vực trước nhà nhà ga mới và hoàn thiện đường vành đai quanh sân bay.

** Giai đoạn đến năm 2030:*

- Hoàn thiện nhánh kết nối từ đường trên cao số 1 đi sân bay (khu vực công viên Hoàng Văn Thụ);
- Xây dựng cầu vượt Hoàng Hoa Thám kết nối nhà ga T3 mới.

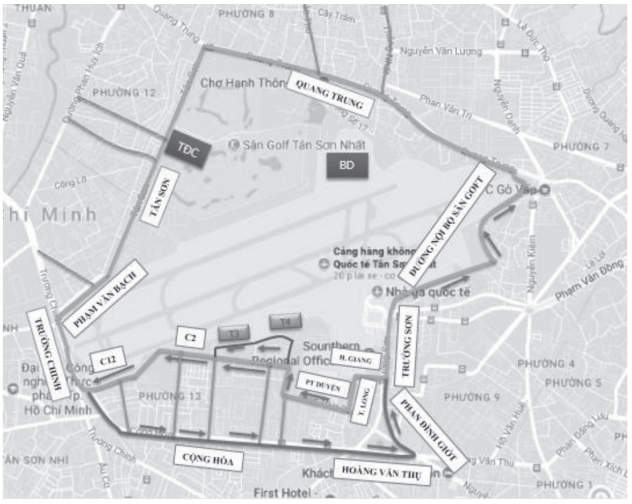
3.2. Phương án nâng cấp hệ thống GTVT đến năm 2025

- Cải tạo nút giao Phan Thúc Duyện - Trần Quốc Hoàn (nút giao khác mức): Xây dựng cầu vượt (1 chiều) Phan Thúc Duyện bắt qua Trần Quốc Hoàn quy mô 2 làn xe với bề rộng B = 7 m, chiều dài L = 380 m, nhằm kết nối Phan Thúc Duyện và nhà ga dự kiến;
- Xây dựng nhà ga mới: Xây dựng nhà ga T3 công suất 15 triệu HK/năm;
- Tổ chức giao thông tại khu vực trước nhà ga dự kiến:

Đường Cộng Hòa khai thác 1 chiều hướng từ Trường Chinh đi Công viên Hoàng Văn Thụ, hướng ngược lại từ Công viên Hoàng Văn Thụ đi Trường Chinh được thay thế bằng đường Phan Thúc Duyện - Đường C2 - Đường C12 với quy mô 7 làn xe (lộ giới 33,5 m); kết hợp với các trục đường xương cá để tăng khả năng kết nối với nhà ga dự kiến.

- Hoàn thiện đường vành đai bao quanh sân bay:

Xây dựng hoàn thiện đường vành đai từ: Nhà ga hiện hữu - Quang Trung - Tân Sơn - Phạm Văn Bạch - Trường Chinh - Cộng Hòa - Hoàng Văn Thụ - Phan Đình Giót - Trường Sơn - Nhà ga hiện hữu.



Hình 3.2: Đường vành đai bao quanh sân bay

3.3. Phương án nâng cấp hệ thống GTVT đến năm 2030

- Hoàn thiện nhánh kết nối từ đường trên cao số 1 đi sân bay, xây dựng cầu vượt Hoàng Hoa Thám kết nối nhà ga T3:

Hoàn thiện nhánh kết nối đường trên cao số 1 (Thủ tướng đã duyệt) từ Cộng Hòa - Trần Quốc Hoàn - Phan Thúc Duyện - Hoàng Văn Thụ, đầu tư xây dựng nhánh N1 kết nối từ đường trên cao số 1 xuống Phan Đình Giót quy mô 2 làn xe với bề rộng B = 9 m; nhánh N2 kết nối từ đường trên cao số 1 xuống cầu vượt Phan Thúc Duyện quy mô 2 làn xe với bề rộng B = 7 m, chiều dài L = 80 m.

- Xây dựng cầu vượt Hoàng Hoa Thám:

Xây dựng cầu vượt Hoàng Hoa Thám kết nối trực tiếp nhà ga T3 quy mô 2 làn xe với bề rộng B = 8 m, chiều dài L = 350 m.

4. ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG VÀ NĂNG LỰC THÔNG HÀNH HỆ THỐNG GTVT KHU VỰC SÂN BAY TÂN SƠN NHẤT

4.1. Đánh giá tình hình giao thông hiện tại của các tuyến đường trong khu vực nghiên cứu

Do dòng giao thông trên các tuyến đường là dòng

hỗn hợp gồm nhiều loại phương tiện giao thông cùng lưu thông ra vào nội đô, đối với điều kiện hạ tầng giao thông của TP. Hồ Chí Minh dự kiến phát triển đến năm 2030 các tuyến đường xung quanh khu vực dự án sẽ thiết kế với tốc độ V = 30, 40, 50 km/h. Mức phục vụ hiện tại của các tuyến đường trong khu vực nghiên cứu được đánh giá theo Tiêu chuẩn TCVN 13592:2022.

Bảng 4.1. Mức độ phục vụ của các tuyến đường năm 2023

Tuyến	Hướng di chuyển		Lưu lượng	Khả năng thông hành (KNTH)	Hệ số sử dụng KNTH	Mức phục vụ (MPV)
Trường Sơn	Công viên HVT	Sân bay	4.750	5.823	0,82	D
	Sân bay	Công viên HVT	5.113	5.823	0,88	D
Trần Quốc Hoàn	Trường Sơn	Hoàng Văn Thụ	6.282	7.279	0,86	D
Cộng Hòa	Trường Chinh	Hoàng Văn Thụ	4.993	5.823	0,86	D
	Hoàng Văn Thụ	Trường Chinh	4.925	5.823	0,85	D
Hoàng Văn Thụ	Công viên HVT	Bình Thạnh	2.593	4.368	0,59	C
	Bình Thạnh	Công viên HVT	2.382	4.368	0,55	C
Hoàng Văn Thụ (1 chiều)	Cộng Hòa	Bình Thạnh	4.913	8.735	0,56	C
Hồng Hà	Trường Sơn	Phạm Văn Đồng	1.911	4.368	0,44	B
Bạch Đằng	Phạm Văn Đồng	Trường Sơn	1.870	4.368	0,43	B
Hoàng Hoa Thám	Cộng Hòa	Nhà ga dự kiến	576	1.294	0,45	B
	Nhà ga dự kiến	Cộng Hòa	455	1.294	0,35	B

Nhận xét:

Từ kết quả đánh giá mức độ phục vụ của các tuyến đường xung quanh dự án theo Tiêu chuẩn TCVN 13592:2022 "Đường đô thị - Yêu cầu thiết kế" cho thấy:

Lưu lượng giao thông các tuyến đường Trường Sơn, Trần Quốc Hoàn, Cộng Hòa, Phan Đình Giót có hệ số sử dụng khả năng thông hành Z = 0,82 - 0,86. Các hệ số này cho thấy mức độ phục vụ của các tuyến đường (D), tuyến sẽ không thể đảm bảo vận tốc và khả năng thông hành thiết kế trong tương lai nếu không có giải pháp giao thông kịp thời. Nguyên nhân là do các tuyến này đảm nhận lưu lượng lớn vào giờ cao điểm.

Những tuyến nghiên cứu còn lại ở mức phục vụ từ A ~ C, đang trong tình trạng đảm nhận tốt vai trò của mình. Nhưng trong tương lai, những tuyến đang ở MPV là C cần quy hoạch và tổ chức giao thông để đảm nhận khả năng thông hành tốt nhất, tuyến có nguy cơ vượt mức trong tương lai như Nguyễn Văn Trỗi, Hoàng Văn Thụ, Hồng Hà, Bạch Đằng...

4.2. Đánh giá tác động và năng lực thông hành hệ thống GTVT khu vực theo phương án đề xuất

- Phân bổ lưu lượng giao thông:

Căn cứ vào giải pháp giao thông giai đoạn đầu tư xây dựng, kết quả đánh giá mức độ phục vụ của các tuyến đường xung quanh sân bay được thể hiện cụ thể như sau:

Bảng 4.2. Mức độ phục vụ của các tuyến đường theo phương án đề xuất

Tuyến	Hướng di chuyển		Tổng lưu lượng	Khả năng thông hành (KNTH)	Hệ số sử dụng KNTH (Z)	Mức phục vụ (MPV)
Trường Sơn	Công Viên HVT	Sân bay	3.917	8.735	0,45	B
	Sân bay	Công Viên HVT	4.216	8.735	0,48	B
Trần Quốc Hoàn	Trường Sơn	Hoàng Văn Thụ	5.685	8.735	0,65	C
Cộng Hòa	Trường Chinh	Hoàng Văn Thụ	6.864	10.191	0,67	C
Phan Đình Giót	Hoàng Văn Thụ	Trường Sơn	4.109	8.735	0,47	B
Hoàng Văn Thụ	Công Viên HVT	Bình Thạnh	3.565	4.368	0,82	D
	Bình Thạnh	Công Viên HVT	3.275	4.368	0,75	C
Hoàng Văn Thụ (1 chiều)	Cộng Hòa	Bình Thạnh	5.067	8.735	0,58	C
Hồng Hà	Trường Sơn	Phạm Văn Đồng	1.973	4.368	0,45	B
Bạch Đằng	Phạm Văn Đồng	Trường Sơn	2.143	4.368	0,49	B
Hoàng Hoa Thám	Cộng Hòa	Nhà ga dự kiến	2.851	7.279	0,39	B

Nhận xét:

Từ kết quả đánh giá mức độ phục vụ (MPV) của các tuyến đường xung quanh dự án theo Tiêu chuẩn TCVN 13592:2022 "Đường đô thị - Yêu cầu thiết kế" cho thấy:

Hầu hết các tuyến đường nghiên cứu đều nằm trong mức độ phục vụ từ A~C là mức độ mà tại đó tuyến đảm nhận tốt khả năng thông hành, đảm bảo dòng ổn định, không xảy ra tình trạng tắc nghẽn, cản trở nào. Một số tuyến đường trục chính như Nguyễn Văn Trỗi, Hoàng Văn Thụ đến giai đoạn 2, 3 đạt mức phục vụ D. Tuy nhiên, do tính chất giao thông TP. Hồ Chí Minh là giao thông cá nhân chủ yếu là xe máy, nên MPV đạt mức D là dòng giao thông vẫn chấp nhận được, bên cạnh đó do khả năng mở rộng đường còn nhiều khó khăn, nghiên cứu đề xuất đầu tư phát triển để tăng khả năng tiếp cận giao thông công cộng tại hai tuyến đường này.

4.3. Đánh giá mức phục vụ phương án đề xuất tại nút qua khả năng thông hành nút giao

Từ số liệu khảo sát giao thông tại nút giao Công viên Hoàng Văn Thụ, cùng tính toán phân tích dự báo lưu lượng giao thông năm quy hoạch 2030 theo từng hướng trên từng mặt cắt. Tương ứng với từng kịch bản phân bổ, tiến hành mô phỏng giao thông và tính toán khả năng thông hành của nút theo từng kịch bản để cho ra kết quả trực quan và cụ thể nhất theo các hướng.

Các chỉ tiêu đánh giá được lựa chọn như đã đề cập ở phần trên, mỗi chỉ tiêu đều được tính toán cho từng loại

phương tiện và có sự so sánh giữa các phương án với nhau. Do trong dòng xe hỗn hợp, xe máy chiếm tỉ lệ tương đối lớn nên các chỉ tiêu đánh giá của xe máy hoặc tổng hợp các loại phương tiện trong dòng xe sẽ có ý nghĩa quyết định khi phân tích.

Bảng 4.3. Đánh giá mức độ phục vụ các hướng đi

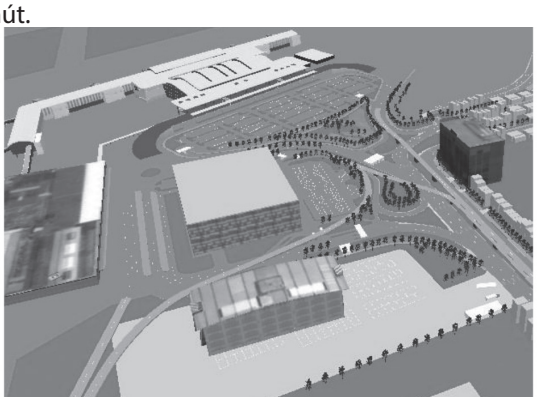
STT	Tên nhánh vào nút	Hướng đi	Độ trễ (s)	Mức độ phục vụ	Chiều dài hàng chờ (m)	
					Trung bình	Max
1	Trần Quốc Hoàn	Phan Thúc Duyện	12,5	B	7,50	16,80
		Hoàng Văn Thụ (Q. Tân Bình)	21,4	C	20,13	43,92
		Hoàng Văn Thụ (Q. trung tâm)	31,8	C	21,16	55,74
		Bùi Thị Xuân	18,7	B	21,07	79,72
2	Cộng Hòa	Hoàng Văn Thụ (Q. Tân Bình)	21,4	C	21,07	79,72
		Hoàng Văn Thụ (Q. trung tâm)	28,5	C	21,07	79,72
		Thăng Long	11,2	B	21,07	79,72
3	Thăng Long	Cộng Hòa	20,2	B	15,46	56,88
		Hoàng Văn Thụ (Q. Tân Bình)	13,7	B	15,46	56,88
		Hoàng Văn Thụ (Q. trung tâm)	15,8	B	15,46	56,88
4	Hoàng Văn Thụ (Q. Tân Bình)	Hoàng Văn Thụ (Q. trung tâm)	27,8	C	25,99	78,84
		Cộng Hòa	25,4	C	25,99	78,84
		Thăng Long	15,8	B	19,35	29,34

Bảng 4.4. Kết quả đánh giá cho các tham số trên mạng lưới GTVT

TT	Tham số	Kết quả
1	Vận tốc đi lại trung bình [km/h]	32,49
2	Thời gian trễ trung bình [s/veh]	27,09
3	Tổng quãng đường di chuyển [km]	86900
4	Tổng thời gian di chuyển [h]	2649,6
5	Tổng thời gian trễ	105
6	Số lượng dừng	3298

- Kết quả đánh giá năng lực thông hành nút giao:

Nghiên cứu đã căn cứ vào tình trạng giao thông hiện tại, các quy hoạch giao thông, quy hoạch đô thị và quy hoạch sử dụng đất trong tương lai để dự báo lưu lượng giao thông thông qua nút. Các chỉ tiêu được căn cứ trên lưu lượng giao thông dự báo, các phương án quy hoạch, bán kính cong và tốc độ thiết kế của dòng giao thông khi vào nút.



Hình 4.1: Mô phỏng hệ thống GTVT khu vực

Nhằm đánh giá tốt tác động giao thông, một số chỉ tiêu giao thông được dùng để đánh giá của mạng lưới giao thông tổng thể của khu vực sau khi hoàn thành dự án. Các chỉ tiêu đánh giá được lựa chọn như đã đề cập trên toàn mạng lưới khu vực như: Vận tốc đi lại trung bình, tổng thời gian di chuyển, thời gian trễ trung bình của mạng giao thông khu vực có thể đáp ứng được nhu cầu lưu lượng trong tương lai. Nhận thấy, kết quả mức phục vụ của mạng lưới ở Mức C vào năm 2030 đã đáp ứng nhu cầu giao thông khu vực.

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã phân tích tổng quan, dựa trên các quy chuẩn, tiêu chuẩn hiện hành, quy hoạch TP. Hồ Chí Minh, kết quả thực hiện khảo sát đếm xe vào các giờ cao điểm tại các tuyến đường khu vực dự án, mô phỏng giao thông và tính toán khả năng thông hành khu vực. Các tác động đến GTVT khi dự án hình thành cho thấy các tuyến đường, nút giao thông nghiên cứu vẫn đảm bảo khả năng phục vụ bên cạnh việc các công trình giao thông công cộng được xây dựng và đưa vào khai thác theo đúng định hướng quy hoạch của TP. Hồ Chí Minh.

Với phương án đề xuất các trục đường kết nối vào sân bay Tân Sơn Nhất đã được đưa ra trong nghiên cứu, tình trạng giao thông sân bay Tân Sơn Nhất sẽ được giải quyết trên diện rộng. Qua nghiên cứu, tính toán từ thực tế đến quy hoạch về giao thông khu vực, nghiên cứu đề xuất giải pháp quy hoạch lại giao thông khu vực Công viên Hoàng Văn Thụ cần được đầu tư thực hiện sớm để đáp ứng lưu lượng giao thông ngày càng tăng nhanh và cải thiện ATGT tại các nút giao thông phức tạp bởi giao cắt giữa các hướng di chuyển.

Tài liệu tham khảo

[1]. Adib Kanafani (2011), *Transport Demand Analysis*, University California, Berkeyley.

[2]. Báo Điện tử Chính phủ (2023), *Sân bay Tân Sơn Nhất chuẩn bị phương án đón trên 130.000 lượt khách mỗi ngày.*

[3]. Chính phủ (2013), *Điều chỉnh Quy hoạch phát triển giao thông vận tải TP. Hồ Chí Minh đến năm 2020 và tầm nhìn sau năm 2020 (658/QĐ-TTg).*

[4]. Tiêu chuẩn Việt Nam (2022), *TCXDVN 13592:2022 - Đường đô thị, tiêu chuẩn thiết kế.*

Ngày nhận bài: 11/10/2023
Ngày chấp nhận đăng: 27/10/2023
Người phản biện: TS. Vương Thị Thùy Dương
TS. Trần Thị Quỳnh Như

Sự cần thiết phải áp dụng phương pháp đánh giá kinh tế mở rộng đối với hoạt động vận tải hành khách của tuyến đường sắt phục vụ an sinh xã hội ở Việt Nam

■ **PGS. TS. LÊ QUÂN**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: lequan@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Đường sắt là ngành vận tải khối lượng lớn đòi hỏi dòng tài chính cho việc xây dựng và duy trì hoạt động lớn, thời gian hoàn vốn lâu nên khó thu hút các nhà đầu tư theo hình thức xã hội hóa. Tuyến đường sắt vận tải hành khách (VTHK) phục vụ an sinh xã hội (ASXH) là những tuyến đường "theo cơ chế thị trường khó có khả năng bù đắp chi phí" nhưng vẫn cần duy trì để "bảo đảm vì lợi ích chung" (Luật Đường sắt Việt Nam 2017, Điều 58 khoản 2). Chính vì vậy, cần nhìn nhận, đánh giá hoạt động VTHK của tuyến không đơn thuần dựa trên các chỉ tiêu tài chính mà còn cả các yếu tố khác, tức là cần áp dụng phương pháp đánh giá khác.

TỪ KHÓA: Phương pháp kinh tế mở rộng, an sinh xã hội, đường sắt Việt Nam.

ABSTRACT: Railways are a large - volume transport industry that requires large financial flows for construction and mantenance of operations and a long payback period, making it difficult to attract investors in the from of socialization. Passanger railways serving social sercurity are routes that "according to market mechanisms, it is difficult to offset cost" but still need to be maintained to "ensure the benefits of general" (Vietnam Railway Low 2017, Article 58, Clause 2). Therefore, it is necessary to recognize and evaluate the raiway's passenger transport activities not simply based on financial indicators but also other factors, that is, it is necessary to apply other deception methods.

KEYWORDS: Expanded economic method, social security, Vietnam raiways.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tuyến đường sắt được coi là "xương sống" trong hệ thống GTVT của địa phương/vùng chịu tác động. VTHK bằng đường sắt có độ an toàn cao, tương đối tiện nghi, thoải mái, có thể hoạt động trong các điều kiện thời tiết khác nhau không phụ thuộc thời gian. Tuy nhiên, do đặc thù vận tải khối lượng lớn, dịch vụ bán trước, khó có khả năng thay đổi linh hoạt với biến động luồng khách và chi phí phục vụ cho tuyến đường và đoàn tàu khách lớn nên chi phí vận tải đơn vị tính cho một hành khách cao. Trong nền kinh tế thị trường, khi doanh nghiệp vận tải đường sắt (VTĐS) phải tự chủ tài chính thì vấn đề sống còn là phải đánh giá hoạt động của tuyến, xem xét mức độ lỗ/lãi để quyết định phương án chạy tàu khách, dẫn đến tình trạng để cắt lỗ doanh nghiệp buộc phải giảm/dừng chạy tàu khách.

VTHK bằng đường sắt không chỉ mang lại lợi ích trực tiếp phục vụ nhu cầu đi lại sinh hoạt, giao lưu và thương mại của người dân, tạo công ăn việc làm cho người lao động trong ngành Đường sắt (tác động trực tiếp) mà còn góp phần thay đổi cơ cấu kinh tế, thay đổi nhu cầu và giá trị bất động sản, tác động tới cơ cấu và nhu cầu lao động, hợp lý hóa quá trình sản xuất cùng nhiều yếu tố khác (tác động gián tiếp). Như vậy, rõ ràng là đánh giá hoạt động của tuyến đường sắt VTHK chỉ dựa trên các chỉ tiêu tài chính và những chỉ tiêu nội tại của ngành không phản ánh đúng bản chất vì cần đánh giá tổng thể, rà soát những khía cạnh khác nhau trong việc đảm bảo phục vụ nhu cầu người dân, mang lại hiệu quả kinh tế cho doanh nghiệp và ngành Đường sắt, thực hiện các nghĩa vụ tài chính đối với Nhà nước theo quy định, đặc biệt là còn phải chỉ ra những tác động gián tiếp của VTHK trên tuyến đối với vùng thu hút.

Đánh giá kinh tế mở rộng được hiểu là phương pháp đánh giá tổng thể tác động (trực tiếp và gián tiếp) do hoạt động VTHK của tuyến đường sắt gây ra đối với vùng thu hút. Việc đánh giá kinh tế mở rộng có ý nghĩa quan trọng trong việc lượng hóa các tác động kinh tế dài hạn và gián tiếp từ hoạt động VTHK của tuyến đối với vùng chịu tác động để quyết định phương án chạy tàu trong cơ chế hiện nay.

2. SỰ CẦN THIẾT PHẢI ÁP DỤNG ĐÁNH GIÁ KINH TẾ MỞ RỘNG ĐỐI VỚI HOẠT ĐỘNG CỦA TUYẾN ĐƯỜNG SẮT VTHK PHỤC VỤ ASXH

2.1. Lý do khách quan

Phương pháp Đánh giá kinh tế mở rộng đã được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực đầu tư xây dựng hạ tầng giao thông đường sắt/4/từ những năm đầu thế kỷ 21. Kết quả nổi bật khi áp dụng đánh giá kinh tế mở rộng dự án đầu tư hạ tầng giao thông là đưa ra được quy trình và mô hình đánh giá phù hợp đặc thù quốc gia, từ đó lượng hóa được các chỉ tiêu gián tiếp phục vụ việc ra quyết định đầu tư, bảo đảm hài hòa lợi ích nhà đầu tư - người thụ hưởng và xã

hội theo hướng phát triển bền vững và bảo vệ môi trường. Các trường hợp điển hình có thể dẫn chứng:

- Đánh giá đầu tư hệ thống đường sắt nhẹ ở nước Anh: Tác giả Knowles và Ferbrach (2016) cho thấy tác động kinh tế mở rộng cụ thể là tăng khả năng tiếp cận các vùng khó khăn nhằm thúc đẩy kinh tế vùng; giảm thiểu ô nhiễm và TNGT; kích thích đầu tư, mở rộng vùng thu hút; hợp lý hóa sử dụng đất, tăng giá trị đất đai và tài sản. Đầu tư đường sắt nhẹ đô thị giúp tái tạo khu vực kinh doanh trung tâm; tăng nhu cầu lao động và giá trị bất động sản;

- Đánh giá đầu tư hệ thống đường sắt cao tốc ở châu Âu: Tác động kinh tế mở rộng thể hiện cụ thể ở 3 khía cạnh: Tăng khả năng cạnh tranh về kinh tế ở các hành lang tuyến đường sắt đi qua; thay đổi sức mạnh thị trường thông qua khả năng tích tụ; tác động tới thị trường lao động (Vickerman - 2016);

- Bằng đánh giá kinh tế mở rộng thông qua chỉ số tích tụ việc làm do thay đổi mật độ lao động, tác giả Hensher (2012) cho thấy lợi ích của dự án đường sắt North-West Rail Link ở Sydney (Úc) cao hơn 17,6% so với phương pháp đánh giá lợi ích trực tiếp thông thường.

Như vậy có thể nhận thấy, đánh giá kinh tế mở rộng không còn xa lạ với các nước phát triển. Tuy nhiên, phương pháp này mới chỉ áp dụng để đánh giá dự án đầu tư xây dựng hạ tầng giao thông và chưa được xem xét một cách kỹ lưỡng và đầy đủ tại các nước đang phát triển, trong đó có Việt Nam (nhận định được World Bank đưa ra trong báo cáo 2016). Mặt khác, khó khăn khi lựa chọn mô hình đánh giá phù hợp với đặc thù kinh tế do có nhiều yếu tố bất định, các dịch vụ trung gian phát triển quá nhanh cũng là những trở ngại khi áp dụng đánh giá Kinh tế mở rộng, hạn chế độ chính xác của phương pháp.

2.2. Lý do chủ quan

** Đặc thù của tuyến đường sắt phục vụ ASXH:*

Khái niệm tuyến đường sắt VTHK phục vụ ASXH cho thấy là không thể đảm bảo về mặt tài chính nhưng cần thiết phải hoạt động để đảm bảo lợi ích chung. Như vậy, nếu chỉ căn cứ vào đánh giá về mặt tài chính, do một mình doanh nghiệp VTĐS gánh chịu toàn bộ chi phí dựa trên doanh thu VTHK, không được hỗ trợ của Nhà nước trong khi khó thu hút vốn xã hội hóa thì rất khó để duy trì hoạt động chứ chưa nói đến tăng cường chạy tàu để thỏa mãn nhu cầu ngày càng tăng của xã hội.

* Các chỉ tiêu đánh giá hoạt động tuyến đường sắt VTHK hiện nay mới chỉ liên quan đến lĩnh vực tài chính và kinh tế kỹ thuật phục vụ công tác thống kê phân tích, lập các kế hoạch vận tải, vận dụng và sửa chữa phương tiện, báo cáo phân tích tài chính, cụ thể:

- Các chỉ tiêu đánh giá kết quả sản xuất kinh doanh:

+ Chỉ tiêu số lượng: Số hành khách lên/xuống phương tiện; số hành khách vận chuyển; lượng hành khách luân chuyển; số đoàn tàu khách; số đoàn tàu khách - km;

+ Chỉ tiêu chất lượng: Cự ly vận chuyển bình quân; mật độ vận chuyển hành khách bình quân; số hành khách bình quân trên một toa xe.

- Các chỉ tiêu về lao động bao gồm:

+ Chỉ tiêu số lượng: Số lượng lao động phân theo các tiêu chí thống kê;

+ Chỉ tiêu chất lượng: Kết cấu lao động phân theo các tiêu chí thống kê; năng suất lao động tính theo các phương pháp khác nhau; tiền lương của người lao động;

- Các chỉ tiêu về phương tiện VTHK, bao gồm:

+ Chỉ tiêu về vận dụng, khai thác đầu máy hiện có:

Chỉ tiêu số lượng: Tổng số đầu máy hiện có trong sổ sách phân theo các tổ thống kê; km chạy của đầu máy; Tấn-km tổng trọng;

Chỉ tiêu chất lượng: Thời gian quay vòng đầu máy; hành trình bình quân ngày đầu máy; năng xuất bình quân ngày đầu máy.

+ Chỉ tiêu đánh giá việc vận dụng, khai thác toa xe khách:

Chỉ tiêu số lượng: Tổng số toa xe khách hiện có phân theo trạng thái và kết cấu toa xe; tổng số xe-km khách.

Chỉ tiêu chất lượng: Hệ số sử dụng chỗ ngồi trên các đoàn tàu khách;

- Các chỉ tiêu sửa chữa phương tiện đánh giá số lượng (số phương tiện phân theo trạng thái) và chất lượng (thời gian đỗ đọng, số phương tiện bị phản công) của công tác sửa chữa đầu máy, toa xe khách phục vụ công tác lập kế hoạch vận tải và tài chính.

- Các chỉ tiêu đánh giá hoạt động của ga trên tuyến bao gồm: Số đoàn tàu đón tiễn, tác nghiệp hành khách và kỹ thuật; thời gian tác nghiệp bình quân một đoàn tàu khách và phân tổ theo các yếu tố thời gian cấu thành; số đoàn tàu đón tiễn an toàn và các tai nạn, trở ngại chạy tàu có liên quan; tỷ lệ đoàn tàu đón/gửi đúng giờ, chậm giờ.

- Các chỉ tiêu đánh giá hiệu quả về mặt tài chính của việc VTHK trên tuyến, thể hiện doanh thu từ bán vé hành khách, hành lý bao gửi và từ các dịch vụ kèm theo; các khoản chi phí cho hoạt động VTHK.

Nhận xét khái quát về hệ thống chỉ tiêu đánh giá hoạt động VTHK trên tuyến đường sắt hiện tại cho thấy:

- Hoạt động của hệ thống VTHK bằng đường sắt rất phức tạp, thống nhất và có sự tham gia chặt chẽ, tương tác lẫn nhau của nhiều phân hệ. Đánh giá hoạt động của hệ thống, do đó cần bao quát toàn bộ các yếu tố cấu thành hoạt động của hệ thống;

- Hệ thống chỉ tiêu hiện tại được cấu trúc khoa học và chặt chẽ, theo mô hình phân cấp từ cụ thể đến tổng quát, từ phân hệ đến toàn bộ hệ thống và đánh giá cả về mặt số lượng và chất lượng của đối tượng;

- Bên cạnh chỉ tiêu đánh giá kết quả sản xuất và sử dụng trang thiết bị vận tải cũng có cả các chỉ tiêu đánh giá kết quả kinh doanh VTHK phục vụ phân tích, quản lý và lập kế hoạch tài chính của doanh nghiệp VTĐS;

- Hệ thống chỉ tiêu được trình bày khoa học, đầy đủ về tên gọi, đơn vị tính, công thức tính, ý nghĩa, phương pháp thu thập số liệu tính toán và biểu mẫu thống kê nhằm thống nhất trong toàn ngành và từng đơn vị doanh nghiệp;

- Hạn chế lớn nhất của hệ thống chỉ tiêu hiện tại là chưa thể hiện được đặc thù, đặc biệt là yếu tố "phục vụ xã hội" của hoạt động VTHK trên tuyến;

- Hệ thống chỉ tiêu, về cơ bản vẫn chỉ đánh giá hoạt động của tuyến theo góc độ tài chính và vận dụng, yếu tố

tác động đến môi trường, xã hội, cơ cấu kinh tế..., hay nói rộng hơn là các yếu tố "kinh tế mở rộng" chưa được thể hiện và phản ánh đầy đủ;

Nhóm nghiên cứu và tác giả trong/2/và/3/đề xuất Hệ thống tiêu chuẩn đánh giá tuyến đường sắt VTHK phục vụ ASXH. Mặc dù vậy, tiêu chí đề xuất chưa kết nối với các chỉ tiêu khác để có thể đánh giá tổng hợp được hoạt động VTHK của tuyến.

** Thực tế điều hành:*

- Từ khi chuyển sang cơ chế Công ty TNHH Nhà nước MTV và hiện nay là Công ty CP VTĐS Hà Nội, đơn vị đã phải nhiều lần thay đổi Biểu đồ chạy tàu trên ba tuyến Hà Nội - Đồng Đăng, Hà Nội - Quán Triều và Yên Viên - Hạ Long do kết quả VTHK bị lỗ. Điều này làm cho hoạt động VTHK trên tuyến không thường xuyên liên tục, gây khó khăn trong sinh hoạt cho người dân dọc theo tuyến và tác động rất tiêu cực đến đời sống người lao động ngành Đường sắt cùng với gia đình của họ, cụ thể:

+ Trước năm 2018: Các tuyến tổ chức chạy tàu hàng ngày, tùy theo lượng khách thực tế có thể tăng thêm số đôi tàu hoặc nối thêm toa xe vào đoàn tàu chạy các ngày cuối tuần.

+ Năm 2018: Nhu cầu đi lại trên ba tuyến đường sắt nêu trên giảm mạnh vì các tuyến đường bộ cao tốc chạy song song đã hoàn thành và đưa vào khai thác, do vậy để tránh thua lỗ, Công ty CP VTĐS Hà Nội chỉ tổ chức chạy cố định cuối tuần vào các ngày thứ 6, 7 và chủ nhật (1 đôi tàu/ngày) và dịp cao điểm như dịp lễ, tết khi lượng khách đông.

+ Năm 2019, chính quyền các tỉnh có ba tuyến đường sắt chạy qua (Thái Nguyên, Bắc Ninh, Bắc Giang, Lạng Sơn và Quảng Ninh) kiến nghị Bộ GTVT và Tổng công ty ĐSVN tổ chức chạy tàu phục vụ nhân dân nên Công ty CP VTĐS Hà Nội tổ chức chạy đều các ngày trong tuần.

+ Năm 2020: Do doanh thu từ các đoàn tàu không được cải thiện, mức độ thua lỗ vẫn cao nên Công ty chỉ lập các đoàn tàu chạy duy trì tuyến vào các ngày cuối tuần.

+ Năm 2021 đến nay: Dừng hẳn chạy tàu khách khu đoạn trên các tuyến Hà Nội - Quán Triều, Hà Nội - Đồng Đăng và Yên Viên - Hạ Long.

Bảng 2.1. Số liệu cụ thể về số chuyến tàu khách trên 3 tuyến

TT	Tuyến đường	Năm 2017	Năm 2018		Năm 2020		Lỗ (*) 10^3/chuyến
		Chuyến tàu	Chuyến tàu	% so với 2017	Chuyến tàu	% so 2017	
1	Hà Nội - Quán Triều	731	120	16,4	162	22,2	15.110
2	Hà Nội - Đồng Đăng	728	122	16,8	171	23,5	19.636
3	Yên Viên - Hạ Long	728	282	38,7	154	21,2	14.412

Nguồn: Công ty CP VTĐS Hà Nội (*): Tác giả tự tính /3/

- Vì tổ chức chạy tàu khách không đều đặn và liên tục nên nhân dân không chủ động được nhu cầu di chuyển, người lao động trong ngành Đường sắt thu nhập thấp, bấp bênh, trang thiết bị kỹ thuật trên tuyến xuống cấp, không được sử dụng trong khi vẫn phải duy tu bảo dưỡng. Nhận thấy những bất cập đó, ngày 17/7/2020, Phó Thủ tướng Trịnh Đình Dũng đã ký và ban hành Văn bản số 933/TTg-CN "Đồng ý về nguyên tắc các tuyến đường sắt Hà Nội - Đồng Đăng, Hà Nội - Quán Triều và Yên Viên - Hạ Long được Nhà nước hỗ trợ khi thực hiện vận tải phục vụ ASXH", tuy nhiên đến nay vẫn không tổ chức được chạy tàu khách do chưa thống nhất được phương án trợ giá.

Như vậy có thể thấy, nếu chỉ căn cứ vào chỉ tiêu tài chính thì doanh nghiệp đường sắt không thể duy trì chạy tàu do mức độ thua lỗ lớn mà doanh nghiệp khó có thể tự cân đối được. Điều này dẫn đến hệ quả phải dừng chạy tàu khách, đồng nghĩa với việc dừng hoạt động trên tuyến (như Yên Viên - Hạ Long), ảnh hưởng tiêu cực đến việc gìn giữ tài sản nhà nước giao cho ngành Đường sắt cũng như các tác động bất lợi khác.

3. KẾT LUẬN

Hoạt động VTHK trên tuyến đường sắt không chỉ có tác động trực tiếp đến người dân và người lao động trong ngành mà còn có những tác động gián tiếp thúc đẩy kinh tế địa phương, nâng cao đời sống nhân dân trong vùng, từ đó tăng cường năng lực cạnh tranh và củng cố vị thế quốc gia. Do yếu tố có tính đặc thù của VTĐS nên nếu chỉ đánh giá hoạt động VTHK trên tuyến thông qua các chỉ tiêu tài chính và kinh tế - kỹ thuật của ngành (tác động trực tiếp) thì sẽ không thể hiện được hết tầm quan trọng và sự cần thiết phải tổ chức chạy tàu khách. Việc đánh giá phải bao gồm đầy đủ các chỉ tiêu đánh giá tác động gián tiếp như là thay đổi cơ cấu kinh tế, tác động tích tụ đất đai và lao động, cải thiện hệ thống GTVT trong vùng chịu ảnh hưởng.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học GTVT trong Đề tài mã số T2023-KT-010.

Tài liệu tham khảo

[1]. PGS. TS. Lê Quân (2022), *Nghiên cứu sự cần thiết tổ chức chạy tàu và hỗ trợ giá cho tàu khách phục vụ ASXH trên ĐSVN*, Tạp chí GTVT, số tháng 4.

[2]. PGS. TS. Lê Quân (2022), *Hệ thống tiêu chuẩn đánh giá tuyến vận tải (hành khách) đường sắt phục vụ ASXH của Đường sắt Việt Nam*, Tạp chí GTVT, số tháng 7.

[3]. *Nghiên cứu xây dựng tiêu chuẩn tuyến hỗ trợ giá và khung định mức hỗ trợ giá cho các tuyến VTĐS phục vụ ASXH của Đường sắt Việt Nam*, Đề tài NCKH cấp Bộ GTVT năm 2021, mã số DT214026, Chủ nhiệm: PGS. TS. Lê Quân.

[4]. *Nghiên cứu sử dụng phương pháp Đánh giá kinh tế mở rộng để đánh giá tác động kinh tế - xã hội của các dự án phát triển cơ sở hạ tầng, Áp dụng để đánh giá tác động cho dự án đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam*, Đề tài NCKH cấp Bộ GTVT năm 2020, mã số DT203022, Chủ nhiệm: TS. Trương Thị Mỹ Thanh.

Ngày nhận bài: 25/9/2023
Ngày chấp nhận đăng: 14/10/2023
Người phản biện: TS. Nguyễn Tiến Quý
TS. Phạm Anh Tuấn

Mô hình Fuzzy DEMATEL trong đánh giá chuỗi cung ứng nhanh nhạy: Bằng chứng thực nghiệm chuỗi cung ứng nông sản tại TP. Cần Thơ

■ **ThS. NCS. NGUYỄN THỊ LỆ THỦY(*); TS. NGUYỄN HỒNG PHÚC**
ThS. VÕ THỊ KIM CÚC; LƯ THẢO LINH; MÃ DIỆU ÁI
Trường Đại học Cần Thơ
Email: (*)ntlethuy@ctu.edu.vn

TÓM TẮT: Đại dịch Covid-19 đã gây gián đoạn nghiêm trọng trong chuỗi cung ứng nông sản, từ sản xuất, vận chuyển đến tiêu thụ. Nhiều nhà sản xuất đã phải ngừng sản xuất hoặc giảm quy mô, gây khó khăn trong việc đảm bảo nguồn cung cấp nông sản. Từ đó, việc tìm kiếm giải pháp để duy trì chuỗi cung ứng và tăng cường kết nối giữa các bộ phận bên trong, các thành phần trong chuỗi cung ứng là vấn đề hết sức cần thiết. Nghiên cứu sử dụng phương pháp Fuzzy DEMATEL nhằm đánh giá mối quan hệ giữa các tiêu chí. Từ đó, nghiên cứu xác định mức độ quan trọng và mức độ ảnh hưởng của các tiêu chí trong chuỗi cung ứng nhanh nhạy. Một trường hợp nghiên cứu các doanh nghiệp nông sản - thực phẩm tại TP. Cần Thơ được đề xuất thực hiện nhằm nghiên cứu các nhân tố hình thành nên chuỗi cung ứng nhanh nhạy cho nông sản - thực phẩm (trái cây) tại TP. Cần Thơ. Đồng thời, nghiên cứu đã phân tích các tác động giữa các nhân tố, xác định nhân tố quan trọng trong chuỗi cung ứng nhanh nhạy. Kết quả góp phần hoàn thiện chuỗi cung ứng này giúp các doanh nghiệp tăng lợi thế cạnh tranh, thu hút khách hàng, nâng cao khả năng thỏa mãn nhu cầu khách hàng của doanh nghiệp.

TỪ KHÓA: Fuzzy DEMATEL, biểu đồ nhân quả, chuỗi cung ứng nhanh nhạy, chuỗi cung ứng nông sản.

ABSTRACT: The Covid-19 pandemic has caused serious disruptions in the supply chain of agricultural products, from production, transportation, to consumption. Many producers have had to stop production or reduce their scale, making it difficult to secure the supply of agricultural products. Since then, finding solutions to maintain the supply chain agility and strengthen the connection between supply chain partners is a very necessary issue. The study uses Fuzzy DEMATEL method to determines the importance of dimensions in the agile supply chain and evaluate the relationship between them. A case study of agro-food enterprises in Can Tho city was proposed to study the factors that form an agile supply chain for agro-food products (fruits) in Can Tho city. The results contribute to helping businesses increase their competitive advantage, attract customers, and improve their ability to satisfy customer needs.

KEYWORDS: Fuzzy DEMATEL, cause-effect diagram, supply chain agility, agricultural supply chain.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong tình hình kinh tế toàn cầu không ngừng thay đổi, nền kinh tế Việt Nam ngày càng hội nhập để theo kịp khu vực và thế giới. Để làm được điều đó thì doanh nghiệp cần không ngừng phát triển và cạnh tranh ngày một gay gắt hơn. Sự nhanh nhạy của chuỗi cung ứng là yếu tố chính quyết định khả năng cạnh tranh trong môi trường kinh doanh năng động ngày nay, tác động trực tiếp đến khả năng sản xuất và cung cấp các sản phẩm cho khách hàng của họ một cách kịp thời và tiết kiệm chi phí.

Theo Christopher (2000), sự nhanh nhạy của chuỗi cung ứng là khả năng rộng lớn, đa chiều và toàn doanh nghiệp. Vì vậy, để tính nhanh nhạy trong chuỗi cung ứng phát triển cần phải có tìm hiểu nhiều yếu tố khác nhau để đạt được nó hay không là một mục tiêu đầy thách thức. Việc xác định và đánh giá các yếu tố như vậy có tầm quan trọng đặc biệt để hiểu các điều kiện cần thiết của sự nhanh nhạy của chuỗi cung ứng và cung cấp một hướng dẫn để phát triển một chuỗi cung ứng nhanh nhạy phù hợp với tình hình hiện nay. Tuy nhiên, các nghiên cứu về chủ đề này còn rất hạn chế (Blome et.al, 2013).

2. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN

2.1. Phương pháp thu thập số liệu

Trong nghiên cứu này, với mục đích khảo sát mối quan hệ giữa các nhân tố hình thành nên chuỗi cung ứng nhanh nhạy về công ty nông sản chủ yếu các mặt hàng trái cây và thực phẩm được chế biến từ trái cây. Vậy nên, đối tượng khảo sát bao gồm nhà nghiên cứu, cán bộ quản lý, nhân viên có chuyên môn và kinh nghiệm trong hoạt động chuỗi cung ứng của doanh nghiệp (với kinh nghiệm làm việc từ 3 năm trở lên).

Phương pháp khảo sát trực tiếp và gián tiếp được sử dụng trong nghiên cứu thông qua bảng câu hỏi soạn sẵn. Dữ liệu thu thập được sẽ được phân tích bằng cách áp dụng mô hình Fuzzy-DEMATEL.

2.2. Mô hình Fuzzy-DEMATEL

Phương pháp DEMATEL là một phương pháp được xây dựng trên cơ sở lý thuyết đồ thị, phân tích mối quan hệ giữa các yếu tố và giải bài toán bằng phương pháp trực quan. Với cách tiếp cận mô hình hóa cấu trúc này sử dụng dạng đồ thị có hướng, biểu đồ nhân quả để trình bày các mối quan hệ phụ thuộc lẫn nhau và các giá trị của tác động ảnh hưởng giữa các yếu tố. Thông qua phân tích mối quan hệ

trực quan về mức độ giữa các yếu tố, tất cả các yếu tố được chia thành nhóm nguyên nhân và nhóm bị ảnh hưởng.

Lý thuyết tập mờ đã được đề xuất bởi Zadeh (1965). Ý tưởng chính của logic mờ là nắm bắt được sự mơ hồ trong suy nghĩ của con người và thể hiện nó bằng các công cụ toán học thích hợp, dựa trên lý luận về tính chủ quan và không chắc chắn.

Theo đề xuất Zhou et. al. (2011), phương pháp DEMATEL mờ là kết hợp giữa phương pháp logic mờ và phương pháp DEMATEL nhằm phân tích mối quan hệ tương quan ngẫu nhiên các yếu tố, dưới đây là quy trình được đề xuất:

- *Bước 1:* Xác định các tiêu chí hình thành nên chuỗi cung ứng nhanh nhạy về nông sản - thực phẩm về mặt hàng trái cây. Sau khi tìm kiếm và thu thập thông tin về các yếu tố được hình thành, sau đó thực hiện khảo sát để điều tra sự tương tác giữa các yếu tố, bằng cách đánh giá ngôn ngữ về mức độ ảnh hưởng. Các tiêu chí đánh giá được xác định thông qua tài liệu lược khảo, được thể hiện ở *Bảng 2.1.*

Bảng 2.1. Bộ tiêu chí về sự nhanh nhạy của chuỗi cung ứng nông sản - thực phẩm

Khía cạnh	Mô tả	Nguồn tham khảo
Cam kết chiến lược (D1)	- Nhu cầu nhanh nhạy được thừa nhận - Tích hợp sự nhanh nhạy vào bối cảnh chiến lược của chuỗi cung ứng - Cam kết và hỗ trợ của ban quản lý	Tseng et al. (2011) Bottani (2009); Sharifi et al. (1999); Zhang et al. (2000) White et al. (2005)
Cơ sở hạ tầng và cơ chế (D2)	- Hợp tác nội bộ tổ chức, hợp tác giữa các đối tác trong chuỗi cung ứng - Luồng thông tin trong chuỗi cung ứng - Giám sát liên tục chuỗi cung ứng và môi trường kinh doanh - Sử dụng các công nghệ hỗ trợ nhanh nhạy	Braunscheidel et al. (2009); Tseng et al. (2011); Lummus et al. (2005); Sherehiy et al. (2007); Skipper et al. (2009); Agarwal et al. (2007)
Năng lực con người/văn hóa (D3)	- Năng lực quản lý - Năng lực của nhân viên -Tạo ra văn hóa học hỏi và thay đổi	Li et al. (2008); Power et al. (2001); Ngai et al. (2011); Sharifi et al. (1999); Zhang et al. (2000); Sherehiy et al. (2007); Li et al. (2009)

Mức độ quan trọng của các tiêu chí và mức độ đánh giá các nhà cung cấp được thể hiện bằng biến ngôn ngữ. Biến ngôn ngữ được biểu diễn dưới dạng số mờ tam giác *(Bảng 2.2).*

Bảng 2.2. Thang đo sử dụng trong Fuzzy DEMATEL

Mô tả ngôn ngữ	Kí hiệu	Số mờ tam giác
Ảnh hưởng rất mạnh	Very high influence - VH	(0.75;1;1)
Ảnh hưởng mạnh	High influence - H	(0.5;0.75;1)
Ảnh hưởng vừa phải	Medium influence - M	(0.25;0.5;0.75)
Ảnh hưởng nhẹ	Low influence - L	(0;0.25;0.5)
Không ảnh hưởng	No influence - No	(0;0;0.25)

- *Bước 2:* Tổng hợp đánh giá từ khảo sát, sau đó chuyển các đánh giá ngôn ngữ thành các số mờ tam giác. Bởi vậy, giả sử số mờ tam giác là đánh giá mờ mà chuyên gia thứ k đưa ra về mức độ nhân tố i có tác động đến nhân tố j. Sau đó giải mờ bằng phương pháp CFCS và biến chúng thành điểm số thực dựa trên phương trình, thu thập được ma trận quan hệ trực tiếp:

Chuẩn hóa các số mờ:

$$xl_{ij}^k = (l_{ij}^k - \min_{1\le k\le K} l_{ij}^k)/\Delta_{min}^{max} \quad (1) \qquad xm_{ij}^k = (m_{ij}^k - \min_{1\le k\le K} l_{ij}^k)/\Delta_{min}^{max} \quad (2)$$

$$xu_{ij}^k = (u_{ij}^k - \min_{1\le k\le K} l_{ij}^k)/\Delta_{min}^{max} \quad (3) \qquad \text{Trong đó: } \Delta_{min}^{max} = \max u_{ij}^k - \min l_{ij}^k \quad (4)$$

Tính toán giá trị biểu diễn trái và biểu diễn phải đã được chuẩn hóa:

$$xls_{ij}^k = xm_{ij}^k /(1 + xm_{ij}^k - xl_{ij}^k) \quad (5)$$

$$xus_{ij}^k = xu_{ij}^k /(1 + xu_{ij}^k - xm_{ij}^k) \quad (6)$$

Tính tổng giá trị chuẩn hóa:

$$x_{ij}^k = [xls_{ij}^k (1 - xls_{ij}^k) + xus_{ij}^k xus_{ij}^k] /(1 + xus_{ij}^k - xls_{ij}^k) \quad (7)$$

Nhận được giá trị số thực từ k khảo sát:

$$z_{ij}^k = \min l_{ij}^k + x_{ij}^k \Delta_{min}^{max} \quad (8)$$

Các giá trị thực được tổng hợp từ k khảo sát:

$$z_{ij} = \frac{1}{k} (z_{ij}^1 + z_{ij}^2 + z_{ij}^3 + \dots . z_{ij}^k) \quad (9)$$

Đánh giá của chuyên gia nằm dưới dạng ma trận n×n được biểu diễn bởi phương trình (Wu H.Y., 2012):

$$Z^k = \begin{bmatrix} 0 & z_{12}^k & \cdots & z_{1n}^k \\ z_{21}^k & 0 & \cdots & z_{2n}^k \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{n1}^k & z_{n2}^k & \cdots & 0 \end{bmatrix}, \mathrm{k} = 1,2,\dots,\mathrm{K} \quad (10)$$

Chúng ta có thể lấy a_{ij} cho biết tác động trực tiếp của yếu tố i đến yếu tố j và ma trận quan hệ trực tiếp ban đầu A (ma trận trung bình) được xây dựng.

$$A = [z_{ij}]_{n\times n} = \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{K}\sum_{k=1}^{K} a_{12}^k & \cdots & \frac{1}{K}\sum_{k=1}^{K} a_{1n}^k \\ \frac{1}{K}\sum_{k=1}^{K} a_{21}^k & 0 & \cdots & \frac{1}{K}\sum_{k=1}^{K} a_{2n}^k \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{K}\sum_{k=1}^{K} a_{n1}^k & \frac{1}{K}\sum_{k=1}^{K} a_{n2}^k & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad (11)$$

- *Bước 3:* Dựa trên ma trận quan hệ trực tiếp ban đầu thu được ở bước 2, sử dụng công thức để chuẩn hóa ma trận trực tiếp.

$$s = \left(\max (max_{1\le i\le n} \sum_{j=1}^{n} a_{ij}, max_{1\le j\le n} \sum_{i=1}^{n} a_{ij} \right) \quad (12)$$

$$D = [d_{ij}]_{n\times n} = \frac{A}{s}$$

Trong đó: D - Ma trận ban đầu chuẩn hóa; s - Giá trị lớn nhất của tổng các hàng và các cột trong A. Tiếp theo, tính toán tìm ma trận tổng. Do đó, ma trận ảnh hưởng tổng quát T được tính như sau:

$$T = D(I - D)^{-1} \quad (13)$$

Sau đó, tính tổng hàng và cột của ma trận T để tìm mức độ quan trọng ($r_i + c_i$) và mức độ ảnh hưởng ($r_i - c_i$). Khi ($r_i - c_j$) > 0, tổng ảnh hưởng do nhân tố i gây ra lớn hơn tổng ảnh hưởng từ các nhân tố còn lại tới i nên nhân tố i là một nhân tố nguyên nhân, nhân tố i nằm trong "nhóm nguyên nhân", tương tự khi ($r_i - c_j$) < 0, nhân tố i là một nhân tố kết quả, nó thuộc "nhóm bị ảnh hưởng".

$$r = [r_i]_{n\times 1} = [\sum_{j=1}^{n} t_{ij}]_{n\times 1} \quad (14)$$

$$c = [c_j]_{n\times 1} = [\sum_{i=1}^{n} t_{ij}]_{n\times 1} \quad (15)$$

Tính toán ma trận ảnh hưởng ròng và ngưỡng ròng để xem xét mối quan hệ giữa bất kỳ cặp yếu tố nào có thể được xác định rõ ràng từ ma trận ảnh hưởng ròng N, trong đó các phần tử trong N, Net_{ij} có thể được tính từ (Khompatraporn, Charoenchai và Tuanjai Somboonwiwat, 2017):

$$\mathrm{Net_{ij}} = \mathrm{t_{ij}} - \mathrm{t_{ji}} \quad (16)$$

Vẽ biểu đồ quan hệ nguyên nhân - kết quả và thiết lập mô hình cấu trúc của các yếu tố hệ thống sử dụng DEMATEL.

- *Bước 4:* Phân tích cấu trúc của các yếu tố hệ thống dựa trên các chỉ số r_i, c_j, $r_i + c_j$, $r_i - c_j$ và sơ đồ trực quan. Xem xét vị trí của từng yếu tố trong toàn hệ thống, chúng ta có thể tìm ra yếu tố nào có ảnh hưởng nhiều hơn đến hệ thống và điều này có thể chứng minh rất nhiều về hiệu quả của hệ thống nếu những yếu tố này được chú ý đến.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Trong nghiên cứu này, chuỗi cung ứng nông sản - thực phẩm (chủ yếu về mặt hàng trái cây) được khảo sát cho mô hình phân tích. Phiếu khảo sát được thiết kế và gửi đến 17 chuyên gia để thu thập ý kiến về đánh giá mức độ các tiêu chí. Kết quả đánh giá được thể hiện ở *Bảng 3.1* về mặt khía cạnh.

Bảng 3.1. Ma trận đánh giá khía cạnh của người khảo sát 1

	D1	D2	D3
D1	NO	M	H
D2	M	NO	L
D3	M	M	NO

Quy đổi các ma trận của *Bảng 3.1* thành các số mờ tam giác tương ứng dựa vào *Bảng 2.2*.

Bảng 3.2. Ma trận số mờ tam giác

	D1	D2	D3
D1	(0;0;0,25)	(0,25;0,5;0,75)	(0,5;0,75;1)
D2	(0,25;0,5;0,75)	(0;0;0,25)	(0;0,25;0,5)
D3	(0,25;0,5;0,75)	(0,25;0,5;0,75)	(0;0;0,25)

Chuẩn hóa số mờ bằng các công thức (1), (2), (3), (4) ở Chương 2 để xử lý bộ số mờ trong ma trận *Bảng 3.2* và thu được kết quả ở *Bảng 3.3*.

Bảng 3.3 Ma trận số thực khía cạnh của người khảo sát 1

	D1	D2	D3
D1	0,033	0,500	0,733
D2	0,500	0,033	0,267
D3	0,302	0,500	0,033

Áp dụng các công thức trên để xử lý 16 ma trận đánh giá của khía cạnh còn lại.

Dùng công thức (9) để tổng hợp giá trị số thực của 17 chuyên gia khảo sát để thu được ma trận trung bình (A):

Bảng 3.4. Ma trận trung bình các khía cạnh

	D1	D2	D3
D1	0,034	0,689	0,757
D2	0,498	0,034	0,511
D3	0,637	0,668	0,034

Tiến hành chuẩn hóa ma trận trung bình dựa vào công thức (12) để thu được m trận D đã được chuẩn hóa.

Bảng 3.5. Ma trận trung bình các khía cạnh đã chuẩn hóa

	D1	D2	D3
D1	0,022	0,466	0,512
D2	0,336	0,022	0,346
D3	0,430	0,447	0,022

Áp dụng công thức $T = D (I - D)^{-1}$ để có được ma trận quan hệ tổng T. Sử dụng công thức (14), (15) để tính tổng hàng và cột của ma trận T.

Bảng 3.6. Ma trận tổng T

	D1	D2	D3	r
D1	1,975	2,540	2,456	6,971
D2	1,771	1,32	1,894	5,397
D3	2,118	2,366	1,968	6,452
c	5,864	6,638	6,318	

Bảng 3.7. Phân tích mức độ quan trọng và ảnh hưởng của các khía cạnh

Khía cạnh	Ký hiệu	r + c	r - c	Mức độ quan trọng	Mức độ ảnh hưởng
Cam kết chiến lược	**D1**	12,835	1,107	1	1
Cơ sở hạ tầng/cơ chế	**D2**	12,035	-1,241	3	3
Năng lực con người/ văn hóa	**D3**	12,770	0,134	2	2

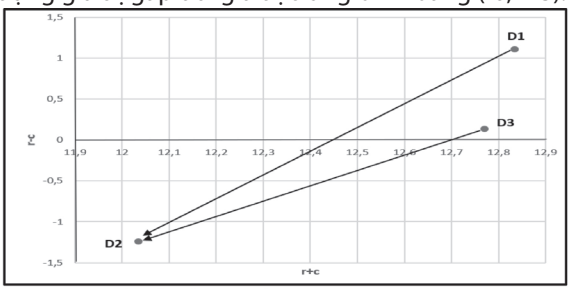
Kết quả giá trị ngưỡng = 2,091.

Dựa vào ma trận T ở *Bảng 3.8* để tính ma trận ảnh hưởng ròng dựa vào công thức (16).

Bảng 3.8. Ma trận ảnh hưởng ròng của khía cạnh

	D1	D2	D3
D1			
D2	-0,769		
D3	-0,338	0,472	

Giá trị ngưỡng ảnh hưởng ròng được tính bằng cách sử dụng giá trị gấp đôi giá trị trung bình bằng (-0,423).



Hình 3.1: Biểu đồ thể hiện mối quan hệ nhân quả của khía cạnh

Kết quả ở *Bảng 3.7* ta được biểu đồ ở *Hình 3.1*, theo đó (r+c) là mức độ quan trọng được biểu diễn trên trục hoành và mức độ ảnh hưởng được thể hiện trục tung (r-c). Trong *Hình 3.1* có khía cạnh cam kết chiến lược (D1), năng lực con người/văn hóa (D3) là khía cạnh nguyên nhân và cơ sở hạ tầng/cơ chế (D2) là khía cạnh kết quả. Trong đó, khía cạnh (D1) có mức độ quan trọng nhất (12,835), tiếp theo là (D2) và sau cùng là khía cạnh (D3). Từ đó có thể thấy, việc cam kết - hoạch định chiến lược và năng lực của con người được xem xét là rất quan trọng đối với sự nhanh nhạy của chuỗi cung ứng.

Dựa theo *Bảng 3.8* kết hợp với *Hình 3.1* cho thấy hai khía cạnh nguyên nhân đều có tác động đến khía cạnh (D2) do các giá trị ảnh hưởng ròng đều nằm trên ngưỡng ảnh hưởng ròng. Điều này ngụ ý rằng cam kết chiến lược đối với tính nhanh nhạy của chuỗi cung ứng là động lực để phát triển và duy trì các cơ chế và cơ sở hạ tầng của chuỗi cung ứng cần thiết để tạo ra một chuỗi cung ứng nhanh nhạy. Ngoài ra, việc phát triển và vận hành hiệu quả các cơ sở hạ tầng và cơ chế này phụ thuộc nhiều vào năng lực con người/văn hóa trong toàn bộ chuỗi cung ứng (Sangari , 2015).

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này sử dụng mô hình tích hợp Fuzzy-DEMATEL để đánh giá sự tác động giữa các tiêu chí. Mô hình cho phép đánh giá trên nhiều tiêu chí khác nhau, đồng thời hạn chế tính chủ quan của người đánh giá.

Bên cạnh những đóng góp đáng kể, nghiên cứu cũng còn một số hạn chế. Khảo sát chỉ được thực hiện trong thời gian ngắn và việc lựa chọn các tiêu chí chủ yếu dựa vào tài liệu lược khảo, do đó các tiêu chí lựa chọn vẫn mang tính chủ quan, chưa được nghiên cứu chuyên sâu. Đây sẽ là tiền đề để thực hiện những nghiên cứu tiếp theo trong việc xem xét các yếu tố hình thành và tác động chuỗi cung ứng nhanh nhạy.

Lời cảm ơn: Đề tài này được tài trợ bởi Trường Đại học Cần Thơ, mã số: T2022-15.

Nghiên cứu sinh Nguyễn Thị Lệ Thủy được tài trợ bởi Chương trình học bổng đào tạo thạc sĩ, tiến sĩ trong nước của Quỹ Đổi mới sáng tạo Vingroup (VINIF), mã số VINIF.2022.TS.129.

Tài liệu tham khảo

[1]. Agarwal, A., Shankar, R., và Tiwari, M. K. (2007), *Modeling agility of supply chain*, Industrial marketing management, 36(4), 443-457.

[2]. Babazadeh, R., và Razmi, J. (2012), *A robust stochastic programming approach for agile and responsive logistics under operational and disruption risks*, International Journal of Logistics Systems and Management, 13(4), 458-482.

[3]. Bottani, E. (2009), *A fuzzy QFD approach to achieve agility*, International journal of production Economics, 119(2), 380-391.

[4]. Blome, C., Schoenherr, T., & Rexhausen, D. (2013), *Antecedents and enablers of supply chain agility and its effect on performance: a dynamic capabilities perspective*, International Journal of Production Research, 51(4), 1295-1318.

[5]. Braunscheidel, M. J. and Suresh, N. C. (2009), *The organizational antecedents of a firm's supply chain agility for risk mitigation and response*, Journal of operations Management, 27(2), 119-140.

[6]. Christopher, M. (2000), *The agile supply chain: competing, in volatile markets*, Industrial Marketing Management, 29(1), 37-44.

[7]. Li, X., Chung, C., Goldsby, T. J. and Holsapple, C. W. (2008), *A unified model of supply chain agility: the work-design perspective*, The International Journal of Logistics Management.

[8]. Li, X., Goldsby, T. J. and Holsapple, C. W. (2009), *Supply chain agility: scale development*, The International Journal of Logistics Management, 20(3), 408-424.

[9]. Ngai, E. W., Chau, D. C. and Chan, T. L. A. (2011), *Information technology, operational and management competencies for supply chain agility: Findings from case studies*, The Journal of Strategic Information Systems, 20(3), 232-249.

[10]. Power, D. J., Sohal, A. S. and Rahman, S. U. (2001), *Critical success factors in agile supply chain management-An empirical study*, International journal of physical distribution and logistics management.

[11]. Sangari, M. S., Razmi, J. and Zolfaghari, S. (2015), *Developing a practical evaluation framework for identifying critical factors to achieve supply chain agility*, Measurement, 62, 205-214.

[12]. Skipper, J. B. and Hanna, J. B. (2009), *Minimizing supply chain disruption risk through enhanced flexibility*, International Journal of Physical Distribution và Logistics Management.

[13]. Sharifi, H. and Zhang, Z. (1999), *A methodology for achieving agility in manufacturing organisations: An introduction*, International journal of production economics, 62(1-2), 7-22.

[14]. Sherehiy, B., Karwowski, W. and Layer, J. K. (2007), *A review of enterprise agility: Concepts, frameworks and attributes*, International Journal of industrial ergonomics, 37(5), 445-460.

[15]. Tseng, Y. H. and Lin, C. T. (2011), *Enhancing enterprise agility by deploying agile drivers, capabilities and providers*, Information Sciences, 181(17), 3693-3708.

[16]. White, A. E. D. M., Daniel, E. M. and Mohdzain, M. (2005), *The role of emergent information technologies và systems in enabling supply chain agility*, International journal of information management, 25(5), 396-410.

[17]. Wu, H. Y. (2012), *Constructing a strategy map for banking institutions with key performance indicators of the balanced scorecard*, Evaluation và program planning, 35(3), 303-320.

[18]. Zadeh, L. A. (1965), *Fuzzy sets*, Information và control, 8(3), 338-353.

[19]. Zhang, Z. and Sharifi, H. (2000), *A methodology for achieving agility in manufacturing organisations*, International Journal of operations và Production management, 20(4), 496-513.

[20]. Zhou, Q., Huang, W. and Zhang, Y. (2011), *Identifying critical success factors in emergency management using a fuzzy DEMATEL method*, Safety science, 49(2), 243-252.

Ngày nhận bài: 17/9/2023
Ngày chấp nhận đăng: 02/10/2023
Người phản biện: TS. Nguyễn Văn Cần
TS. Nguyễn Trường Thi

Nghiên cứu xây dựng tiêu chí, tiêu chuẩn chất lượng dịch vụ sự nghiệp công sử dụng ngân sách nhà nước của Bộ Giao thông vận tải

■ **TS. ĐINH THỊ HẢI YẾN**
Trường Cán bộ Quản lý Giao thông vận tải
Email: haiyendinh879@gmail.com

TÓM TẮT: Quản lý nền tài chính quốc gia nói chung, quản lý ngân sách nhà nước (NSNN) nói riêng là những lĩnh vực đang được các nước, trong đó có Việt Nam dành sự quan tâm. Những điều kiện mới của thời kỳ hội nhập sâu rộng đòi hỏi các ngành, lĩnh vực phải tiếp tục tìm tòi, hoàn thiện cơ chế quản lý, nhất là việc xây dựng tiêu chí, tiêu chuẩn chất lượng dịch vụ công sử dụng NSNN của Bộ GTVT trở thành xu hướng tất yếu trong giai đoạn hiện nay.

TỪ KHÓA: Tiêu chí, tiêu chuẩn, dịch vụ công, chất lượng dịch vụ sự nghiệp công, ngân sách nhà nước.

ABSTRACT: National financial management in general and state budget management in particular are areas that are receiving attention from countries, including Vietnam. The new conditions of the period of deep integration require industries and fields to continue to explore and perfect management mechanisms, especially the development of criteria and standards for public service quality using the budget. The state of the Ministry of Transport has become an inevitable trend in the current period.

KEYWORDS: Criteria and standards, public service, quality of public service, state budget.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đảng và Nhà nước ta đã đẩy mạnh chủ trương: "Đổi mới căn bản, toàn diện và đồng bộ hệ thống các đơn vị sự nghiệp công (SNC) lập, bảo đảm tinh gọn, hoạt động hiệu lực, hiệu quả; giữ vai trò chủ đạo, then chốt trong thị trường; cung ứng dịch vụ SNC cơ bản, thiết yếu có chất lượng ngày càng cao..., thu hút mạnh mẽ các thành phần kinh tế tham gia phát triển dịch vụ SNC" [1]. Trên cơ sở đó, Chính phủ đã ban hành Nghị quyết số 08/NQ-CP ngày 24/01/2018 về Chương trình hành động thực hiện Nghị quyết số 19/NQ-TW, trong đó xác định nhiệm vụ cụ thể để Chính phủ, các bộ chỉ đạo, tổ chức thực hiện như: Đẩy mạnh cung ứng dịch vụ SNC theo cơ chế thị trường, thúc đẩy xã hội hóa dịch vụ SNC... và tiếp đến là Nghị định số 32/2019/NĐ-CP của Chính phủ được ban hành đã quy định giao nhiệm vụ, đặt hàng hoặc đấu thầu cung cấp sản phẩm, dịch vụ công sử dụng NSNN thuộc lĩnh vực quản lý của Bộ GTVT. Điều đó đòi hỏi việc xây dựng tiêu chí, tiêu chuẩn chất lượng dịch vụ SNC sử dụng NSNN của Bộ GTVT là cần thiết.

2. TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG TIÊU CHÍ, TIÊU CHUẨN CHẤT LƯỢNG DỊCH VỤ SNC SỬ DỤNG NSNN CỦA BỘ GTVT

Nghị quyết số 19-NQ/TW đã chỉ rõ: "Xây dựng và hoàn thiện các danh mục dịch vụ SNC sử dụng NSNN theo quan điểm: Đối với các dịch vụ thiết yếu thì Nhà nước bảo đảm kinh phí, đối với các dịch vụ cơ bản thì Nhà nước hỗ trợ kinh phí để thực hiện" và "Đổi mới cơ chế phân bổ nguồn lực, quản lý, cấp phát NSNN. NSNN bảo đảm đầu tư cho các dịch vụ công cơ bản, thiết yếu; bổ sung, hoàn thiện cơ chế, chính sách; đổi mới hệ thống tổ chức và quản lý, nâng cao chất lượng, hiệu quả hoạt động của các đơn vị SNC". Nghị định số 32/2019/NĐ-CP chỉ rõ: "Sản phẩm, dịch vụ công là sản phẩm, dịch vụ thiết yếu đối với đời sống kinh tế - xã hội tổ chức thực hiện trong các lĩnh vực". Nghị định số 120/2020/NĐ-CP của Chính phủ giao trách nhiệm cho các bộ trình Chính phủ ban hành danh mục dịch vụ SNC cơ bản, thiết yếu thuộc ngành, lĩnh vực quản lý. Về cơ chế tài chính tại Nghị định số 60/2021/NĐ-CP quy định:"Dịch vụ SNC sử dụng NSNN là dịch vụ SNC cơ bản, thiết yếu và dịch vụ SNC mang tính đặc thù của một số ngành, lĩnh vực thuộc danh mục do cấp có thẩm quyền ban hành, được Nhà nước bảo đảm kinh phí hoặc hỗ trợ kinh phí để thực hiện" [4]. Triển khai các quy định của Nhà nước đối với các đơn vị cung ứng dịch vụ SNC sử dụng NSNN của Bộ GTVT thời gian qua đã đạt được kết quả sau:

Một là, đã xác định các loại dịch vụ SNC thuộc ngành, lĩnh vực GTVT: (i) Kỹ thuật đường bộ; vận hành khai thác bến phà đường bộ; tiếp nhận, xử lý và truyền phát thông tin an ninh hàng hải; ứng phó sự cố, thiên tai và tìm kiếm cứu nạn hàng hải; kiểm định phương tiện (trừ phương tiện phục vụ cho mục đích quốc phòng, an ninh và tàu cá) và các dịch vụ SNC khác thuộc lĩnh vực QLNN của Bộ GTVT[8]. Hiện nay, Chính phủ đã ban hành Quyết định số 1639/QĐ-TTg ngày 28/12/2022 về danh mục dịch vụ SNC sử dụng NSNN thuộc lĩnh vực Bộ GTVT quản lý, bao gồm hai loại: Dịch vụ SNC thiết yếu (gồm: Xử lý truyền phát thông tin an ninh hàng hải; ứng phó sự cố, thiên tai và tìm kiếm cứu nạn về GTVT; quản lý, bảo trì kết cấu hạ tầng giao thông đường bộ; quản lý, kết cấu hạ tầng giao thông đường thủy nội địa)

và dịch vụ SNC cơ bản (vận hành khai thác bến phà đường bộ). Ngoài lĩnh vực Bộ GTVT quản lý chuyên ngành, Nghị định số 60/2021/NĐ-CP cũng đã quy định phạm vi đối với "Dịch vụ SNC" là dịch vụ sự nghiệp trong các lĩnh vực giáo dục đào tạo; lĩnh vực khoa học và công nghệ. Do đó, để xây dựng ban hành tiêu chí, tiêu chuẩn chất lượng dịch vụ SNC sử dụng NSNN của Bộ GTVT rất cần có những thay đổi cơ chế quản lý phù hợp với từng đơn vị SNC trong những lĩnh vực này.

Hai là, Xây dựng, ban hành tiêu chí, tiêu chuẩn chất lượng dịch vụ SNC sử dụng NSNN thuộc Bộ GTVT: Kể từ khi Nghị định số 32/2019/NĐ-CP được ban hành đã khắc phục "khoảng trống" pháp lý về quản lý đơn vị SNC và bảo đảm sự đồng bộ, thống nhất trong các quy định pháp luật về dịch vụ công với Luật Đầu tư công; Luật Quản lý, sử dụng tài sản công; Luật NSNN; Luật Phí, lệ phí. Cụ thể, cần bổ sung quy định về tiêu chí xác định danh mục dịch vụ SNC sử dụng NSNN và Bộ GTVT đã ban hành được một số tiêu chuẩn kỹ thuật chuyên ngành; định mức kinh tế - kỹ thuật làm cơ sở ban hành đơn giá, giá dịch vụ SNC sử dụng NSNN theo quy định của pháp luật về giá. Bộ đã ban hành tiêu chí kiểm tra, giám sát, nghiệm thu chất lượng dịch vụ SNC bảo đảm an toàn hàng hải [7]; tiêu chí giám sát, nghiệm thu dịch vụ công ích thông tin duyên hải [6] và các quy định về bảo trì công trình đường bộ, hàng hải… Tuy nhiên, bên cạnh kết quả đạt được vẫn còn một số tồn tại cần được quan tâm nghiên cứu hoàn thiện, đó là:

Thứ nhất, Bộ GTVT đã ban hành tiêu chuẩn ngành mà chưa ban hành tiêu chí, lượng hóa bằng thang điểm cụ thể để đánh giá chất lượng dịch vụ SNC sử dụng NSNN. Điều này dẫn đến các đơn vị gặp lúng túng trong quá trình triển khai tự đánh giá chất lượng sản phẩm dịch vụ của đơn vị mình, trong khi đó Bộ GTVT cũng không có cơ sở rõ ràng để thực hiện nghiệm thu đánh giá chất lượng dịch vụ bằng định lượng theo thang điểm số cụ thể, vì vậy chưa có căn cứ pháp lý quy định một cách toàn diện, thống nhất tạo công bằng, minh bạch trong việc đặt hàng, giao nhiệm vụ sản phẩm, dịch vụ SNC sử dụng NSNN của Bộ GTVT. Ở lĩnh vực khác (giáo dục đào tạo, khoa học và công nghệ) cũng như một số lĩnh vực chuyên ngành khác của Bộ GTVT còn thiếu hoặc chưa được ban hành.

Thứ hai, Một số chỉ tiêu còn mang tính chất thống kê qua báo cáo của các cơ quan, đơn vị; chưa cung cấp được nhiều thông tin phục vụ cho việc công khai chất lượng nghiệm thu, đặt hàng của Nhà nước; các chỉ tiêu đánh giá chưa hợp lý, logic, chưa phản ánh được kết quả lượng hóa, chưa gắn với đặc thù mỗi chuyên ngành GTVT… Do đó, không có nhiều ý nghĩa cho việc đánh giá chất lượng dịch vụ của mỗi đơn vị, cũng như hiệu quả quản lý sử dụng NSNN, còn mang nặng cảm tính.

Thứ ba, Hệ thống chỉ tiêu thống kê hiện tại chưa có tính bao quát. Chẳng hạn, chỉ tiêu chất lượng dịch vụ SNC sử dụng NSNN còn phụ thuộc nhiều vào các yếu tố bên ngoài đơn vị như: Đặc điểm loại hình đơn vị; lĩnh vực hoạt động; quy mô hoạt động, cơ chế hoạt động…

Thứ tư, Hệ thống tiêu chí đánh giá chất lượng của đơn vị SNC chưa được thống nhất. Vì vậy, hoạt động giao nhiệm vụ thông qua báo cáo về các chỉ tiêu mang tính cục bộ, không thống nhất giữa các lĩnh vực và ngay cả trong cùng một lĩnh vực chưa được hiểu một cách đầy đủ nhất.

3. GIẢI PHÁP ĐỀ XUẤT XÂY DỰNG TIÊU CHÍ, TIÊU CHUẨN CHẤT LƯỢNG DỊCH VỤ SNC SỬ DỤNG NSNN CỦA BỘ GTVT

Thực hiện mục tiêu cải cách hành chính nhà nước theo Nghị quyết số 76/NQ-CP ngày 15/7/2021 của Chính phủ, trong đó nội dung cải cách tài chính công phải là thay đổi cơ chế tài chính tại đơn vị SNC, xây dựng ban hành tiêu chí, tiêu chuẩn chất lượng dịch vụ SNC sử dụng NSNN thuộc phạm vi quản lý của Bộ GTVT là cần thiết. Trong điều kiện ngân sách còn nhiều hạn chế, ngày càng khó khăn hơn trong khi nhu cầu đầu tư về nguồn lực cho ngành GTVT là rất lớn, do đó Bộ GTVT cần có giải pháp vừa giảm gánh nặng NSNN và phải phù hợp với định hướng phát triển ngành GTVT. Muốn vậy, các tiêu chí, tiêu chuẩn phải đáp ứng các yêu cầu, đó là:

- Đảm bảo tính chuẩn xác và tính khoa học: Tiêu chí, tiêu chuẩn phải được xây dựng một cách có cơ sở khoa học; bảo đảm logic nội tại; bảo đảm sự rõ ràng, mạch lạc.

- Đảm bảo tính toàn diện và tính hệ thống: Tiêu chí, tiêu chuẩn phải bao quát toàn bộ các nội dung của hoạt động đơn vị, hiệu quả quản lý NSNN cũng như phải phản ánh toàn bộ các phương diện từ kết quả về khối lượng, quy mô đến chất lượng, hiệu suất và hiệu quả; vừa phải phục vụ cho quản lý chất lượng dịch vụ SNC của các chủ thể bên ngoài, vừa phục vụ việc quản lý nội bộ Bộ GTVT; vừa mang tính định lượng, vừa mang tính định tính.

- Đảm bảo tính thực tiễn: Tiêu chí, tiêu chuẩn phải phù hợp với thực tiễn có tính đặc thù của ngành GTVT. Điều này cũng đòi hỏi tính khả thi trong vận dụng và điều quan trọng nhất là khả năng thực hiện đo lường của từng tiêu chí, tiêu chuẩn, khả năng thu thập dữ liệu.

Trên cơ sở nghiên cứu, phân tích cơ sở lý luận, thực tiễn; đánh giá tình hình công tác xây dựng ban hành tiêu chí, tiêu chuẩn chất lượng dịch vụ SNC sử dụng NSNN của Bộ GTVT và kinh nghiệm các bộ, ngành thời gian qua, giải pháp trong thời gian tới cần tập trung như sau:

Một là, hoàn thiện thể chế về đánh giá chất lượng dịch vụ SNC sử dụng NSNN. Bộ GTVT cần hoàn thiện tiêu chí, tiêu chuẩn đánh giá chất lượng dịch vụ SNC sử dụng NSNN trong lĩnh vực giáo dục đào tạo; khoa học và công nghệ và các lĩnh vực sự nghiệp GTVT đường bộ theo yêu cầu và định hướng chất lượng đã quy định. Cần đặc biệt chú ý đến việc xây dựng các tiêu chí, tiêu chuẩn có thể lượng hóa được các điều kiện đảm bảo chất lượng và chất lượng thực tế của các đơn vị SNC.

Hai là, việc xây dựng các tiêu chí, tiêu chuẩn chất lượng dịch vụ SNC sử dụng NSNN cần gắn với ngành GTVT do Nhà nước định hướng, những mong đợi của cộng đồng xã hội. Những tiêu chí, tiêu chuẩn cần cụ thể hóa rõ ràng như:

- Đối với công tác tổ chức và quản lý các đơn vị SNCL có thể bổ sung các tiêu chí về tầm nhìn, năng lực của lãnh đạo trong việc phát huy được quyền tự chủ, tự chịu trách nhiệm của đơn vị; trách nhiệm xã hội của đơn vị đối với sản

phẩm dịch vụ SNC của đơn vị cung ứng.

- Đối với người thụ hưởng dịch vụ (kết quả đầu ra):

+ Lĩnh vực giáo dục và đào tạo: Cần chú ý đến khả năng tự học, tự nghiên cứu, khả năng đáp ứng nhu cầu của người học; vấn đề kỹ năng xử lý tình huống, kỹ năng làm việc; kỹ năng điều hành hội họp, khả năng vận dụng vào công việc…

+ Lĩnh vực khoa học và công nghệ: Bổ sung các tiêu chí về số lượng đề tài khoa học ứng dụng thực tiễn ngành GTVT, xã hội công nhận, các công nghệ được chuyển giao, các giá trị mà các công trình khoa học công nghệ mang lại cho ngành GTVT; tiêu chuẩn đo lường chất lượng sản phẩm ngành GTVT và sự tuân thủ các quy định của Nhà nước.

+ Lĩnh vực sự nghiệp GTVT đường bộ: Bổ sung cách đánh giá theo trọng số (xác định mức độ quan trọng của công việc đáp ứng theo yêu cầu kỹ thuật), cách đánh giá theo thang điểm đối với công tác quản lý, bảo trì kết cấu hạ tầng giao thông đường bộ.

Ba là, hiện nay, thang điểm đánh giá cho mỗi tiêu chí của từng lĩnh vực khác nhau. Theo Thông tư số 07/2020/TT-BNV ngày 31/5/2023 của Bộ Nội vụ quy định 6 nhóm tiêu chí, 34 tiêu chí, 4 mức đánh giá từ 0 đến 4 (0 = Rất không đồng ý; 1 = Không đồng ý; 2 = Không đồng ý cũng không phản đối; 3 = Đồng ý; 4 = Hoàn toàn đồng ý), theo phương thức chấm điểm, thang điểm 100, hoặc không có thang điểm đánh giá. Với các mức đánh giá này khó phản ánh hết mặt bằng chất lượng ở mỗi tiêu chí đánh giá. Để tạo ra sự phân tầng trong đánh giá chất lượng cần cụ thể hóa các mức đánh giá có thể là 5 mức thang điểm. Sự phân định thang đo đánh giá càng cụ thể sẽ càng có tính khu biệt hóa cao, cũng tạo ra sự vận động của mỗi đơn vị để hướng đến mặt bằng chất lượng ngày càng cao hơn.

Bốn là, để đánh giá, kiểm định chất lượng dịch vụ SNC sử dụng NSNN đảm bảo tính khoa học và chính xác, hệ thống tiêu chí đánh giá được xây dựng cần tiến hành điều tra thử với quy mô mẫu hợp lý. Số liệu điều tra được thu thập và phân tích theo lĩnh vực, nhóm ngành và cơ cấu tổ chức của từng loại đơn vị theo nhóm lĩnh vực hoạt động. Tất cả các tiêu chí định lượng và không có tính định lượng được tổng hợp lại và áp dụng những phương pháp xử lý thống kê xã hội học khác nhau để xác định độ tin cậy và độ giá trị của các số liệu thu thập. Sau đó, tính toán hệ số tương quan giữa các quá trình, giữa các lĩnh vực và giữa các tiêu chí, đồng thời xác định sự tác động qua lại giữa các tiêu chí, giữa các lĩnh vực. Từ các kết quả đó, xác định quá trình nào, những lĩnh vực nào và những tiêu chí nào có trọng số lớn, có tác dụng quyết định chất lượng dịch vụ SNC sử dụng NSNN, những tiêu chí hoặc những chỉ số không tương quan có thể bị loại bỏ.

Năm là, Sau khi đã xác định được những tiêu chí chính và mối tương quan của chúng trong từng lĩnh vực, chúng ta có căn cứ để đặt ra các tiêu chí chuẩn (khung tiêu chí). Các tiêu chí khung chuẩn và trọng số của các tiêu chí có thể sẽ khác nhau, tùy thuộc vào đặc thù của nhóm lĩnh vực, chuyên ngành GTVT và cơ cấu tổ chức của mỗi đơn vị. Đồng thời, trọng số của các tiêu chí có thể thay đổi đáp ứng chủ trương, chính sách Nhà nước, chiến lược phát triển ngành GTVT trong mỗi thời kỳ là khác nhau.

Sáu là, cần được thể chế hóa điều kiện, tiêu chuẩn về trách nhiệm của tổ chức đánh giá ở cả đơn vị và Bộ GTVT. Theo đó, cần xây dựng các quy định về trách nhiệm pháp lý đối với các tổ chức đánh giá chất lượng. Đối với nhân viên của tổ chức đánh giá chất lượng cũng cần có định hướng cho việc quy định tiêu chuẩn nghề nghiệp, đạo đức nghề nghiệp trong hoạt động đánh giá và trách nhiệm pháp lý khi có những sai phạm xảy ra trong quá trình đánh giá.

Hệ tiêu chí, tiêu chuẩn mà bài báo đề xuất là các tiêu chí, tiêu chuẩn dạng khung, bao quát các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng dịch vụ của đơn vị SNC sử dụng NSNN thuộc Bộ GTVT. Tuy nhiên, để có thể sử dụng làm tiêu chí, tiêu chuẩn thì cần phải tiếp tục hoàn thiện các chỉ tiêu cụ thể của từng nhóm tiêu chí, cần phải có những kết quả điều tra, khảo sát chuyên đề, phương pháp, công thức và cách thức ứng dụng công nghệ thông tin. Do vậy, cần có những nghiên cứu tiếp theo để có được hệ tiêu chí cụ thể, hoàn thiện hơn áp dụng vào thực tế đáp ứng yêu cầu hiện nay.

Tài liệu tham khảo

[1]. *Nghị quyết số 19/NQ-TW ngày 25/10/2017, Hội nghị lần thứ sáu Ban Chấp hành Trung ương Đảng Khóa XII về tiếp tục đổi mới và quản lý, nâng cao chất lượng và hiệu quả hoạt động của các đơn vị sự nghiệp công lập.*

[2]. *Nghị quyết số 76/NQ-TW ngày 15/7/2021 của Chính phủ ban hành Chương trình tổng thể cải cách hành chính nhà nước giai đoạn 2021 - 2030.*

[3]. *Nghị định số 32/2019/NĐ-CP ngày 10/4/2019 của Chính phủ quy định giao nhiệm vụ, đặt hàng hoặc đấu thầu cung cấp sản phẩm, dịch vụ công sử dụng NSNN từ nguồn kinh phí chi thường xuyên.*

[4]. *Nghị định số 60/2021/NĐ-CP ngày 21/6/2021 của Chính phủ quy định cơ chế tự chủ tài chính của đơn vị sự nghiệp công lập.*

[5]. *Quyết định số 1639/QĐ-TTg ngày 28/12/2022 của Thủ tướng Chính phủ ban hành danh mục dịch vụ sự nghiệp công cơ bản, thiết yếu ngành GTVT.*

[6]. *Thông tư số 05/2019/TT-BGTVT ngày 29/01/2019 của Bộ GTVT quy định tiêu chí giám sát, nghiệm thu dịch vụ công ích thông tin duyên hải.*

[7]. *Thông tư số 42/2019/TT-BGTVT ngày 30/10/2019 của Bộ GTVT quy định tiêu chí kiểm tra, giám sát, nghiệm thu chất lượng dịch vụ sự nghiệp công bảo đảm an toàn hàng hải.*

[8]. *Thông tư số 12/2021/TT-BGTVT ngày 18/6/2021 của Bộ GTVT quy định tiêu chí cụ thể phân loại, điều kiện thành lập, sáp nhập, hợp nhất, giải thể các đơn vị sự nghiệp công lập thuộc ngành, lĩnh vực GTVT.*

Ngày nhận bài: 27/10/2023
Ngày chấp nhận đăng: 12/11/2023
Người phản biện: TS. Vũ Đức Anh
TS. Lê Đình Hùng

Thấy gì từ kết quả thí điểm dùng cát biển đắp nền đường tại dự án thành phần cao tốc đoạn Hậu Giang - Cà Mau

■ **HOÀNG NGÂN**

Qua thử nghiệm, cát biển đáp ứng yêu cầu để sử dụng làm vật liệu đắp nền đường

Để đáp ứng nhu cầu cát đắp nền cho các dự án, công trình giao thông, Thủ tướng Chính phủ đã giao Bộ GTVT phối hợp với Bộ Tài nguyên và Môi trường triển khai nghiên cứu đánh giá thí điểm sử dụng cát biển làm vật liệu xây dựng cho các dự án hạ tầng giao thông. Sau thời gian thí điểm đó, Bộ GTVT đã thành lập tổ công tác với các bộ, ngành liên quan, các chuyên gia, nhà khoa học triển khai quyết liệt việc nghiên cứu, tổ chức các hội nghị, hội thảo, đặc biệt là thực hiện thí điểm trên các công trình giao thông ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, qua 5 lần quan trắc và nhiều cuộc họp đánh giá, chất lượng vật liệu cát biển hiện nay đang thí điểm đã đạt yêu cầu về vật liệu đắp nền cũng như các chỉ tiêu kỹ thuật về sức tải, độ ổn định, có giá trị tương tự như sử dụng cát sông. Hiện nay, chưa có dấu hiệu làm ảnh hưởng đến môi trường, cây trồng, vật nuôi ở khu vực xung quanh. Tháng 12 tới, Hội đồng đánh giá cấp Bộ sẽ họp và có đánh giá tổng kết dự án, qua đó Bộ sẽ triển khai xây dựng các tiêu chuẩn, quy chuẩn, thủ tục để mở rộng diện tích thí điểm với một số dự án đường cao tốc cũng như cho phép sử dụng cát biển làm vật liệu san lấp.

Bộ trưởng Bộ GTVT Nguyễn Văn Thắng
(Phát biểu tại phiên chất vấn của Kỳ họp thứ 6 Quốc hội Khóa XV, ngày 07/11/2023)

Việc nghiên cứu tìm vật liệu thay thế cát sông nhằm đáp ứng nhu cầu xây dựng công trình giao thông, đồng thời hạn chế khai thác cát tại khu vực đồng bằng sông Cửu Long đã được Chính phủ quan tâm chỉ đạo quyết liệt trong thời gian qua. Trong các giải pháp khả thi tìm kiếm vật liệu thay thế cát sông, phương án nghiên cứu sử dụng cát biển hoặc cát nhiễm mặn thi công nền đường là rất lớn và có tính dài hạn, đặc biệt quan trọng, cần thiết với khu vực đồng bằng sông Cửu Long. Thực hiện nhiệm vụ được giao, các đơn vị của Bộ GTVT thời gian qua đã tập trung nghiên cứu lý thuyết, nghiên cứu thử nghiệm trong phòng, thí nghiệm, kiểm tra quá trình thi công và theo dõi, đánh giá trong thời gian khai thác..., từ đó tập trung rà soát, bổ sung các tiêu chuẩn, quy chuẩn để sớm có thể sử dụng cát biển làm vật liệu đắp nền đường khu vực đồng bằng sông Cửu Long.

RÀ SOÁT, BỔ SUNG TIÊU CHUẨN, QUY CHUẨN SỬ DỤNG ĐỂ ĐÁNH GIÁ SO SÁNH

Theo TS. Nguyễn Văn Thành - Quyền Viện trưởng Viện Khoa học và Công nghệ GTVT, thời gian qua, Viện đã xây dựng báo cáo bổ sung một số nội dung và giải trình các ý kiến của Hội đồng cấp Bộ về đánh giá kết quả công tác thí điểm cát biển làm vật liệu đắp nền đường tại dự án thành phần đoạn Hậu Giang - Cà Mau; bổ sung tiêu chuẩn, quy chuẩn sử dụng để đánh giá so sánh (lưu ý hàm lượng Cl^- và tổng hàm lượng muối hòa tan) về độ mặn của cát biển tại mỏ, trên sà lan và nền đường; số liệu quan trắc môi trường và các đánh giá chất lượng môi trường xung quanh khu vực dự án đến tháng 9/2023.

Về bổ sung tiêu chuẩn, quy chuẩn sử dụng để đánh giá so sánh (lưu ý hàm lượng Cl^- và tổng hàm lượng muối hòa tan) độ mặn của cát biển, các tiêu chuẩn, quy chuẩn về sử dụng đất, cát làm vật liệu nền đường tại Việt Nam bao gồm:

- Quy định về "Đất lẫn các thành phần muối dễ hòa tan":

TCVN 9436:2012 về Nền đường ô tô - Thi công và nghiệm thu, tại Điều 5.1.

TCVN 10379:2014 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 2 tiêu chuẩn này quy định không được sử dụng trực tiếp "đất lẫn các thành phần muối dễ hòa tan quá 5%".

- Ngoài ra, không có tiêu chuẩn, quy chuẩn nào khác quy định về việc sử dụng đất, cát sử dụng trong xây dựng có nhiễm mặn, nhiễm muối và có Ion Cl^-.

GIẢI TRÌNH KẾT QUẢ QUAN TRẮC, THÍ NGHIỆM

Kết quả quan trắc, thí nghiệm mẫu cát biển và nước sông: Cát biển được khai thác và sử dụng trong công tác thí điểm cát biển làm vật liệu đắp nền đường tại dự án thành phần đoạn Hậu Giang - Cà Mau có hàm lượng muối hòa tan được tổng hợp tại *Bảng 1* như sau:

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm tổng hàm lượng muối hòa tan mẫu cát biển tại các vị trí (theo Bảng 2-3 báo cáo kết quả quan trắc định kỳ)

STT	Tên mẫu	Vị trí lấy mẫu	Tổng lượng muối hòa tan (%)
1	Mẫu M0	Mẫu lấy tại bãi trữ của công ty khai thác cát	0,56
2	Mẫu M1	Mẫu lấy trên sà lan khai thác (trên biển)	0,161
3	Mẫu M2	Mẫu lấy trên sà lan khai thác (trước khi bơm lên bãi tập kết)	0,16
4	Mẫu M3	Mẫu lấy từ bãi tập kết (cát được bơm lên bãi tập kết)	0,322
5	Mẫu M4	Mẫu lấy trên đoạn thử nghiệm	0,31
6	Mẫu M5	Mẫu lấy trên đoạn thử nghiệm	0,29

Kết quả thí nghiệm mẫu nước sông sử dụng để bơm cát biển lên bãi trữ tại thời điểm thi công thí điểm của dự án được tổng hợp tại *Bảng 2* như sau:

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm tổng hàm lượng muối hòa tan mẫu nước sông (theo Bảng 3-7 báo cáo kết quả quan trắc định kỳ)

STT	Tên mẫu	Thời điểm lấy mẫu	Độ mặn (tổng hàm lượng muối hòa tan) (%)
1	NM1	Tháng 4/2023	0,661
2	NM2	Tháng 5/2023	0,690

- Từ kết quả thí nghiệm cho thấy tổng hàm lượng muối hòa tan đều đạt yêu cầu của TCVN 9436:2012 (yêu cầu <5%). Như vậy, cát biển có thể dùng làm vật liệu đắp nền đường.

- Giải thích sự biến đổi của tổng hàm lượng muối hòa tan trong cát biển - trong quá trình khai thác và vận chuyển tới chân công trình:

+ Mẫu số thứ tự số 1: Mẫu M0 là mẫu lấy từ bãi trữ của công ty khai thác cát (mẫu này đã được hút và tập trung trên bờ tại Trà Vinh) được sử dụng để xác định chất lượng ban đầu.

+ Các mẫu số thứ tự từ số 2 đến số 6: Là mẫu được đơn vị thi công hút và đưa về thi công công trình.

1) Cát biển được hút lên sà lan (trên biển) mẫu M1 có hàm lượng muối hòa tan 0,161%.

2) Cát biển vận chuyển trên sà lan về tới nơi tập kết (trước khi bơm lên bãi tập kết) mẫu M2 có hàm lượng muối hòa tan 0,16%.

3) Cát biển được bơm từ sà lan lên bãi tập kết và trữ trên bãi tập kết (sử dụng nước sông để trộn và bơm cát): Mẫu M3 có hàm lượng muối hòa tan 0,322%.

4) Cát biển được đưa ra thi công trên đoạn thử nghiệm mẫu M1+M2 có hàm lượng muối hòa tan 0,31% và 0,29%.

Theo kết quả thí nghiệm, các mẫu cát lấy tại các vị trí trong quá trình khai thác và vận chuyển đưa về thi công công trình có sự thay đổi tổng hàm lượng muối hòa tan là do:

1) Cát biển được hút lên sà lan (trên biển) mẫu M1 có hàm lượng muối hòa tan 0,161%, cát biển khai thác khá sạch, không lẫn tạp chất.

2) Cát biển được vận chuyển về bãi trữ (chưa bơm lên bãi trữ) mẫu M2 có hàm lượng muối hòa tan 0,16%, cát biển tương đồng với mẫu M1.

Như vậy, tổng hàm lượng muối hòa tan của mẫu M1 và M2 và là tổng hàm lượng muối hòa tan của nước biển trong cát. Cát biển được khai thác và vận chuyển không bị biến đổi trong thời gian vận chuyển từ nơi khai thác đến chân công trình.

3) Cát biển được bơm lên bãi tập kết và trữ trên bãi tập kết (sử dụng nước sông để trộn và bơm cát): Mẫu M3 có hàm lượng muối hòa tan 0,322%. Điều này chứng tỏ nước sông đã làm tăng thêm các muối hòa tan vào cát nên tổng hàm lượng muối tăng lên từ 0,161% lên 0,322% (hàm lượng độ mặn của nước sông (là hàm lượng muối hòa tan của nước sông) tại thời điểm thi công trong tháng 4 và tháng 5 từ 0,661% tới 0,690%). Như vậy, khi dùng nước sông trộn và bơm cát lên bãi trữ, hàm lượng muối hòa tan của cát biển chính bằng hàm lượng muối hòa tan trong nước sông. Sự sai khác ở đây là do khối lượng thể tích của nước và cát khác nhau.

4) Cát biển được đưa ra thi công trên đoạn thử nghiệm mẫu M4, M5 có hàm lượng muối hòa tan 0,31% và 0,29%, hàm lượng muối tương đồng với hàm lượng muối hòa tan của mẫu M3 khi bơm lên bãi trữ.

Các mẫu M3, M4, M5 là mẫu cát biển đã sử dụng nước sông để bơm lên bãi trữ và vận chuyển đến vị trí thi công công trình. Cát biển đã bị tăng tổng hàm lượng muối hòa tan (từ 0,161% lên 0,322%) do hàm lượng muối hòa tan của nước sông cao hơn.

KẾT LUẬN

- Cát biển khi sử dụng nước sông để bơm từ sà lan lên bãi tập kết sẽ bị tăng thêm các muối hòa tan vào cát nên tổng hàm lượng muối tăng lên từ 0,161% lên 0,322%.

- Tổng hàm lượng muối hòa tan của cát biển đạt yêu cầu của TCVN 9436:2012 (yêu cầu <5%). Như vậy, cát biển có thể dùng làm vật liệu đắp nền đường.

- Về số liệu quan trắc môi trường và các đánh giá chất lượng môi trường xung quanh khu vực dự án đến tháng 9/2023: Công tác quan trắc được triển khai với hoạt động phân tích mẫu, dự kiến sẽ có kết quả trong thời gian tới.

Theo tìm hiểu của PV, Báo cáo tiến độ triển khai công tác thí điểm lấy cát biển làm vật liệu thi công nền đường, các quy trình thủ tục đang được các bên liên quan triển khai. Dự kiến đến tháng 12/2023, Hội đồng thẩm định sẽ xem xét, đánh giá kết quả thí điểm cát biển làm vật liệu thi công hạ tầng giao thông một cách toàn diện ❑

Cấp bách giải bài toán ùn tắc giao thông vào cảng Cát Lái

MỸ LỆ

Giao thông ùn tắc tại tuyến đường dẫn vào cảng Cát Lái

CẢNG LỚN - ĐƯỜNG NHỎ

Vừa qua, Công an TP. Hồ Chí Minh đã có báo cáo UBND TP. Hồ Chí Minh phản ánh tình hình ùn tắc giao thông, dồn ứ hàng hóa tại khu vực cảng Cát Lái, cảng Phú Hữu. Các phương tiện lưu thông di chuyển ra vào cảng gia tăng, vượt quá khả năng của hệ thống hạ tầng giao thông cảng.

Cụ thể, tình trạng ùn ứ gây tắc nghẽn trong khu vực được đánh giá do một số nguyên nhân như: Cảng Cát Lái nằm trên tuyến đường Nguyễn Thị Định, là nơi tập trung hơn 70% lượng container xuất, nhập khẩu của cả nước. Lượng xe container ra vào cảng Cát Lái quá nhiều, bình quân khoảng 22.000 xe/ngày đêm, cá biệt có thời điểm lưu lượng tăng rất cao, khiến đường Nguyễn Thị Định bị quá tải trầm trọng.

Cảng Cát Lái có 5 cổng giao nhận hàng với khoảng 19.000 - 20.000 phương tiện lưu thông mỗi ngày qua các tuyến chính là Đồng Văn Cống, Nguyễn Thị Định, Võ Chí Công, Nguyễn Duy Trinh. Trong đó, đường Nguyễn Duy Trinh đoạn từ vòng xoay Phú Hữu dẫn vào cảng Phú Hữu (khu bến C của cảng Cát Lái mở rộng) được gọi là "con đường tử thần" vì thường xuyên xảy ra tai nạn. Tuyến đường dài 1,6 km, rộng 7 m và không có dải phân cách. Vì vậy, xe container, ô tô, xe máy lưu thông bất tiện, xảy ra xung đột vì lấn làn, phóng nhanh, vượt ẩu. Vào giờ cao điểm, xe container, xe tải lớn, ô tô nối đuôi nhau kéo dài nhiều km ở nút giao An Phú (TP. Thủ Đức) để vào cảng Cát Lái thông qua đường Đồng Văn Cống.

Bên cạnh đó, khoảng đầu tháng 8/2023 đến nay, cụm cảng Trường Thọ (cảng Phước Long ICD 3, cảng Tây Nam, cảng Transimex, Sotrans, Phúc Long…) hạn chế hoạt động, lượng hàng hóa và phương tiện trước đây tập trung ở cụm cảng Trường Thọ đã chuyển sang cảng Cát Lái, do đó số lượng phương tiện tăng đột biến về cảng Cát Lái làm ảnh hưởng đến tình hình trật tự ATGT tại khu vực trong thời gian gần đây.

Hiện nay, do hàng hóa thông quan phải có phiếu cân nên các phương tiện di chuyển vào trạm cân Quốc Thịnh nhiều dẫn đến tình trạng thường xuyên xung đột giao thông tại khu vực ra vào trạm với đường Nguyễn Thị Định, ảnh hưởng đến dòng xe ra, vào cảng Cát Lái.

Đồng thời, vào khung thời gian

từ 0h đến 6h sáng hôm sau, khả năng thông quan của cảng chậm hơn do giảm số cửa thông quan và giảm cả số lượng nhân viên làm thủ tục. Việc bố trí nhân viên trong cảng chưa hợp lý, không đủ bãi chứa container, thiết bị phục vụ hạn chế, cộng thêm các sự cố giao thông phát sinh... đã dẫn đến tình trạng các phương tiện phải dừng chờ phía ngoài cổng cảng, gây ùn ứ kéo dài ra khu vực xung quanh, ảnh hưởng đến sự đi lại của người dân.

Trên cơ sở đó, Công an TP. Hồ Chí Minh đã đề xuất UBND TP. Hồ Chí Minh chỉ đạo Sở GTVT Thành phố nghiên cứu thực hiện một số nội dung đẩy nhanh tiến độ thực hiện các dự án hạ tầng giao thông như: Mở rộng đường Nguyễn Duy Trinh, đường Nguyễn Thị Định; làm đường mới kết nối từ khu vực cảng Phú Hữu ra đường Võ Chí Công; tổ chức lại giao thông khu vực ra, vào trạm cân Quốc Thịnh và bố trí các bãi đất trống chưa sử dụng để làm nơi chứa phương tiện khi khu vực cảng bị sự cố.

Đồng thời, các ngành chức năng phối hợp với doanh nghiệp trong khu vực cảng có phương án, kịch bản xử lý các sự cố bên trong cảng, đặc biệt phải chuẩn bị đủ trang thiết bị, nhân lực, không để các sự cố trong cảng gây ra tình trạng ùn ứ giao thông kéo dài, ảnh hưởng nghiêm trọng đến tình hình trật tự, ATGT, gây bức xúc cho người dân lưu thông qua khu vực.

TRIỂN KHAI CÁC DỰ ÁN MANG TÍNH KẾT NỐI

Ông Phan Công Bằng, Phó Giám đốc Sở GTVT TP. Hồ Chí Minh cho biết, Sở đã lập dự án nâng cấp đường Nguyễn Thị Định, xây dựng nút giao Mỹ Thủy, An Phú, mở rộng đường Nguyễn Duy Trinh... nhằm giải quyết tình trạng giao thông quanh khu vực cảng Cát Lái. Tuy nhiên, hiện TP. Hồ Chí Minh đang tập trung nguồn vốn để đầu tư các tuyến đường như Vành đai 3, TP. Hồ Chí Minh - Mộc Bài, do đó phải dừng một số dự án như đường Nguyễn Thị Định, đường Nguyễn Duy Trinh và chưa bố trí vốn. Bên cạnh đó, việc triển khai nút giao Mỹ Thủy và khép kín đường Vành đai 2 vẫn đang vướng giải phóng mặt bằng.

Hiện nay, dự án xây dựng nút giao thông An Phú là công trình trọng điểm, được kỳ vọng sẽ đảm bảo giao thông thông suốt tại khu vực cửa ngõ phía Đông cũng như cảng Cát Lái. Nút giao có tổng mức đầu tư 3.408 tỷ đồng, gồm 3 tầng: Hầm chui 2 chiều nối cao tốc TP. Hồ Chí Minh - Long Thành - Dầu Giây với đường Mai Chí Thọ (phía hầm Thủ Thiêm), kéo dài qua nút giao Mai Chí Thọ - Đồng Văn Cống.

Bên cạnh đó, khi đoạn 1 của Vành đai 2 từ cầu Phú Hữu (đường Võ Chí Công) đến Xa lộ Hà Nội được khép kín sẽ tăng khả năng kết nối cảng Cát Lái với các trung tâm sản xuất ở phía Đông như Khu công nghệ cao TP. Thủ Đức và hai tỉnh Bình Dương, Đồng Nai. Đoạn này có chiều dài 3,8 km với tổng mức đầu tư dự kiến gần 8.600 tỷ đồng.

Ngoài ra, Sở GTVT TP. Hồ Chí Minh đã đề xuất xây dựng đường liên cảng Phú Hữu - Cát Lái - Vành đai 3 với tổng mức đầu tư là 8.000 tỷ đồng. Theo đó, tuyến đường dự kiến có chiều dài khoảng 6 km, rộng 60 m với 12 làn xe, vận tốc cho phép đạt 60 km/h. Khi hình thành, tuyến đường sẽ góp phần chia sẻ lưu lượng, giảm thiểu nguy cơ ùn tắc giao thông, kết hợp điều chỉnh quy hoạch đô thị, sử dụng đất quanh cụm cảng Cát Lái - Phú Hữu.

"Việc thu phí hạ tầng cảng biển được triển khai từ ngày 1/4/2022. Thời gian qua, Sở GTVT và các sở, ngành của Thành phố đã thực hiện nghiêm túc, từ nguồn thu phí cảng biển sẽ tái đầu tư vào các công trình giao thông để đảm bảo kết nối vào khu vực cảng biển nói trên", ông Bằng thông tin thêm.

Việc Thành phố sử dụng nguồn thu này để tái đầu tư mở rộng đường sá, kết nối hạ tầng khu vực xung quanh các cảng được đánh giá là chủ trương đúng nhưng vẫn chưa đủ vì nguồn vốn đầu tư cho hạ tầng là rất lớn, trong khi nguồn thu có giới hạn. Do vậy, vấn đề đặt ra lúc này là Thành phố và các địa phương trong vùng cần có sự liên kết chặt chẽ, chia sẻ trách nhiệm, xây dựng các tuyến đường bộ, đường thủy trọng điểm kết nối với các cảng; không thực hiện theo kiểu mạnh ai nấy làm, vừa manh mún, không đồng bộ, vừa không tập trung được nguồn lực đầu tư ❑

Cảng Cát Lái

Các nước xử lý mạnh tay với nạn xe chở quá tải

Thời gian qua, lực lượng chức năng trên cả nước đã huy động nhiều nhân lực, phương tiện, triển khai đồng bộ các biện pháp, tăng cường tuần tra, kiểm soát, quyết tâm, quyết liệt tập trung xử lý nghiêm các trường hợp xe ô tô chở quá tải trọng và các vi phạm khác là nguyên nhân trực tiếp gây TNGT, phá hỏng kết cấu hạ tầng giao thông. Tuy nhiên, thực tế cho thấy tình trạng xe quá tải vẫn chưa được xử lý triệt để. Để làm tốt công tác kiểm soát tải trọng xe, xử lý dứt điểm vấn nạn xe quá tải, nhiều nước trên thế giới đã có những biện pháp mạnh mẽ. Dưới đây là những bài học, kinh nghiệm hay để Việt Nam tham khảo, học hỏi.

TRUNG QUỐC: CẤM THAY ĐỔI KẾT CẤU, HÌNH DÁNG THÙNG XE TẢI

Trung Quốc là một trong những quốc gia chịu nhiều thiệt hại về vấn nạn xe quá tải. Thống kê của Cơ quan phụ trách an toàn đường bộ, khoảng 70 cây cầu đã bị sập, hư hại trong giai đoạn 2006 - 2016. Ngoài việc tăng nặng mức phạt tiền, Trung Quốc áp dụng một số quy định mới như cấm vĩnh viễn phương tiện lưu thông khi bị phát hiện chở quá tải trọng ba lần trong một năm. Quyết định xử phạt này cũng áp dụng đối với cơ sở bốc dỡ, vận chuyển hàng hóa sử dụng xe tải. Quốc gia này cũng cấm việc thay đổi kết cấu, hình dáng thùng xe tải để tăng tải trọng.

Đơn cử, châu Hồng Hà thuộc tỉnh Vân Nam thông báo tiêu chuẩn xác định phương tiện vận tải quá khổ, quá tải gồm: Chiều cao xe tính từ mặt đất vượt quá 4 m; chiều rộng xe vượt quá 2,55 m; chiều dài xe vượt quá 18,1 m; tổng trọng lượng xe vượt quá 18 tấn đối với xe tải 2 trục; tổng trọng lượng xe vượt quá 25 tấn đối với xe tải 3 trục; tổng trọng lượng xe vượt quá 27 tấn đối với tổ hợp ô tô đầu kéo - rơ-moóc 3 trục; tổng trọng lượng xe vượt quá 31 tấn đối với xe tải 4 trục, tổng trọng lượng xe vượt quá 36 tấn đối với tổ hợp ô tô đầu kéo - rơ-moóc 4 trục; tổng trọng lượng xe vượt quá 43 tấn đối với tổ hợp ô tô đầu kéo - rơ-moóc 5 trục và tổng trọng lượng xe vượt quá 49 tấn đối với tổ hợp ô tô đầu kéo - rơ-moóc 6 trục trở lên, trong đó tổng trọng lượng xe vượt quá 46 tấn đối với xe đầu kéo có trục dẫn động là trục đơn. Theo đó, mức xử phạt được quy định về khổ xe là từ 200 - 3.000 Nhân dân tệ tùy theo mức vi phạm; mức xử phạt vượt quá tải trọng từ 1 tấn trở lên là từ 500 Nhân dân tệ, mức phạt cao nhất là 30.000 Nhân dân tệ.

ÚC: ÁP DỤNG MỨC PHẠT LŨY TIẾN

Tại New South Wales - tiểu bang đông dân nhất nước Úc, lỗi chở quá tải sẽ được phân loại theo 3 mức độ vi phạm: Chở quá tải dưới 5% là vi phạm gây rủi ro thấp, quá tải 5 - 20% là vi phạm gây rủi ro đáng kể, quá tải trên 20% là vi phạm gây rủi ro nghiêm trọng. Mức phạt thấp nhất cho tài xế và doanh nghiệp lần lượt là 1.100 AUD và 5.500 AUD (khoảng 18,2 và 90,9 triệu đồng) cho lần vi phạm đầu tiên. Tiền phạt sẽ tăng nếu vi phạm lần thứ hai trở đi. Đặc biệt, với trường hợp vi phạm gây rủi ro nghiêm trọng, cá nhân vi phạm lần đầu sẽ phải chịu mức phạt 5.500 AUD, cộng với 550 AUD (khoảng 9,1 triệu đồng) cho mỗi % vượt quá mốc 20%. Nếu vi phạm lần 2, mức phạt này sẽ là 11.000 AUD (khoảng 181,8 triệu đồng), cộng với 1.100 AUD cho mỗi % vượt quá mốc 20%. Đối với doanh nghiệp, mức phạt tối đa là 27.500 AUD (khoảng 454,6 triệu đồng) cộng với 2.750 AUD (khoảng 45,5 triệu đồng) cho mỗi % vượt quá mốc 20% nếu vi phạm lần đầu. Kể từ lần thứ hai trở đi, mức phạt có thể lên tới 55.000 AUD (khoảng 909,2 triệu đồng) cộng thêm 5.500 AUD (khoảng 90,9 triệu đồng) cho mỗi % vượt quá mốc 20%.

MỸ: NẾU VI PHẠM NHIỀU LẦN CÓ THỂ PHẢI NGỒI TÙ

Ở bang Arizona của Mỹ, kích thước, trọng lượng và tải trọng xe được quy định tại Luật số A.R.S. 28, Điều 18. Đây là một quy định rất chi tiết và phức tạp. Riêng Điều 18 có đến 20 mục, từ A.R.S. 28-1091 đến A.R.S. 28-1111 quy định toàn bộ các vấn đề về kích thước, trọng lượng và tải trọng xe. Theo mục A.R.S. 28-1099 quy định bất cứ trục xe nào chạy trên đường không được vượt 20.000 pounds (9,07 tấn). Đối với tải trọng xe được quy định trong mục A.R.S. 28-1100 cũng căn cứ vào số trục của xe. Vi phạm tải trọng lần đầu quy định A.R.S. 28-1100 là dân sự, không phải hình sự. Vì vậy, hậu quả chỉ giới hạn ở mức phạt tiền, nhưng mức phạt có thể rất nặng. Số tiền phạt sẽ liên quan đến tải trọng của xe được quy định ở mục A.R.S. 28-1101. Nếu tải trọng vượt quá dưới 1.000 pounds (~0,45 tấn), mức phạt là 1 USD. Từ 1.001 đến

5.000 pounds mức phạt là lũy tiến đến 1.400 USD. Từ 5.001 pounds (2,27 tấn) trở lên cộng thêm $100 cho mỗi 1.000 pound trọng lượng vượt quá. Hãy nhớ rằng tòa án sẽ cộng thêm chi phí và các khoản phụ phí vào số tiền phạt cơ bản, gần gấp đôi số tiền phạt.

Nếu người lái xe vi phạm tải trọng lần thứ hai trong vòng 6 tháng kể từ lần đầu tiên, người đó có thể bị buộc tội hình sự cấp 3. Nếu người lái xe vi phạm tải trọng lần thứ hai trong vòng một năm kể từ lần vi phạm đầu tiên về quá tải thì hành vi đó có thể bị buộc tội là vi phạm tội nhẹ cấp 2. Các hành vi vi phạm có thể bị phạt tù và quản chế bên cạnh các khoản tiền phạt.

Trong trường hợp cảnh sát phát hiện tài xế chỉ vi phạm giới hạn trọng lượng trục chứ không vi phạm giới hạn tổng trọng lượng thì người lái xe bắt buộc phải chuyển tải. Nếu người lái xe không chấp hành yêu cầu chuyển tải thì sẽ bị xử phạt dân sự hoặc xử phạt hình sự. Trong trường hợp người lái xe chuyển tải nhưng không chấp hành giới hạn trọng lượng trục hoặc nếu trọng lượng trục vẫn vượt quá 2.500 pound thì người lái xe sẽ bị xử phạt dân sự hoặc hình sự tùy theo mức độ.

ĐỨC: CHỞ QUÁ TẢI VÀ NHỮNG HÌNH PHẠT NGHIÊM NGẶT

Mỗi ngày, hàng nghìn xe tải vận chuyển hàng trăm loại hàng hóa khác trên một tuyến đường ở Đức. Các tuyến đường này đều có thể dẫn đến các nước châu Âu khác và các tuyến đường địa phương bên trong nước Đức. Hàng năm, có vài tỷ tấn hàng hóa được vận chuyển trên mạng lưới đường bộ của Đức. Đây là lý do tại sao Đức lại phạt rất nặng các chủ xe và tài xế xe tải chở quá tải.

Theo danh mục phạt của Đức đối với xe quá tải, một phương tiện được coi là quá tải khi tổng trọng lượng của xe vượt quá 2%, do đó dung sai này là rất nhỏ và nghiêm ngặt. Ngay cả với loại xe tải nhỏ trọng lượng khoảng 2,8 tấn - 3,5 tấn cũng là đối tượng bị kiểm tra tải trọng. Mức phạt lũy tiến từ 2% đến hơn 30% được quy định tùy theo mức độ vượt tải và loại xe. Chẳng hạn với những loại xe tải có tổng tải trọng lớn hơn 7,5 tấn nếu quá tải trên 30% thì mức phạt là 380 Euro với người lái và 425 Euro với chủ xe, thêm vào đó cả lái xe và chủ xe bị ghi một điểm phạt vào sổ đăng ký trên hệ thống của cơ quan chuyên ngành. Thông thường, nếu quá tải ở mức thấp nhất là từ 2 - 5% thì lái xe có thể được đi tiếp sau khi nộp phạt, nếu không thì bắt buộc phải dỡ tải, chuyển tải mới được di chuyển tiếp. Nếu lái xe tích lũy 8 điểm phạt thì sẽ bị tước bằng lái.

Những quy định hạn chế như vậy đã được ban hành do những mối đe dọa to lớn do xe tải quá tải gây ra. Các loại xe quá tải này có thể gây thiệt hại nặng nề với hạ tầng giao thông hơn nhiều so với xe chở khách. Hơn nữa, với tải trọng tăng thêm, các phương tiện có thể không hoạt động như bình thường, nguy cơ hư hỏng tăng lên và điều này tạo ra mối nguy hiểm đặc biệt cho những người tham gia giao thông khác ❑

CHÂU THÀNH
(Dịch và tổng hợp)

Tại Nhật Bản, cửa ngõ các thành phố đều có hệ thống cân tự động phát hiện xe quá tải và xử phạt "nguội" các phương tiện vi phạm

Đẩy mạnh công tác phối hợp tìm kiếm cứu nạn trên biển

Tiềm năng phát triển kinh tế biển của Việt Nam còn rất lớn với hơn 3.260 km bờ biển cùng khoảng trên 1 triệu km² mặt biển. Tuy nhiên, những năm gần đây thời tiết khu vực biển của Việt Nam biến đổi khó lường, thường xuyên có bão to sóng lớn..., tiềm ẩn nguy cơ xảy ra tai nạn hàng hải.

CHỦ ĐỘNG, LINH HOẠT ỨNG PHÓ SỰ CỐ THIÊN TAI TRÊN BIỂN

Những năm qua, Ủy ban Quốc gia Ứng phó sự cố, thiên tai và Tìm kiếm cứu nạn (TKCN), Bộ GTVT, Cục Hàng hải Việt Nam đã chỉ đạo rất sát sao, đặc biệt là Trung tâm Phối hợp TKCN hàng hải Việt Nam đã lập kế hoạch chốt chặn tại các vị trí xung yếu, đưa các lực lượng phương tiện TKCN cũng như phối hợp chặt chẽ với các bộ, ngành để đưa ra kế hoạch sát, chủ động và linh hoạt trong việc ứng phó sự cố thiên tai, hướng dẫn tàu thuyền hoạt động an toàn.

Với tư cách là quốc gia ven biển, là thành viên Công ước về Tổ chức Hàng hải Quốc tế, Việt Nam cần phải đảm bảo an toàn hàng hải trên các vùng biển Việt Nam và phối hợp TKCN quốc tế. Công tác TKCN luôn duy trì tốt chế độ thường trực 24/7 hàng ngày từ hệ thống trực chỉ huy, trực ban cứu nạn đến các phương tiện TKCN, đảm bảo thu nhận và xử lý kịp thời tất cả các vụ việc liên quan đến tai nạn, sự cố hàng hải xảy ra trên

vùng biển trách nhiệm của Việt Nam; chủ động triển khai và tổ chức tốt công tác phối hợp với các cơ quan, đơn vị Trung ương và địa phương trong hoạt động TKCN, thực hiện tốt quy chế phối hợp TKCN đã ký kết với Bộ đội Biên phòng, Cảnh sát biển, các đơn vị thuộc ngành Hàng hải...

Công tác phối hợp TKCN đã được tăng cường đầu tư để đảm bảo kịp thời ứng phó khi có tai nạn, thiên tai xảy ra. Theo đó, phải tiếp tục đầu tư trang bị những tàu mới có tầm hoạt động xa, có thể vươn ra các vùng biển Trường Sa, Hoàng Sa cũng như vùng biển quốc tế, để tàu thuyền hoạt động trên biển có chỗ dựa vững chắc vào lực lượng Trung tâm Phối hợp TKCN, hàng hải Việt Nam, yên tâm vươn khơi bám biển, góp phần giữ vững chủ quyền biển đảo thiêng liêng của Tổ quốc.

PHÁT HUY VAI TRÒ CỦA ĐÀI THÔNG TIN DUYÊN HẢI

Thời gian qua, Cục Hàng hải Việt Nam đã chỉ đạo sát sao các đơn vị hữu quan quan tâm đầu tư các trang thiết bị, phần mềm như AIS, LRIT…, phối hợp với Hệ thống Đài thông tin duyên hải để xác định, nắm bắt tình hình phương tiện trong khu vực để có thể huy động tham gia hoạt động TKCN khi có tình huống yêu cầu; phát huy phương châm "4 tại chỗ": "Chỉ huy tại chỗ, lực lượng tại chỗ, vật tư tại chỗ và hậu cần tại chỗ" ứng phó trong mùa bão, lũ, đặc biệt là các tàu vận tải biển quốc tế hành trình ngang qua vùng biển Việt Nam huy động tham gia TKCN khi có vụ việc xảy ra.

Quá trình tham gia sản xuất trên biển, ngư dân, các tàu thuyền luôn có nguy cơ đối mặt với những sự cố mất an toàn do thiên tai, bão gió gây nên. Chính vì vậy, thông tin liên lạc là nhu cầu không thể thiếu đối với các tàu, thuyền khi hoạt động trên biển. Với mục đích cung cấp thông tin, hỗ trợ xử lý tai nạn xảy ra trên biển, những năm qua, Đài thông tin duyên hải đã trở thành người bạn đồng hành thân thiết, giúp ngư dân vững tin bám biển, vươn khơi.

Đài thông tin duyên hải là hệ thống thông tin chính thức, phổ biến của tất cả các quốc gia trên thế giới có biển, cung cấp các dịch vụ thông tin liên lạc cho mọi hoạt động của con người trên biển. Đài có nhiệm vụ trực canh, tiếp nhận và cung cấp thông tin TKCN, cảnh báo hàng hải, cảnh báo khí tượng và dự báo thời tiết biển cho tàu, thuyền đang hoạt động tại các vùng biển của nước ta. Đài luôn trực canh 24h/ngày để thông báo cho tàu thuyền những bản tin dự báo thời tiết, cảnh báo khu vực hạn chế hoạt động trên biển và hướng dẫn phòng tránh, trú bão an toàn. Đồng thời, Đài tiếp nhận và phối hợp xử lý các trường hợp gặp phải sự cố mất an toàn trên biển và chuyển thông tin sự cố tới Trung tâm TKCN hàng hải Việt Nam và các lực lượng chức năng để có biện pháp ứng cứu kịp thời.

Bên cạnh đó, để tăng cường công tác đảm bảo thông tin cấp cứu và an toàn cho tàu cá, hàng năm, ngay từ đầu mùa mưa bão, Đài tích cực phối hợp với cơ quan chức năng tổ chức các lớp tập huấn phổ biến kiến thức cần thiết cho bà con ngư dân về cách sử dụng các loại thiết bị thông tin liên lạc trên biển; cách sử dụng và thông tin liên lạc trên các tần số khi tàu gặp tai nạn, sự cố; cách khắc phục sự cố thường gặp đối với các thiết bị thông tin trên tàu… Nhờ cố gắng nỗ lực của hệ thống Đài thông tin duyên hải, tàu thuyền có thể tự động cập nhật các thông tin về cảnh báo khí tượng, dự báo thời tiết biển và vùng cấm hoạt động để phòng rủi ro.

TĂNG CƯỜNG PHỐI HỢP TKCN GIỮA CÁC LỰC LƯỢNG

Nhiều năm qua, công tác phối hợp TKCN trên biển không chỉ giúp bảo đảm an toàn, an ninh hàng hải, phòng ngừa ô nhiễm môi trường mà còn thể hiện trách nhiệm của quốc gia có biển, quốc gia có cảng và quốc gia thành viên Công ước quốc tế về Luật Biển 1982 (UNCLOS 1982), Công ước quốc tế về TKCN (SAR79), Công ước quốc tế về An toàn sinh mạng con người trên biển (SOLAS74)... cứu và hỗ trợ người gặp nạn trên biển, không phân biệt quốc tịch, tôn giáo, điều kiện và hoàn cảnh.

Bên cạnh đó, cần đẩy mạnh công tác phối hợp TKCN quốc tế trực tiếp xử lý vụ việc liên quan đến tàu thuyền Việt Nam và thuyền viên Việt Nam gặp nạn trong quá trình hoạt động, làm việc ở vùng biển nước ngoài. Từ đây, xác lập uy tín và lòng tin quốc tế về hệ thống TKCN trên biển của Việt Nam, khẳng định vai trò, vị thế của ngành Hàng hải Việt Nam trên trường quốc tế, đảm bảo an toàn cho tàu thuyền hoạt động trên vùng biển, góp phần vào phát triển kinh tế biển và bảo vệ chủ quyền quốc gia ❑

PV

THỊ TRƯỜNG Ô TÔ CUỐI NĂM:

Nguồn cung, chủng loại dồi dào chớ vội mua xe "bia kèm lạc"

HUYỀN THƯƠNG

Nguồn cung ô tô trong nước đang rất dồi dào nhờ lượng xe mới ra mắt cùng các đơn hàng nhập khẩu cũng dồn dập về nước. Do đó, người tiêu dùng ô tô Việt Nam sẽ có nhiều lựa chọn, không cần quá vội vàng mua xe "kèm lạc" nếu không hài lòng với "phong cách" bán xe như vậy.

Thị trường ô tô Việt Nam đang có những dấu hiệu phục hồi khi lượng xe bán ra trong tháng 9 có phần gia tăng so với tháng trước đó, trong khi số lượng các mẫu xe mới ra mắt cũng rất nhiều nhằm đón chào mùa mua sắm cuối năm.

Có thể nói, nhu cầu mua xe đã bị "dồn nén" trong tháng 7 âm lịch, sau đó rất nhanh chóng đến những tháng cuối năm. Vì vậy, đây là thời điểm "bung lụa" của thị trường ô tô trong nước. Báo cáo của Hiệp hội các Nhà sản xuất ô tô Việt Nam (VAMA) cũng như của các hãng xe cho thấy, tổng sản lượng bán hàng ô tô trên toàn thị trường tháng 9/2023 đã đạt hơn 30.000 chiếc, tăng khoảng 18% so với tháng trước đó.

Trong khoảng một tháng vừa qua, số lượng các mẫu ô tô mới ra mắt thị trường cũng ghi nhận sự sôi động với hơn 20 mẫu xe mới trình làng, trong đó có thể kể đến hàng loạt những cái tên lần đầu tiên xuất hiện như: Hyundai Custin, Hyundai Palisade, VinFast VF 6, Skoda Kodiaq, Skoda Karoq hay Toyota Yaris Cross…

ĐAN XEN KHUYẾN MẠI VÀ BÁN "BIA KÈM LẠC"

Khá bất ngờ là dù sức mua vẫn đang rất yếu song đã xuất hiện một vài mẫu xe được nhà phân phối bán kiểu "bia kèm lạc" dù đây chỉ là những trường hợp cá biệt. Một trong những mẫu xe được nhắc đến nhiều trong "phong cách" bán hàng này là Honda CR-V 2024. Mẫu ô tô này vừa chào hàng khách Việt vào cuối tháng 10 với 3 phiên bản động cơ xăng lắp ráp trong nước và 1 phiên bản hybrid nhập khẩu Thái Lan. Honda CR-V 2024 được cho là có giá bán cao, khi trước đó nhiều người dự đoán giá chỉ từ 899 triệu đồng đến 1,15 tỷ đồng. Tuy vậy, giá bán thực tế của CR-V 2024 thấp nhất là 1,109 tỷ đồng và cao nhất là 1,310 tỷ đồng. Mức giá này đắt hơn hai đối thủ Hyundai Tucson và Mazda CX-5.

Dù vậy, Honda CR-V 2024 đang bị một số đại lý bán ra kèm gói phụ kiện trị giá khoảng 50 triệu đồng nếu muốn nhận xe sớm. Không mua phụ kiện, thời gian chờ đợi có thể là 1 - 2 tháng.

Trong khi đó, mới đây Honda Việt Nam đã thông báo triển khai chương trình khuyến mại trong tháng 11/2023

Khách hàng mua phiên bản Honda CR-V Hybrid đang được đại lý bán kiểu "bia kèm lạc"

cho các dòng ô tô. Hầu hết các mẫu xe Honda như City, BR-V, HR-V, Civic hay Accord đều có ưu đãi như hỗ trợ lệ phí trước bạ, 1 năm bảo hiểm thân vỏ. Tuy vậy, chương trình khuyến mãi không áp dụng với CR-V 2024.

Tương tự Honda, Toyota cũng đã công bố chương trình ưu đãi tháng 11 dành cho các mẫu xe của thương hiệu Nhật Bản. Theo đó, hàng loạt mẫu xe như Vios, Veloz Cross, Avanza Premio, Yaris Cross đang được hãng hỗ trợ lệ phí trước bạ, giúp khách hàng tiết kiệm khoảng 20 - 30 triệu đồng chi phí lăn bánh tùy từng mẫu xe. Chương trình ưu đãi của Toyota cũng không áp dụng với Toyota Innova Cross - mẫu xe vừa ra mắt hồi giữa tháng 10 và đang có hiện tượng "khan hàng", được đại lý bán ra "kèm điều kiện". Cụ thể, khách hàng mua Toyota Innova Cross muốn nhận xe sớm sẽ phải mua kèm gói phụ kiện trị giá 30 - 50 triệu đồng.

NGUỒN CUNG DỒI DÀO, KHÁCH KHÔNG CẦN VỘI

Hiện tượng bán hàng "bia kèm lạc" luôn là một "vết nhơ" trên thị trường xe Việt và đã được phản ánh rất nhiều, gây bức xúc cho các khách hàng. Tuy vậy, hầu như năm nào cũng có những mẫu xe được các đại lý bán ra kèm điều kiện như vậy. Thông thường đó là những mẫu xe "hot", được nhiều người tiêu dùng săn đón và theo thông tin từ đại lý thì xe "khan hàng" nên không đủ để giao sớm cho khách hàng.

Thực tế, tình trạng "khan hàng" đến đâu vẫn là câu chuyện chỉ nội bộ nhà phân phối biết, song ở chiều ngược lại nhiều mẫu xe vẫn đang tưng bừng khuyến mại nhằm kích cầu tiêu dùng. Hơn nữa, số liệu từ Tổng cục Thống kê cho thấy thị trường đã được bổ sung thêm khoảng 42.000 ô tô trong tháng 10, bao gồm cả hàng nhập khẩu và ô tô sản xuất trong nước. Con số này tương ứng mức tăng 13% so với tháng 9.

Cụ thể, lượng ô tô sản xuất trong nước được xuất xưởng là khoảng 32.200 chiếc trong tháng 10, tăng 7,7% so với tháng trước đó. Ô tô nhập khẩu nguyên chiếc về Việt Nam cũng đạt khoảng 10.000 xe, tổng giá trị kim ngạch 241 triệu USD, tăng 34,6% về lượng và 38,8% về giá trị so với tháng 9.

Thực tế, việc sản lượng xe cung ứng thị trường tăng vào dịp này là điều dễ hiểu vì các hãng xe đã lên sẵn kế hoạch nhằm đáp ứng nhu cầu của người tiêu dùng những tháng cuối năm. Vì vậy, người tiêu dùng ô tô Việt Nam sẽ có nhiều lựa chọn và không cần quá vội vã "mua lạc" nếu không thích "phong cách" kinh doanh này ❑

Tư vấn xe

Ô tô tốn xăng và cách xử lý hiệu quả

Người dùng ô tô được khuyến nghị thường xuyên chăm sóc, bảo dưỡng xe để duy trì chất lượng vận hành và tiết kiệm nhiên liệu

Có nhiều nguyên nhân dẫn đến hiện tượng hao xăng của ô tô và người tiêu dùng cần thường xuyên kiểm tra, bảo dưỡng 9 hạng mục liên quan để giúp xe vận hành hiệu quả, tiết kiệm nhiên liệu.

1. Trong trường hợp bơm xăng có vấn đề hoặc kim phun bị tắc, làm ảnh hưởng đến việc cung cấp nhiên liệu cho động cơ, người dùng nên vệ sinh kim phun hoặc loại trừ trường hợp kim phun bị lỗi, đồng thời kiểm tra hệ thống bơm xăng còn hoạt động tốt không.

2. Lọc gió động cơ bị bám bẩn là một trong những nguyên nhân gây tốn xăng ở ô tô. Để khắc phục tình trạng này, chúng ta nên vệ sinh lọc gió hoặc thay mới nếu cần thiết.

3. Hệ thống ly hợp kém sẽ khiến nhiên liệu tiêu hao bất thường. Do đó, người dùng cần phải bảo dưỡng và cân chỉnh lại cho ly hợp hoạt động hiệu quả hoặc thay mới.

4. Cần kiểm tra hệ thống ống xả, nếu phát hiện đường ống xả bị tắc, nghẹt thì nên mang xe đến các cơ sở, bảo dưỡng để kiểm tra khắc phục hoặc thay thế.

5. Nếu không thay nhớt định kỳ thì chất lượng nhớt sẽ bị giảm khiến khả năng tản nhiệt kém, động cơ xe nóng lên, công suất giảm đi khiến tiêu hao nhiên liệu tăng.

6. Người dùng ô tô nên kiểm tra tình trạng lốp, đảm bảo áp suất lốp được bơm đúng thông số quy định theo khuyến cáo nhà sản xuất. Nếu phát hiện lốp xe bị mòn nên đảo lốp hay thay thế để đảm bảo an toàn.

7. Trường hợp phanh bị bó hoặc bị kẹt sẽ làm tăng ma sát khiến động cơ bị giảm hiệu suất, làm tiêu tốn nhiều nhiên liệu hơn. Trường hợp này ta cần bảo dưỡng hệ thống phanh hoặc thay mới má phanh nếu cần thiết.

8. Bugi chất lượng kém khiến lượng nhiên liệu bị lãng phí và rất hại động cơ do nhiệt độ tăng cao. Người dùng cần kiểm tra bugi thường xuyên, khi phát hiện bị bám muội cần vệ sinh sạch sẽ rồi lắp lại. Trong trường hợp tia lửa ngắn hoặc mầu đỏ thì do bugi đã xuống cấp cần thay thế.

9. Khi nước làm mát không đảm bảo hoặc cảm biến bị lỗi sẽ báo kết quả sai lệch thấp hơn so với nhiệt độ thực tế. Lượng nhiên liệu được phun vào động cơ sẽ nhiều hơn so với bình thường, khiến xe tiêu hao nhiên liệu nhiều hơn. Trong trường hợp này ta cần bảo dưỡng lại hệ thống làm mát ❑

ANH BẮC

Tiếp cận và kết nối đường sắt quốc gia: Khuyến nghị và hành động

Tại Diễn đàn Giao thông bền vững Môi trường Cấp cao (EST) lần thứ 15 diễn ra tại Kuala Lumpur vào cuối tháng 10 vừa qua, Ban tổ chức đã kêu gọi cộng đồng quốc tế hỗ trợ nhiều hơn cho việc thực hiện Tuyên bố Aichi năm 2030 về giao thông bền vững với môi trường - giúp GTVT ở châu Á trở nên bền vững (giai đoạn 2021 - 2030), trong đó GTVT đường sắt là một trong những điểm nhấn tại Diễn đàn. Dưới đây là một số ghi nhận chính tại Diễn đàn khi đánh giá về phát triển giao thông đường sắt.

➢*Thực hiện các chính sách giao thông nhằm thúc đẩy chuyển đổi phương thức sang đường sắt như một "đòn bẩy" để cải thiện kết nối quốc gia với hàm lượng carbon thấp:*

Khi đường sắt được điện khí hóa, việc giảm phát thải sẽ được thực hiện tốt hơn. Đường sắt cao tốc cũng có thể là giải pháp thay thế quan trọng cho các chuyến bay đường ngắn, trong đó việc di chuyển bằng đường hàng không ước tính sẽ thải ra lượng CO_2 trên mỗi hành khách-km, cao gấp 5 đến 6 lần so với di chuyển bằng tàu hỏa.

Rào cản chính đối với điện khí hóa đường sắt chủ yếu đến từ phân khúc vận tải hàng hóa. Các tuyến đường sắt điện khí hóa đòi hỏi mức sử dụng và tỷ lệ lấp đầy/tải hàng cao hơn so với các tuyến đường sắt không chạy điện, đặc biệt đối với việc vận chuyển container đòi hỏi mức chi phí cao.

Đường sắt là một trong những phương thức vận tải tiết kiệm năng lượng nhất và phát thải thấp nhất. Đây là "xương sống" của hệ thống giao thông công cộng hiện đại, sạch hơn, thân thiện với môi trường và khí hậu ở châu Á. Ví dụ, năm 2018, trong khi đường sắt châu Á đáp ứng 6% và 16% nhu cầu vận chuyển hành khách và hàng hóa, nhưng chỉ thải ra 3% lượng khí thải CO_2 trong khi vận hành.

Để đạt được mục tiêu trung hòa carbon vào năm 2050, UIC đề xuất mục tiêu ngắn hạn về cường độ carbon là 7 g/hành khách-km hoặc tấn-km vào năm 2030. Mục tiêu này phù hợp với yêu cầu chuyển đổi bằng 0 của Cơ quan Năng lượng quốc tế (IEA) là 5,4% cho đến năm 2030. Hơn nữa, nghiên cứu mới nhất của Diễn đàn Vận tải Quốc tế (ITF, 2021) chỉ ra rằng mục tiêu này có thể đạt được bằng các chính sách tối ưu và điện khí hóa.

➢*Kết hợp các biện pháp Thích ứng và Phục hồi trong tất cả các bước triển khai đường sắt:*

Quá trình thích ứng ở châu Á nhìn chung đang ở giai đoạn đầu và có xu hướng mang tính phản ứng. Khoảng 57% sáng kiến thích ứng ở đô thị tập trung vào các biện pháp chuẩn bị như nâng cao năng lực, trong khi 43% thành phố còn lại báo cáo đã thực hiện các biện pháp thích ứng thực tế.

Tuyên bố Aichi nêu rõ khả năng phục hồi là một chiến lược xuyên suốt nhằm giải quyết các tác động của thiên tai và biến đổi khí hậu trong lĩnh vực GTVT. Báo cáo cũng khuyến nghị lồng ghép các mục tiêu về khả năng phục hồi vào các quy hoạch tổng thể, tiêu chuẩn và quy định, điều này bao gồm việc tiến hành đánh giá rủi ro kỹ lưỡng để xác định các lỗ hổng, tác động tiềm ẩn và cơ hội tăng cường khả năng phục hồi khí hậu trên tất cả các khía cạnh của hoạt động đường sắt. Các kế hoạch thích ứng cần vạch ra lộ trình rõ ràng để lồng ghép thích ứng với khí hậu vào mọi giai đoạn phát triển đường sắt, từ thiết kế và xây dựng đến vận hành và bảo trì.

Hiện tại, chỉ có 5 quốc gia ở châu Á - Thái Bình Dương đề cập đến đường sắt như một phần trong kế hoạch thích ứng của họ. Việt Nam cũng đã bày tỏ quan ngại các tuyến đường sắt chưa có được sự phát triển so với kỳ vọng. Dự đoán sớm nhu cầu thích ứng và khả năng phục hồi có thể giúp các công ty đường sắt đối phó với những tác động mạnh do các hiện tượng khí hậu cực đoan trong tương lai gây ra, từ đó giúp giảm rủi ro cho hoạt động và cải thiện khả năng phục hồi.

➢*Mua sắm bền vững:*

Mua sắm công chiếm một phần đáng kể trong GDP ở các quốc gia trên toàn thế giới, với ước tính dao động từ khoảng 15 - 40%. Thúc đẩy mua sắm bền vững trong ngành Đường sắt trên khắp các quốc gia châu Á tốt nhất là từ các nguồn của quốc gia và khu vực.

Báo cáo của Quỹ Ellen MacArthur chỉ ra rằng cách tiếp cận nền kinh tế tuần hoàn phù hợp với mua sắm bền vững, có thể giảm 30% mức tiêu thụ nguyên liệu trong ngành Đường sắt, giúp tiết kiệm đáng kể chi phí và giảm tác động đến môi trường. Điều này đạt được thông qua việc ưu tiên các nguồn năng lượng tái tạo, công nghệ tiết kiệm năng lượng và vật liệu ít thải carbon hơn, đặc biệt là giảm phát thải khí nhà kính, giảm thiểu cạn kiệt tài nguyên và ô nhiễm, đồng thời tăng giá trị đồng tiền trong lâu dài.

Để thúc đẩy hoạt động mua sắm bền vững trong lĩnh vực đường sắt cần có một chiến lược toàn diện. Điều này đòi hỏi việc thực hiện các yêu cầu mua sắm xanh rõ ràng; đánh giá toàn diện tác động kinh tế và môi trường của các dự án đường sắt; hợp tác chặt chẽ với các nhà cung cấp, đảm bảo tuân thủ các tiêu chuẩn bền vững và khuyến khích những phát kiến thân thiện với môi trường. Bằng cách áp dụng các thông lệ mua sắm bền vững, các nước châu Á có thể xây dựng các công ty đường sắt có khả năng phục hồi và có trách nhiệm với môi trường nhằm nâng cao mục tiêu xuyên suốt của Tuyên bố Aichi 2030 ❑

PV *(Dịch và lược ghi)*

Thuốc lá điện tử và thuốc lá nung nóng độc hại thế nào?

Đến nay, nhiều người vẫn còn lầm tưởng thuốc lá làm nóng và thuốc lá điện tử là một, do cả hai đều sử dụng thiết bị điện để làm nóng nguyên liệu thuốc lá hoặc dung dịch nicotine hóa lỏng mà không cần phải đốt cháy như thuốc lá điếu. Trên thực tế, thuốc lá làm nóng và thuốc lá điện tử lại hoàn toàn khác nhau về cấu tạo sản phẩm, cơ chế hoạt động và nguyên liệu sử dụng.

Mặc dù thuốc lá làm nóng được sử dụng như là một giải pháp giảm thiểu tác hại cũng như góp phần vào việc kiểm soát tiêu thụ thuốc lá điếu, tuy nhiên các chuyên gia cảnh báo không dùng các sản phẩm này để cai thuốc. Đồng thời, một số quốc gia cho phép thương mại hóa những sản phẩm này cũng yêu cầu nhà sản xuất phối hợp cùng chính phủ thực hiện những biện pháp ngăn ngừa sự tiếp cận của giới trẻ và những người đã cai thuốc. Tại Mỹ, dù cho phép một số sản phẩm thuốc lá làm nóng được thương mại hóa nhưng cơ quan này cũng yêu cầu công ty phải thường xuyên báo cáo các hoạt động thương mại để đảm bảo tuân thủ theo những gì mà cơ quan có thẩm quyền đã chỉ định.

Theo Bộ Y tế, thuốc lá làm nóng tạo ra chất khí độc hại, có nhiều chất độc giống như trong khói thuốc lá điếu thông thường. Tuy thuốc lá nung nóng được nung ở nhiệt độ thấp hơn nhưng vẫn tạo ra một số hóa chất được xếp vào nhóm gây ung thư (acrolein, volatile organic chemicals, acetaldehyde, carbon monoxide, polycyclic aromatic hydrocarbons, heavy metals, formaldehyde...) tương tự như trong khói thuốc lá. Nồng độ một số hóa chất thấp hơn trong thuốc lá điếu thông thường nhưng nồng độ một số hóa chất khác lại cao hơn. Nồng độ hóa chấp thấp không đồng nghĩa với giảm nguy cơ có hại sức khỏe.

Theo đó, thuốc lá làm nóng chỉ làm nóng sản phẩm thuốc lá đặc chế có chứa nguyên liệu thuốc lá bằng thiết bị điện để tạo ra khí hơi (aerosol) có chứa nicotine. Hàm lượng nicotine có trong sản phẩm thuốc lá làm nóng đã được Cơ quan Quản lý thực phẩm và dược phẩm Hoa Kỳ (FDA) thẩm định và phê duyệt là tương đương với thuốc lá điếu. Trong khi đó, thuốc lá điện tử không có chứa nguyên liệu thuốc lá mà chỉ cung cấp nicotine bằng cách hóa hơi dung dịch có chứa hoặc không chứa nicotine.

Theo tài liệu của Bộ Y tế, trong khói thuốc có khoảng 7.000 chất hóa học, trong đó có 69 chất gây ung thư. Những chất độc hại trong khói thuốc bao gồm: nicotine, hắc ín (Tar), carbon moxide (khí CO), benzene, nitrosamines, ammonia, formaldehyde, policy aromatic hydrocarbon (PAH)...

Theo Tổ chức Y tế Thế giới, hút thuốc lá gây ra nhiều bệnh mạn tính và nan y và là nguyên nhân gây tử vong hàng đầu ở cả nam và nữ và là nguyên nhân gây ra 25 nhóm bệnh khác nhau, bao gồm 11 loại ung thư, các bệnh tim mạch, các bệnh về hô hấp và ảnh hưởng sức khỏe sinh sản của cả nam và nữ giới. Ước tính cứ 2 người hút thuốc lá thì có 1 người sẽ chết sớm, trong đó 1/2 số ca tử vong xảy ra ở tuổi trung niên (39 - 65 tuổi). Sử dụng thuốc lá gây 8 triệu ca tử vong mỗi năm trên thế giới, trong đó có 1,2 triệu người chết do các bệnh liên quan đến hút thuốc thụ động. Khoảng 80% số ca tử vong là xảy ra ở các nước đang phát triển. Tổ chức Y tế Thế giới dự báo, nếu không có các biện pháp ngăn chặn kịp thời thì trong thế kỷ 21, tổng số người bị tử vong do những căn bệnh do thuốc lá gây ra sẽ lên tới 1 tỷ người.

Bên cạnh các tác hại về sức khỏe, sử dụng thuốc lá còn gây tổn thất về kinh tế đối với các cá nhân, gia đình và xã hội, bao gồm chi tiêu cho hút thuốc, chi phí cho khám, điều trị bệnh liên quan đến hút thuốc, giảm sút/mất khả năng lao động vì ốm đau và tử vong sớm, gây cháy nổ. Theo ước tính của Tổ chức Y tế Thế giới, tổn thất kinh tế toàn cầu do thuốc lá gây ra mỗi năm là 1.400 tỷ USD. Thuốc lá cũng là nguyên nhân làm cho rừng bị tàn phá và ô nhiễm môi trường. Hàng năm có khoảng 5% diện tích rừng bị phá để trồng cây thuốc lá cũng như lấy gỗ để sấy thuốc lá. Ước tính mỗi năm cần 18 tỷ cây xanh để làm củi sấy thuốc lá. Việc sử dụng thuốc lá thải ra môi trường mỗi năm khoảng từ 3.000 đến 6.000 tấn formaldehyde, từ 12.000 đến 47.000 tấn nicotine và từ 300 đến 600 triệu kg chất thải độc hại của các mẩu thuốc.

Tại Việt Nam, ước tính mỗi năm thuốc lá gây ra hàng trăm nghìn ca bệnh mãn tính và cướp đi sinh mạng của hơn 40.000 người. Con số tử vong do thuốc lá ước tính sẽ tăng lên thành 70.000 ca mỗi năm vào năm 2030 nếu các biện pháp phòng chống tác hại thuốc lá hiệu quả không được thực hiện kịp thời. Tổn thất kinh tế do 5 nhóm bệnh chính liên quan tới thuốc lá (ung thư phổi, ung thư đường tiêu hóa - hô hấp trên, bệnh phổi tắc nghẽn mãn tính, nhồi máu cơ tim, đột quỵ) ước tính đã gây ra con số tổn thất lên tới 1% GDP của nước ta ❑

PV

Ẩn họa thuốc lá điện tử dễ dàng "xâm nhập" vào giới trẻ

Thuốc lá điện tử chưa bao giờ dễ mua như hiện nay, nhiều người nhầm tưởng thuốc lá điện tử không hại như thuốc lá điếu truyền thống, nhưng ít ai nghĩ rằng thuốc lá điện tử còn độc hại và nguy hiểm hơn khi ẩn chứa nhiều nguy cơ bị nghiện các chất tiền ma túy khác.

Thuốc lá điện tử đang đầu độc giới trẻ

Trên các trang mạng xã hội hiện nay tràn lan quảng cáo, mua bán thuốc lá điện tử. Các fanpage như "Thuốc lá điện tử" với 6,3 nghìn thành viên, "Vape"... với 30 nghìn thành viên quảng bá với nhiều hấp dẫn "mua 1, tặng 2" cùng các vị lạ, phê...

Bạn Nguyễn Văn Đạt (ngụ tại Hồ Tây, Hà Nội) cho biết đến với thuốc lá điện tử vì sự đa dạng, tiện dụng của nó, đặc biệt là có rất nhiều loại hương liệu với nhiều mùi vị bạc hà, táo, cam, chanh, vani… theo sở thích, mang "đẳng cấp" riêng biệt. Ngoài ra, thuốc lá điện tử "sạch" hơn rất nhiều thuốc lá truyền thống.

Tiến sỹ Xã hội học Nguyễn Thị Thu Nhường cho biết, hiện nay thuốc lá điện tử quá dễ dàng để có thể mua được và đối tượng người trẻ như học sinh THCS, THPT và sinh viên sử dụng đang ngày càng gia tăng. "Tôi rất ngạc nhiên bởi sự gia tăng nhanh chóng về việc hút thuốc lá điện tử ở lứa tuổi

thanh, thiếu niên. Một trong những nguyên nhân dẫn đến sự gia tăng này có thể là do sự thay đổi đáng kể trong thái độ của công chúng về sự an toàn của thuốc lá điện tử. Họ quảng bá là hương liệu, nhưng chúng ta cũng không thể biết được trong hương liệu đó là những chất gì, ảnh hưởng ra sao. Các bậc phụ huynh không nên chủ quan và phải có nhìn nhận đúng đắn về thuốc lá điện tử. Khi phát hiện con mình sử dụng sản phẩm này nên can thiệp sớm trước khi thanh, thiếu niên mắc phải những biến chứng nặng như rối loạn tâm thần hoặc dẫn đến những hậu quả nguy hiểm khác về sức khỏe.

Hiện nay, Luật Phòng, chống tác hại của thuốc lá không quy định về các sản phẩm "thuốc lá điện tử", "thuốc lá nung nóng", vì vậy các sản phẩm này chưa được phép nhập khẩu, kinh doanh và lưu hành hợp pháp tại Việt Nam.

Theo tài liệu của Bộ Y tế, thuốc lá điện tử có chứa nicotine là một hóa chất gây nghiện cao (một trong những nguyên nhân gây ra các bệnh về tim mạch, hô hấp, tiêu hóa và có khả năng thúc đẩy, hình thành các khối u). Ngoài nicotine, dung dịch thuốc lá điện tử còn có propylene glycol, có thể tạo thành propylene oxide - một chất gây ung thư khi được đun nóng và hóa hơi. Các chất độc hại được tìm thấy trong khói của thuốc lá điện tử như ethylene glycol, aldehydes, hydrocacbon thơm đa vòng, chất đặc biệt gây ung thư nitrosamines, formaldehyde... được tìm thấy trong thuốc trừ sâu, khói xe ô tô... Một số kim loại như chì, bạc, crom, nikel, formaldehyde có hàm lượng tương đương hoặc cao hơn so với thuốc lá thông thường. Vì vậy, thuốc lá điện tử gây hại cho người sử dụng và những người xung quanh.

Theo Tổ chức Y tế Thế giới, mọi sản phẩm thuốc lá đều có hại cho sức khỏe. Sử dụng thuốc lá điện tử gây nghiện nhanh chóng cho người sử dụng, đặc biệt ở những người trẻ tuổi, gây các bệnh cấp tính và mãn tính như bệnh tim mạch, đột quỵ, hô hấp, tiêu hóa, ngộ độc, động kinh, các bệnh về răng miệng và ung thư. Tiếp xúc thụ động với nicotine trong các sản phẩm này cũng gây tác động bất lợi cho sức khỏe bà mẹ và bào thai, ảnh hưởng xấu đối với sự phát triển não bộ bào thai, trẻ em và tuổi vị thành niên.

Ghi nhận tại một số quốc gia đến thời điểm hiện tại cho thấy, sử dụng thuốc lá điện tử gây bệnh cấp và mãn tính nguy hiểm, đặc biệt có liên quan đến hội chứng tổn thương phổi cấp tính. Tại Mỹ, năm 2019, một loạt trường hợp tổn thương phổi nghiêm trọng ở những người sử dụng thuốc lá điện tử được phát hiện. Số ca bệnh tiếp tục tăng và đạt đỉnh 2.807 ca nhập viện vào tháng 2/2020, trong đó có 68 ca tử vong.

Thuốc lá điện tử có sử dụng nhiều hương liệu, hóa chất với các thiết kế đa dạng nên có thể bị lợi dụng để pha trộn ma túy và các chất gây nghiện khác. Thuốc lá điện tử, thuốc lá làm nóng hiện có xu hướng nhắm tới đối tượng là giới trẻ thông qua hình ảnh, phong cách tạo gu thẩm mỹ, xu hướng, ảnh hưởng xấu đến sức khỏe, môi trường, lối sống, hành vi của giới trẻ. Tại Việt Nam, thời gian gần đây, số trường hợp ngộ độc do sử dụng thuốc lá điện tử đã được ghi nhận ở nhiều tỉnh, thành phố. Đáng chú ý, hầu hết các trường hợp xảy ra ở lứa tuổi học sinh, trong đó có cả nữ giới.

Thuốc lá điện tử, thuốc lá nung nóng đặc biệt gây ảnh hưởng xấu đến giới trẻ, đặc biệt là trẻ em vì não bộ của trẻ vẫn đang trong giai đoạn phát triển cho tới tuổi 25, làm suy yếu sự trưởng thành não bộ của thanh thiếu niên với những hậu quả ngắn hạn và hậu quả lâu dài nghiêm trọng, đó là nghiện, rối loạn nhận thức và cảm xúc, giảm khả năng học tập và rối loạn tâm thần. Những thay đổi do nicotine gây ra trong hệ thần kinh khiến người dùng ở nhóm tuổi này dễ bị nghiện nicotine hơn.

Bằng chứng từ các nước cho phép sử dụng thuốc lá điện tử cho thấy thuốc lá điện tử là nguyên nhân cho việc bắt đầu sử dụng thuốc lá điếu thông thường ở thanh, thiếu niên bởi bản chất vẫn là nghiện chất nicotine. Vì vậy, thanh, thiếu niên sử dụng thuốc lá điện tử có nhiều khả năng trở thành người hút thuốc lá điếu thông thường. Thanh, thiếu niên chưa bao giờ hút thuốc nhưng sử dụng thuốc lá điện tử thì tỷ lệ chuyển sang hút thuốc lá điếu thông thường cao hơn từ 2 đến 3,5 lần so với những thanh, thiếu niên chưa từng sử dụng thuốc lá điện tử.

Thuốc lá cho dù là thuốc lá điếu thông thường hay thuốc lá mới như thuốc lá điện tử, thuốc lá nung nóng đều có hại cho sức khỏe con người và là nguyên nhân của nhiều căn bệnh nguy hiểm. Tổ chức Y tế Thế giới khuyến cáo: Không có ngưỡng an toàn cho việc sử dụng các sản phẩm thuốc lá và không có một loại thuốc lá nào là an toàn cho sức khỏe. Các sản phẩm thuốc lá mới như thuốc lá điện tử, thuốc lá nung nóng cũng không phải là sản phẩm ít hại hơn và không phải là sản phẩm giúp cai nghiện thuốc lá điếu thông thường ❑

PV

TUYÊN TUYỀN VỀ XỬ PHẠT VI PHẠM HÀNH CHÍNH TRONG LĨNH VỰC ĐƯỜNG BỘ VÀ CÁC QUY ĐỊNH CÓ LIÊN QUAN VỀ BẢO ĐẢM TRẬT TỰ ATGT

Thanh tra giao thông kiểm tra điều kiện trước khi xe vận tải khách xuất bến

TƯỚC GIẤY PHÉP KINH DOANH 3 THÁNG ĐỐI VỚI NHÀ XE THÀNH BƯỞI

Thanh tra Sở GTVT TP. Hồ Chí Minh đã ban hành quyết định xử phạt đối với Công ty TNHH Thành Bưởi (nhà xe Thành Bưởi) 91 triệu đồng và tước giấy phép kinh doanh 3 tháng. Cụ thể, Thanh tra Sở GTVT TP. Hồ Chí Minh đã kết luận nhà xe Thành Bưởi có 8 hành vi vi phạm hành chính, gồm: Không thực hiện đúng quy trình bảo đảm ATGT theo quy định; kinh doanh vận tải hành khách theo hợp đồng, kinh doanh vận tải khách du lịch nhưng không thực hiện đúng quy định về đón, trả khách tại trụ sở chính, trụ sở chi nhánh, văn phòng đại diện; có bộ phận quản lý theo dõi các điều kiện về ATGT nhưng bộ phận này không thực hiện đầy đủ các nhiệm vụ theo quy định; có lập nhưng không cập nhật đầy đủ, chính xác lý lịch phương tiện theo quy định; có lập nhưng không cập nhật đầy đủ, chính xác lý lịch hành nghề của lái xe theo quy định; sử dụng xe kinh doanh vận tải hành khách theo hợp đồng, xe kinh doanh vận tải khách du lịch có hợp đồng vận chuyển (hợp đồng lữ hành), danh sách hành khách nhưng không bảo đảm yêu cầu theo quy định; sử dụng xe kinh doanh vận tải hành khách theo hợp đồng, xe kinh doanh vận tải khách du lịch mà trên xe không có hợp đồng vận chuyển (hợp đồng lữ hành), danh sách hành khách kèm theo; có tổ chức khám sức khỏe cho lái xe nhưng không đầy đủ các nội dung theo quy định.

TP. HỒ CHÍ MINH: THÍ ĐIỂM XỬ PHẠT NGUỘI TRONG KIỂM SOÁT TẢI TRỌNG XE

Ông Phạm Ngọc Dũng, Chánh Thanh tra giao thông, Sở GTVT TP. Hồ Chí Minh cho biết, bắt đầu từ 10/11, TP. Hồ Chí Minh chính thức sử dụng thiết bị cân tải trọng tự động để xử phạt vi phạm hành chính đối với cá nhân, tổ chức vận tải hàng hóa bằng ô tô khi xe, người lái xe, chủ xe không còn ở hiện trường nơi phát hiện vi phạm (xử phạt "nguội"). Ông Dũng cho biết, việc đẩy mạnh ứng dụng khoa học công nghệ xử phạt "nguội" như trên được đơn vị chủ động báo cáo Bộ GTVT và UBND Thành phố xin làm thí điểm. Như vậy, đến thời điểm hiện tại, TP. Hồ Chí Minh là địa phương đầu tiên trong cả nước triển khai thí điểm xử phạt "nguội" xe chở quá tải. Thời gian thực hiện thí điểm 1 năm. Sau khi kết thúc, Sở GTVT sẽ tổng kết, đánh giá kết quả để tham mưu, đề xuất UBND TP. Hồ Chí Minh phương án tổ chức thực hiện phù hợp.

TRÀ VINH: XỬ LÝ 13 TRƯỜNG HỢP VI PHẠM ĐIỀU KIỆN KINH DOANH VẬN TẢI

Ông Dương Văn Ni, Giám đốc Sở GTVT tỉnh Trà Vinh cho biết, qua đợt

tổng kiểm soát xe ô tô kinh doanh vận tải hành khách và vận tải hàng hóa bằng container, Thanh tra Sở GTVT đã phối hợp với Phòng CSGT, Công an tỉnh kiểm tra 71 trường hợp. Trong đó, phát hiện và lập biên bản vi phạm hành chính 13 trường hợp, với các hành vi vi phạm như: Người điều khiển xe tham gia kinh doanh vận tải hàng hóa không có lệnh vận chuyển bằng văn bản giấy theo quy định; để hàng hóa trong khoang hành khách; thu tiền vé nhưng không trao vé cho hành khách; không có đủ dụng cụ thoát hiểm; không có đủ thiết bị chữa cháy; niêm yết không đầy đủ theo quy định trên xe ô tô chở hành khách về khối lượng hành lý miễn cước; dừng xe nơi có biển "cấm dừng xe và đỗ xe"; không có dụng cụ thoát hiểm (CSGT lập biên bản vi phạm hành chính). Sở GTVT thu hồi 19 phù hiệu xe ô tô kinh doanh vận tải vi phạm tốc độ thông qua trích xuất dữ liệu từ thiết bị giám sát hành trình gắn trên xe; chấn chỉnh, nhắc nhở 25 trường hợp.

BẢO ĐẢM ATGT KHU VỰC NÚT GIAO KM20+900 QL28

Nhằm đảm bảo ATGT tại khu vực nút giao km20+900 QL28, tỉnh Bình Thuận, Cục Đường bộ Việt Nam đề nghị Khu Quản lý đường bộ IV sử dụng nguồn kinh phí bảo dưỡng thường xuyên để thực hiện xử lý ngay với giải pháp bổ sung sơn kẻ mặt đường, sửa chữa bổ sung biển báo hiệu, gờ giảm tốc..., hoàn thành việc xử lý trong tháng 11/2023. Đồng thời, tăng cường kiểm tra, theo dõi việc thực hiện các biện pháp đảm bảo ATGT trên tuyến; phối hợp chặt chẽ với Phòng CSGT tỉnh, Sở GTVT, Ban ATGT tỉnh và các cơ quan liên quan theo dõi, đánh giá hiệu quả để kịp thời điều chỉnh giải pháp cho phù hợp. Theo báo cáo của Khu Quản lý đường bộ IV, nút giao tại km20+900 QL28 có dạng chữ Y giữa QL28 với ĐT714, nguyên nhân chủ yếu gây mất ATGT là do dân cư sống tập trung dọc hai bên đường, xây dựng, họp chợ, buôn bán lấn chiếm lòng, lề đường, hành lang ATGT đường bộ. Ngoài ra, việc người điều khiển phương tiện tham gia giao thông không chú ý quan sát, không giữ khoảng cách an toàn khi qua nút giao, không đi đúng làn đường, phần đường theo quy định, phóng nhanh, vượt ẩu cũng là một nguyên nhân gây mất ATGT.

LẮP LƯỚI CHỐNG VẬT RƠI TRÊN CAO TỐC TP. HỒ CHÍ MINH - TRUNG LƯƠNG

Qua báo cáo của Khu Quản lý đường bộ IV, hiện trên tuyến cao tốc TP. Hồ Chí Minh - Trung Lương có 11 cầu vượt trực thông, trong đó Sở GTVT tỉnh Long An quản lý 8 cầu (7 cầu tiếp nhận từ Bộ GTVT năm 2012, 1 cầu đầu tư xây dựng mới), Sở GTVT tỉnh Tiền Giang quản lý 3 cầu (tiếp nhận từ Bộ GTVT năm 2012). Trước đề nghị của Bộ Công an về việc lắp lưới chắn vật rơi tại 10 cầu vượt cao tốc TP. Hồ Chí Minh - Trung Lương nhằm đảm bảo ATGT, Cục Đường bộ Việt Nam đề nghị Sở GTVT tỉnh Long An, Tiền Giang rà soát, nghiên cứu phương án lắp đặt lưới chống vật rơi tại các cầu vượt trực thông đường cao tốc thuộc phạm vi quản lý, đồng thời báo cáo, đề nghị Ban ATGT tỉnh Long An, Tiền Giang chỉ đạo, phối hợp với các cơ quan chức năng của địa phương tăng cường công tác tuyên truyền vận động người dân khu vực không tụ tập trên các cầu vượt, có biện pháp ngăn chặn và xử lý kịp thời tình trạng ném đá xuống đường cao tốc; giao Khu Quản lý đường bộ IV phối hợp với Ban ATGT tỉnh Long An, Tiền Giang, Sở GTVT tỉnh Long An, Tiền Giang và các cơ quan chức năng tại các địa phương triển khai thực hiện các nội dung liên quan, bảo đảm ATGT trên đường cao tốc, các cầu vượt trực thông do địa phương quản lý.

TP. HỒ CHÍ MINH XỬ PHẠT 92 TRƯỜNG HỢP VI PHẠM TRONG NGÀY

Lực lượng liên ngành Công an và Thanh tra giao thông trong ngày 6/11 đã tiến hành kiểm tra hoạt động vận tải hành khách trên toàn địa bàn Thành phố. Cụ thể, lực lượng chức năng đã kiểm tra 437 trường hợp, phát hiện và lập biên bản xử phạt 92 trường hợp vi phạm với số tiền phạt hơn 120 triệu đồng, tạm giữ 1 phương tiện, tước quyền sử dụng giấy phép lái xe có thời hạn 3 trường hợp, tước phù hiệu có thời hạn 3 trường hợp.

Trong đó, đã xử lý 69 trường hợp vi phạm về dừng, đỗ xe; 4 trường hợp để hàng hóa trong khoang hành khách; 3 trường hợp vi phạm điều khiển xe vận chuyển hành khách theo hợp đồng sử dụng hợp đồng bằng văn bản giấy không có hoặc không mang theo danh sách hành khách theo quy định, 16 trường hợp vi phạm khác...

CHƯA MỞ DẢI PHÂN CÁCH GIỮA TẠI KM12+352 QL19B

Cục Đường bộ Việt Nam chưa đồng ý với đề nghị của Sở GTVT tỉnh Bình Định về việc mở dải phân cách giữa tại km12+352 QL19B. Theo đó, tại điểm đấu nối từ Đường S1- dự án Laimian - Khu kinh tế Nhơn Hội vào QL19B (sau đây gọi là đấu nối từ Khu kinh tế Nhơn Hội vào QL19B) tại km12+352 (bên phải tuyến) đã được UBND tỉnh Bình Định phê duyệt điều chỉnh, bổ sung tại Quyết định số 349/QĐ-UBND ngày 8/2/2023. QL19B hiện đang được Sở GTVT tỉnh Bình Định quản lý, khai thác. Nhằm bảo đảm trật tự, ATGT trên tuyến QL19B nói chung và nút giao đấu nối từ Khu kinh tế Nhơn Hội vào QL19B nói riêng, trước mắt chưa mở dải phân cách giữa tại km12+352/QL19B; đề nghị Sở GTVT tỉnh Bình Định kiểm tra thực tế hiện trường, rà soát lưu lượng xe ra, vào nút giao thông để chấp thuận thiết kế và phương án tổ chức giao thông nút giao đấu nối từ Khu kinh tế Nhơn Hội vào QL19B tại km12+352 (bên phải tuyến) cho phù hợp với thực tế.

TUYÊN TUYỀN VỀ XỬ PHẠT VI PHẠM HÀNH CHÍNH TRONG LĨNH VỰC ĐƯỜNG BỘ VÀ CÁC QUY ĐỊNH CÓ LIÊN QUAN VỀ BẢO ĐẢM TRẬT TỰ ATGT

NHIỀU ĐƠN VỊ CHƯA CHẤP HÀNH QUY ĐỊNH NỘP PHÙ HIỆU

Ngày 6/11/2023, Sở GTVT Hà Nội đã ban hành Văn bản số 6167/SGTVT-QLVT về việc phối hợp, thực hiện việc kiểm tra, xử lý các trường hợp vi phạm thông qua hệ thống giám sát hành trình gửi cơ quan các tỉnh, thành phố và các đơn vị liên quan.

Được biết, trên địa bàn Thành phố còn tồn tại một số đơn vị kinh doanh vận tải chưa nghiêm túc thực hiện đầy đủ các quy định về quy trình đảm bảo ATGT, đặc biệt là bộ phận quản lý và theo dõi ATGT của các đơn vị vận tải dẫn đến tình trạng vi phạm về thời gian làm việc của lái xe, truyền dữ liệu giám sát hành trình, vi phạm tốc độ. Từ đầu năm đến nay, Sở GTVT Hà Nội đã ban hành 10 văn bản để chấn chỉnh, thu hồi phù hiệu, biển hiệu của các đơn vị kinh doanh vận tải theo quy định. Tuy nhiên, chỉ có một số đơn vị vận tải chấp hành việc thu hồi và giao nộp phù hiệu, biển hiệu của các xe đã bị xử lý vi phạm về Sở. Một số đơn vị vận tải chưa chấp hành việc thu hồi và giao nộp phù hiệu, biển hiệu theo quy định như: Hợp tác xã Vận tải Đại Lâm có phương tiện vi phạm tới 7.216 lần, Hợp tác xã Dịch vụ Vận tải xe Đại Nam 7.182 lần, Hợp tác xã Vận tải xe Đô Thành 5.797 lần, Hợp tác xã Vận tải xe Hồng Hà 3.906 lần, Hợp tác xã Dịch vụ Thiên Trường 2.197 lần...

XÂY DỰNG HÀNG RÀO BẢO VỆ HÀNH LANG CẦU LONG BÌNH - CHREY THOM

Trước đề nghị của Sở GTVT tỉnh An Giang về xây dựng hàng rào kiên cố bảo vệ hai bên hành lang cầu Long Bình - Chrey Thom trên QL91C, nhằm ngăn chặn hành vi ném hàng hóa nhập lậu từ trên cầu xuống bên dưới, trèo qua lan can cầu để đột nhập trái phép, Cục Đường bộ Việt Nam ủng hộ về chủ trương xây dựng công trình trên, tuy nhiên việc chấp thuận xây dựng cần đảm bảo các trình tự, thủ tục, thành phần hồ sơ theo quy định tại khoản 4, Điều 13, Văn bản số 33/VBHN-BGTVT ngày 21/7/2022 của Bộ GTVT về quản lý và bảo vệ kết cấu hạ tầng giao thông đường bộ. Ngoài ra, để có cơ sở xem xét giải quyết, yêu cầu Sở GTVT tỉnh An Giang hướng dẫn chủ đầu tư công trình xây dựng hàng rào nêu trên hoàn thiện hồ sơ theo quy định và gửi về Cục Đường bộ Việt Nam; phối hợp với chủ đầu tư công trình xây dựng hàng rào nêu trên rà soát hồ sơ thiết kế, tiến hành kiểm tra thực tế hiện trường; làm rõ vị trí, quy mô xây dựng từng hạng mục thi công thuộc công trình xây dựng hàng rào nêu trên trong phạm vi bảo vệ kết cấu hạ tầng giao thông QL91C; đánh giá mức độ ảnh hưởng của việc thi công công trình hàng rào tới ATGT, an toàn kết cấu công trình đường bộ và công tác quản lý, bảo trì trên cầu Long Bình - Chrey Thom và QL91C.

Được biết, cầu Long Bình - Chrey Thom trên QL91C thuộc thị trấn Long Bình, huyện An Phú, tỉnh An Giang khánh thành và đưa vào sử dụng năm 2017 nối liền 2 tỉnh An Giang (Việt Nam) và Kandal (Campuchia), tạo điều kiện thông thương cho khu vực cửa khẩu Khánh Bình, góp phần phát triển các mặt kinh tế, văn hóa, xã hội cho nhân dân hai tỉnh của hai đất nước.

BẢO ĐẢM ATGT TẠI NÚT GIAO CHỢ ĐỆM, TỈNH LONG AN

Trước phản ánh "Thời gian đèn tín hiệu giao thông tại nút giao Chợ Đệm (đường dẫn cao tốc TP. Hồ Chí Minh - Trung Lương và đường Võ Văn Tần) chưa hợp lý, gây ùn ứ khi phương tiện tăng đột biến", Cục Đường bộ Việt Nam yêu cầu Khu Quản lý đường bộ IV sớm hoàn thành việc rà soát, phân loại và lập hồ sơ đề nghị điều chuyển tài sản về địa phương quản lý, khai thác đối với cụm đèn tín hiệu giao thông nút giao Chợ Đệm đường dẫn cao tốc TP. Hồ Chí Minh - Trung Lương theo yêu cầu của Cục Đường bộ Việt Nam tại Văn bản số 5914/CĐBVN-TC ngày 31/8/2023.

Trong thời gian thực hiện các công việc liên quan về bàn giao tài sản, Khu Quản lý đường bộ IV tiếp tục phối hợp với các cơ quan chức năng của TP. Hồ Chí Minh (Ban ATGT, Sở GTVT, Phòng CSGT...) theo dõi thời gian phân pha và chu kỳ đèn, điều chỉnh phù hợp lưu lượng giao thông; hạn chế ùn tắc giao thông, tăng cường các giải pháp bảo đảm giao thông khu vực nút giao.

RÀ SOÁT LẠI TOÀN BỘ ĐƠN VỊ KINH DOANH VẬN TẢI HÀNH KHÁCH

Cục Đường bộ Việt Nam vừa có văn bản gửi Sở GTVT TP. Hồ Chí Minh đề nghị tiếp tục tăng cường công tác quản lý hoạt động vận tải bằng ô tô trên địa bàn.

Theo Cục Đường bộ Việt Nam, để từng bước lập lại trật tự hoạt động vận tải, đảm bảo ATGT, nâng cao chất lượng dịch vụ vận tải đáp ứng nhu cầu đi lại trên địa bàn TP. Hồ Chí Minh..., Cục Đường bộ Việt Nam đề nghị Sở GTVT TP. Hồ Chí Minh tiếp tục rà soát lại toàn bộ các đơn vị kinh doanh vận tải hành khách theo hợp đồng trên địa bàn và xử lý các xe vận chuyển khách theo hợp đồng nhưng không thông báo về Sở GTVT theo quy định; đồng thời tiếp nhận và tổng hợp các thông báo thực hiện hợp đồng của các đơn vị kinh doanh vận tải hành khách theo hợp đồng bằng văn bản hoặc qua thư điện tử (email) của Sở GTVT hoặc trên cổng thông tin doanh nghiệp vận

tải và đối chiếu với dữ liệu trên hệ thống thiết bị giám sát hành trình của Sở GTVT để tiếp tục phát hiện, có biện pháp xử lý ngay những trường hợp vi phạm theo quy định. Trường hợp số lượng dữ liệu lớn, Cục Đường bộ Việt Nam đề nghị Sở GTVT TP. Hồ Chí Minh có phương án tách việc tiếp nhận làm nhiều kênh, trong đó đặc biệt chú trọng kiểm tra, giám sát đến các đơn vị lớn, nhiều phương tiện hoạt động, thường xuyên vi phạm.

KIỂM TRA DỮ LIỆU VI PHẠM VỀ THỜI GIAN LÀM VIỆC CỦA LÁI XE

Ông Đào Việt Long, Phó Giám đốc Sở GTVT Hà Nội cho biết, Sở đã yêu cầu các đơn vị kinh doanh vận tải trên địa bàn thực hiện nghiêm quy định của pháp luật về kinh doanh và điều kiện kinh doanh vận tải bằng xe ô tô, trong đó tập trung công tác đôn đốc quản lý lái xe, bộ phận ATGT thực hiện đúng trách nhiệm theo quy định của pháp luật. Theo đó, đối với các đơn vị có vi phạm trong quá trình thực hiện hoạt động kinh doanh vận tải phải thực hiện việc rà soát, kiểm tra kết quả khai thác dữ liệu vi phạm về thời gian làm việc của lái xe, truyền dữ liệu giám sát hành trình, vi phạm tốc độ của của đơn vị có phương tiện vi phạm. Trường hợp dữ liệu có nghi vấn bất thường, các đơn vị phải có văn bản báo cáo cụ thể về Sở GTVT.

KHẨN TRƯƠNG CẬP NHẬT DỮ LIỆU NHẰM XỬ PHẠT "NGUỘI"

Cục Đường bộ Việt Nam vừa có văn bản gửi các sở GTVT trên toàn quốc khẩn trương cập nhật dữ liệu thuộc thẩm quyền của Thanh tra giao thông nhằm nghiên cứu, triển khai nộp phạt vi phạm giao thông trên VNeID và phối hợp với các cơ quan của Bộ Công an trong việc xây dựng các giải pháp ứng dụng VNeID liên quan đến xử phạt vi phạm hành chính trong lĩnh vực đường bộ. Cục Đường bộ Việt Nam đề nghị các sở GTVT tiếp tục cập nhật đầy đủ thông tin của các quyết định xử phạt hành chính thuộc thẩm quyền của Thanh tra Sở GTVT lên hệ thống thông tin xử lý vi phạm hành chính của Bộ GTVT, tích hợp với Cổng Dịch vụ công Quốc gia. Trong quá trình thực hiện nếu có khó khăn vướng mắc yêu cầu phản ảnh về Cục Đường bộ Việt Nam (qua Phòng Pháp chế - Thanh tra) để tổng hợp, điều chỉnh hoàn thiện hệ thống.

HẢI PHÒNG: THU HỒI 65 PHÙ HIỆU CỦA 51 DOANH NGHIỆP VẬN TẢI

Sở GTVT Hải Phòng vừa ban hành quyết định thu hồi phù hiệu đối với 65 phương tiện thuộc 51 đơn vị vận tải do vi phạm tốc độ trong tháng 8/2023. Trong đó, có 43 phương tiện là xe container, 17 xe hợp đồng (trong đó Công ty TNHH Vận tải Hoàng Long có 10 xe), 3 xe vận tải tuyến cố định và 3 xe tải. Cá biệt, xe mang BKS 15F-00953 (xe hợp đồng) của Công ty TNHH Vận tải Hoàng Long vi phạm 219 lần trong tháng, tiếp đến là xe BKS 15H-01211 (xe container) của Công ty TNHH Dịch vụ giao nhận vận tải Tuấn Khôi vi phạm 176 lần trong tháng, xe BKS 15B-03772 (xe hợp đồng) cũng của Công ty TNHH Vận tải Hoàng Long vi phạm 132 lần trong tháng.

Đồng thời, Sở GTVT Hải Phòng yêu cầu các doanh nghiệp tổ chức kiểm điểm chấn chỉnh công tác quản lý hoạt động của bộ phận theo dõi ATGT, yêu cầu đội ngũ lái xe nghiêm chỉnh chấp hành các quy định về tốc độ và thời gian lái xe, thường xuyên kiểm tra thiết bị giám sát hành trình để bảo đảm duy trì tình trạng kỹ thuật tốt, hoạt động liên tục và truyền dẫn dữ liệu theo quy định trong suốt quá trình tham gia giao thông.

BỘ GTVT: THÀNH LẬP 4 ĐOÀN KIỂM TRA HOẠT ĐỘNG KINH DOANH VẬN TẢI BẰNG Ô TÔ

Ngày 14/11, Bộ GTVT đã công bố kế hoạch tổ chức kiểm tra hoạt động kinh doanh vận tải bằng ô tô nhằm nâng cao hiệu lực, hiệu quả và tăng cường công tác quản lý nhà nước bằng ô tô, góp phần đảm bảo trật tự ATGT và kiềm chế TNGT đường bộ.

Theo đó, Bộ thành lập 4 đoàn kiểm tra gồm: Đoàn kiểm tra số 1 do Thanh tra Bộ tổ chức kiểm tra tại các Sở GTVT: Vĩnh Phúc, Phú Thọ, Bắc Ninh, Bắc Giang, Thái Nguyên, Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa Thiên - Huế, Tây Ninh, Long An, Tiền Giang, Vĩnh Long, Hậu Giang, An Giang, Kiên Giang. Đoàn kiểm tra số 2 do Vụ Vận tải tổ chức kiểm tra tại các Sở GTVT: Hưng Yên, Lạng Sơn, Bắc Kạn, Cao Bằng, Tuyên Quang, Hà Giang, Nghệ An, Hà Tĩnh, Ninh Thuận, Bình Thuận, Đồng Nai, Bình Dương, Bà Rịa - Vũng Tàu, Bạc Liêu, Cà Mau.

Đoàn kiểm tra số 3, số 4 do Cục Đường bộ Việt Nam tổ chức kiểm tra tại các Sở GTVT: Hà Nội, Hải Phòng, Hải Dương, Quảng Ninh, Hòa Bình, Sơn La, Điện Biên, Lai Châu, Lào Cai, Yên Bái, Hà Nam, Nam Định, Thái Bình, Ninh Bình, Thanh Hóa, Đà Nẵng, Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Định, Phú Yên, Khánh Hòa, Kon Tum, Gia Lai, Đắk Lắk, Đắk Nông, Bình Phước, Lâm Đồng, Đồng Tháp, Cần Thơ, Sóc Trăng, Bến Tre, Trà Vinh, TP. Hồ Chí Minh.

Thời gian kiểm tra từ ngày 1/1/2022 đến hết thời điểm kiểm tra và các đoàn phải kết thúc đợt kiểm tra trước ngày 5/2/2024 ❑ **PV**

TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM

Nỗ lực cho mục tiêu "Trường đại học trọng điểm Quốc gia"

Hòa trong không khí hân hoan của ngành Giáo dục và Đào tạo cả nước hướng tới Kỷ niệm 41 năm ngày Nhà giáo Việt Nam (20/11/1982 - 20/11/2023), những ngày này, các thế hệ cán bộ, giảng viên và sinh viên Trường Đại học Hàng hải Việt Nam đang tích cực thi đua lập thành tích chào mừng ngày lễ đặc biệt này.

Môi trường giảng dạy, học tập khoa học, hiện đại thiết thực và hiệu quả tại Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

KHẲNG ĐỊNH VỊ THẾ, CHẤT LƯỢNG TRONG ĐÀO TẠO VÀ HUẤN LUYỆN

Những năm qua, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam luôn trú trọng công tác đào tạo, huấn luyện, số lượng sinh viên trúng tuyển những năm gần đây luôn vượt chỉ tiêu đề ra, điểm chuẩn của nhiều chuyên ngành đã vươn lên Top các trường dẫn đầu cả nước, qua đó khẳng định thương hiệu và chất lượng đào tạo của Nhà trường trong định hướng phát triển trở thành một trường đại học đa ngành, có uy tín trong khu vực và trên thế giới, là điểm đến tin cậy của người học.

Hiện nay, Nhà trường đang đào tạo 47 chương trình đại học, 17 chương trình cao học, 8 chương trình nghiên cứu sinh liên quan trực tiếp đến kinh tế biển với hơn 17.000 sinh viên và học viên. Môi trường giảng dạy, học tập được thiết lập một cách khoa học, hiện đại, tiên tiến, thiết thực và hiệu quả. Chuẩn đầu ra của sinh viên tốt nghiệp theo chuẩn quốc tế đúng cam kết và đáp ứng yêu cầu xã hội, kết quả tỷ lệ sinh viên tốt nghiệp của Nhà trường có việc làm đạt trên 90%.

Đi liền với đó, công tác kiểm định chất lượng cũng được Nhà trường đặc biệt coi trọng. Vừa qua, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam là một trong số ít các trường đại học đã hoàn thành Kiểm định chất lượng Cơ sở giáo dục chu kỳ 2 và đã được cấp Giấy chứng nhận kiểm định ngày 19/9/2023.

Chất lượng đào tạo của Nhà trường không ngừng được nâng cao còn thể hiện thông qua việc các đội tuyển Olympic quốc gia tiếp tục giành được giải cao, trong đó có 32 giải thưởng cá nhân. Trong 4 năm liên tiếp, Nhà trường có 5 sinh viên đoạt giải quán quân Cuộc thi Tin học Văn phòng Thế giới (MOS World Championship) tại Việt Nam. Đặc biệt, năm 2023, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam tự hào có 2 quán quân quốc gia cuộc thi này và đã đại diện Việt Nam tham dự Vòng Chung kết Thế giới diễn ra ở Florida, Hoa Kỳ, xuất sắc giành 1 Huy chương Bạc Thế giới nội dung MOS Excel 2016, thành tích cao nhất toàn đoàn Việt Nam.

Đây là những con số biết nói ấn tượng, khẳng định chất lượng đào tạo của Nhà trường trong định hướng phát triển trở thành một trường đại học đa ngành nghề, có uy tín trong khu vực và trên thế giới, là điểm đến tin cậy của người học.

CHÚ TRỌNG ĐẦU TƯ VÀ ĐỔI MỚI HOẠT ĐỘNG KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

Trong lộ trình xây dựng trường đại học trọng điểm quốc gia và đổi mới căn bản, toàn diện giáo dục đào tạo, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam xác định: Khoa học công

nghệ đóng vai trò then chốt, góp phần khẳng định uy tín, vị thế của Nhà trường.

Khoa học công nghệ đóng vai trò then chốt, góp phần khẳng định uy tín, vị thế của Nhà trường

Năm vừa qua, các nhà khoa học của trường đã thực hiện 125 đề tài nghiên cứu cấp Trường; 14 đề tài, nhiệm vụ khoa học cấp Bộ, cấp Thành phố và tương đương. Nhiều bài báo đã được đăng trên các tạp chí quốc tế chuyên ngành có uy tín, trong đó 56 bài được đăng trên các tạp chí thuộc danh mục ISI/Scopus và tạp chí quốc tế khác.

ĐẨY MẠNH ĐỐI NGOẠI VÀ HỢP TÁC QUỐC TẾ

Trong năm học vừa qua, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam đã tập trung đẩy mạnh, tăng cường các hoạt động hợp tác quốc tế, giúp nâng cao vị thế Nhà trường trên trường quốc tế. Nhà trường đã vinh dự được đón tiếp ông Kitack Lim - Tổng Thư ký Tổ chức Hàng hải Quốc tế (IMO) đến thăm và làm việc. Bên cạnh đó, Nhà trường đã tiếp đón đại sứ từ nhiều quốc gia như: Vương quốc Anh và Bắc Ailen, Hà Lan, Hàn Quốc, Nam Phi...

Tổng Thư ký Tổ chức Hàng hải Quốc tế (IMO) đến thăm và làm việc với Nhà trường

Bên cạnh các mối quan hệ hợp tác truyền thống, Nhà trường không ngừng mở rộng hợp tác thông qua việc Ký kết Biên bản hợp tác cùng các đối tác về giáo dục và các doanh nghiệp lớn như: Biên bản hợp tác về đào tạo và hợp tác nghiên cứu khoa học với Đại học Công nghệ Gdansk (Ba Lan) - ngôi trường xếp thứ 2 trong số 10 trường trọng điểm tại Ba Lan; Biên bản hợp tác về nghiên cứu khoa học và trao đổi cán bộ, giảng viên với Hội đồng Nghiên cứu Quốc gia Ý - CNR Italy; Biên bản hợp tác cùng Tổng công ty Dịch vụ Kỹ thuật dầu khí Việt Nam PTSC... Đặc biệt, với kết quả của việc ký kết biên bản hợp tác với Trường Đại học Tasmania (Úc) - ngôi trường nằm trong Top 10 trường đại học tốt nhất tại Úc về nghiên cứu và giảng dạy, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam đã bắt đầu triển khai chương trình liên kết chuyển tiếp đào tạo 2 + 2 cùng Trường Đại học Tasmania, mở ra các cơ hội đào tạo và huấn luyện trong môi trường mới cho sinh viên Nhà trường.

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam không ngừng nâng cao trình độ và chất lượng của đội ngũ cán bộ, giảng viên và sinh viên thông qua việc cử cán bộ, giảng viên và sinh viên đi học tập, trao đổi ngắn hạn tại nước ngoài qua các chương trình như: Cử 1 giảng viên và 9 sinh viên tham gia Chương trình trao đổi khoa học Sakura tại Trường Đại học Công nghệ Nagaoka; cử 1 giảng viên tham gia Chương trình đào tạo giảng viên hàng hải tại Nhật Bản năm 2023 (SECOJ); cử đoàn 4 cán bộ, giảng viên và 3 sinh viên trao đổi tại Italy, đoàn 2 cán bộ tham gia trao đổi tại Estonia trong khuôn khổ chương trình Erasmus+ của Liên minh châu Âu (EU); cử 1 cán bộ đại diện cho Hiệp hội các Trường Đại học Hàng hải Thế giới (IAMU) tham dự Phiên họp số 107 của Ủy ban An toàn Hàng hải của Tổ chức Hàng hải Quốc tế (IMO)...

Cũng trong năm học vừa qua, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam đã tiếp nhận 2 nghiên cứu sinh Hàn Quốc theo học tiến sỹ tại trường, cùng với sinh viên từ rất nhiều quốc gia đến và đăng ký học tập theo hệ đại học, cao học như: Đức, Hàn Quốc, Nam Phi, Mozambique, Nigeria, Lào, Mianma..., góp phần đa dạng văn hóa và tạo nên môi trường học tập chuẩn quốc tế.

Lễ ký kết hợp tác với Đại học Công nghệ Gdansk

KHUYẾN KHÍCH, DUY TRÌ TỔ CHỨC TỐT CÁC HOẠT ĐỘNG XÃ HỘI

Bên cạnh chương trình đào tạo và huấn luyện, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam còn chú trọng tổ chức các hoạt động xã hội nhằm đẩy mạnh các phong trào mang tinh thần tập thể, đoàn kết, hướng tới hình ảnh môi trường giáo dục năng động, đa dạng, sáng tạo như: Các hoạt động Lễ dâng hương tại Đài tưởng niệm Liệt sỹ Thanh niên xung phong Ngã Ba Cò Nòi; định kỳ tổ chức các ngày hội hiến máu, nhân rộng các hành động đẹp của cán bộ, giảng viên và sinh viên Nhà trường; Chương trình gặp gỡ và giao lưu với Đội tuyển Bóng đá nữ Việt Nam và cơ hội được đá giao hữu trên sân vận động Lạch Tray giữa đội tuyển Trường Đại học Hàng hải Việt Nam và Đội tuyển Bóng đá nữ Việt Nam vào ngày 11/9/2023...

Với những nỗ lực phấn đấu, năm học 2022 - 2023, Nhà trường đã được Chính phủ tặng "Cờ thi đua Chính phủ", được Bộ GTVT tặng danh hiệu Tập thể Lao động xuất sắc. Bên cạnh đó, có 31 cá nhân đã được tặng Bằng khen và các danh hiệu thi đua cấp Bộ, Thành phố.

Với những kết quả đạt được trong thời gian qua là tiền đề để Trường Đại học Hàng hải Việt Nam đặt mục tiêu trong thời gian tới sẽ trở thành trung tâm đào tạo nguồn nhân lực trình độ cao, nghiên cứu khoa học và chuyển giao công nghệ của đất nước cũng như trong khu vực, góp phần vào việc thực hiện thành công Nghị quyết số 30/NQ-TW về "Phát triển kinh tế - xã hội, đảm bảo quốc phòng - an ninh vùng đồng bằng sông Hồng đến năm 2030, tầm nhìn đến 2045", trong đó nêu rõ "Xây dựng Trường Đại học Hàng hải Việt Nam là trường đại học trọng điểm quốc gia" ❑ **PV**

TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI

Quản trị số nâng cao chất lượng, vị thế

Đẩy mạnh hợp tác quốc tế mở ra nhiều cơ hội trong nghiên cứu, ứng dụng khoa học công nghệ tại Trường Đại học GTVT

BẢO CHÂU

Chuyển đổi số là xu thế tất yếu, giải pháp quan trọng, yếu tố sống còn để tăng cường chất lượng giảng dạy, nghiên cứu khoa học và nâng cao hiệu quả quản lý, điều hành. Xác định được tầm quan trọng đó, Trường Đại học GTVT đã chú trọng đầu tư, đi tắt đón đầu với mục tiêu phát triển hệ thống quản trị số, nâng cao hiệu quả, hiệu lực hoạt động của nhà trường; cung ứng các dịch vụ giáo dục và đào tạo, nghiên cứu khoa học, chuyển giao công nghệ trên nền tảng giáo dục số.

TĂNG CƯỜNG HIỆU QUẢ QUẢN TRỊ SỐ

Trong bối cảnh hội nhập quốc tế sâu rộng hiện nay, chuyển đổi số là vấn đề sống còn đối với các quốc gia, tổ chức, doanh nghiệp trên toàn thế giới. Trong lĩnh vực giáo dục, chuyển đổi số đã tạo nên nhiều bước ngoặt phát triển, mở ra nhiều phương thức giáo dục mới thông minh, hiệu quả hơn, đồng thời tiết kiệm chi phí cho người học.

PGS. TS. Nguyễn Ngọc Long - Hiệu trưởng Trường Đại học GTVT khẳng định: "Chuyển đổi số là xu thế tất yếu, giải pháp quan trọng, yếu tố cần thiết để tăng cường chất lượng giảng dạy, nghiên cứu khoa học và nâng cao hiệu quả công tác quản lý, điều hành, khẳng định vị thế của Nhà trường trong hội nhập quốc tế".

Từ đó, Trường Đại học GTVT đề ra mục tiêu chiến lược và lộ trình cụ thể cho từng lĩnh vực. Xét trên khía cạnh quản trị đại học, ba đỉnh của tam giác quản lý cần được thực hiện tốt, bao gồm: Triết lý quản trị, trong đó trọng tâm tự chủ trong quản trị đại học; huy động nguồn lực tài chính cho công tác quản trị và hiệu quả tài chính trong công tác quản trị; kỹ thuật của công tác quản trị, trong đó hai nội dung rất quan trọng là vấn đề xây dựng hành lang pháp lý thông qua hệ thống văn bản quản trị và vấn đề ứng dụng công nghệ thông tin để nâng cao hiệu quả quản trị, mà cốt lõi là vấn đề chuyển đổi số. "Để cùng phân tích và tìm kiếm giải pháp tốt nhất cho từng vấn đề trên, những năm qua, Trường Đại học GTVT đã tổ chức nhiều hội thảo với các nội dung như: "Quản trị đại học", "Nâng cao chất lượng quản lý", "Các giải pháp tăng cường nguồn lực tài chính", "Tự chủ đại học ở cấp đơn vị"... Năm 2023, sau những thành công bước đầu của việc xây dựng, hoàn thiện hệ thống văn bản hành chính, tạo hành lang pháp lý cho công tác quản trị đại học, Nhà trường tiếp tục lựa chọn chủ đề có tính cốt lõi của quản trị hiện đại là "Chuyển đổi số", PGS. TS Nguyễn Ngọc Long nhấn mạnh.

Nhận thức được tầm quan trọng của chuyển đổi số, từ những năm 2018, Trường Đại học GTVT đã tập trung thực hiện nhiều dự án lớn phục vụ nâng cấp hạ tầng và tăng cường năng lực hạ tầng công nghệ thông tin và cơ sở vật chất phục vụ công tác quản lý và đào tạo, nghiên cứu khoa học. Trường Đại học GTVT đã tập trung đầu tư thực hiện các dự án hạ tầng công nghệ thông tin nhằm cải thiện cả về cấu trúc hệ thống, năng lực chuyển mạch tốc độ cao, hoạt động thông suốt, ổn định và độ bảo mật cao, khả năng dự phòng lớn. Với hạ tầng truyền dẫn nội bộ mới và hiện đại này hoàn toàn có thể đáp ứng được nhu cầu đòi hỏi truyền dẫn tốc độ cao của các ứng dụng công nghệ thông tin trong tương lai.

GIẢI PHÁP LÂU DÀI MANG TÍNH CHIẾN LƯỢC

Nhằm đồng bộ hóa hạ tầng công nghệ thông tin với hệ thống cơ sở vật chất phục vụ giảng dạy, thời gian qua, Trường Đại học GTVT được Bộ Giáo dục và Đào tạo đầu tư dự án xây dựng hệ thống phòng học thông minh. Song song với việc đầu tư cho hạ tầng, Nhà trường đã chú trọng phát triển các phần mềm quản lý. Từ năm 2020, Trường Đại học GTVT xác định xây dựng quản

Chuyển đổi số là hướng đi chiến lược để nâng tầm giá trị và hội nhập thành công

trị theo mô hình Nhà trường điện tử. Theo đó, Nhà trường đã đầu tư Dự án Khung kiến trúc nhà trường điện tử với 4 phân hệ quản trị đầu tiên được xây dựng thuộc các lĩnh vực: Quản lý hành chính, tổ chức quản trị, quản lý khoa học công nghệ và quản lý cơ sở vật chất.

Trong lĩnh vực tổ chức quản trị, Nhà trường đã và đang triển khai các phần mềm: Quản lý nhân sự; hệ thống Usmart được phát triển trên nền tảng của hệ thống văn phòng điện tử; triển khai áp dụng chữ ký số, chứng thư số; triển khai nhiều dịch vụ công trực tuyến cấp độ 3, một số dịch vụ công trực tuyến đạt cấp độ 4; các phần mềm đánh giá, xếp loại viên chức và đánh giá thi đua của cán bộ, viên chức.

Đặc biệt, đối với lĩnh vực đào tạo và quản lý sinh viên, Nhà trường đã triển khai các phần mềm: Nhập học trực tuyến; quản lý đào tạo; lập kế hoạch - thời khóa biểu; đăng ký học; đánh giá rèn luyện sinh viên; đánh giá cố vấn học tập; lấy ý kiến phản hồi của người học; đánh giá giảng viên... Đối với lĩnh vực khoa học công nghệ, Nhà trường đã triển khai các phần mềm: Quản lý đề tài; đăng ký đề tài; quản lý giờ khoa học; quản lý sáng kiến; quản lý lý lịch khoa học; quản lý sở hữu trí tuệ...

Mặc dù Nhà trường đã luôn quan tâm, chú trọng đầu tư cho hạ tầng công nghệ thông tin và hệ thống các phần mềm quản lý, tuy nhiên, do đặc thù của một trường đại học công lập, các dự án được đầu tư phụ thuộc nhiều vào nguồn vốn ngân sách nhà nước và bị phân kỳ theo nhiều năm nên hệ thống chưa thật sự đồng bộ, đặc biệt là hệ thống phần mềm quản lý. Do đó, còn rất nhiều hạn chế trong việc tổng hợp thông tin, tính liên thông quản lý cũng như việc chuẩn hóa và xây dựng cơ sở dữ liệu dùng chung data warehouse.

"Để tháo gỡ những khó khăn trên, Trường Đại học GTVT xác định mục tiêu chuyển đổi số nhằm phát triển hệ thống quản trị số, nâng cao hiệu quả, hiệu lực của hoạt động quản trị nhà trường; cung ứng các dịch vụ giáo dục và đào tạo, nghiên cứu khoa học, chuyển giao công nghệ trên nền tảng giáo dục số; phát triển xã hội số trong sinh viên, thu hẹp khoảng cách giữa sinh viên với sinh viên, giữa sinh viên với giảng viên, giữa giảng viên - sinh viên với Nhà trường và giữa Nhà trường với xã hội", PGS. TS. Nguyễn Thanh Chương - Phó Hiệu trưởng Trường Đại học GTVT chia sẻ.

Bên cạnh đó, chuyển đổi số phải đảm bảo các nguyên tắc thống nhất và chuẩn hóa được kho dữ liệu của toàn trường; kết nối được các hệ thống vận hành với kho dữ liệu được chuẩn hóa; xây dựng được các mô hình, quy chuẩn cho các hệ thống/mô-đun sẽ được phát triển trong tương lai; phát triển cơ chế phân quyền - truy xuất tài nguyên đồng nhất trên toàn hệ thống, đảm bảo không ảnh hưởng đến các hệ thống đang vận hành ổn định đã có và đảm bảo việc cập nhật dữ liệu được quản lý chặt chẽ; xây dựng theo hướng nền tảng (Platform), giúp cho việc tích hợp, mở rộng dễ dàng và hiệu quả với các phân hệ đã có sẵn cũng như phân hệ mới trong tương lai. Quan điểm như trên sẽ đảm bảo được tính kế thừa tất cả các phần mềm, hệ thống nghiệp vụ đơn lẻ đã có và đang vận hành tốt, ổn định, đồng thời hướng tới một nền tảng tổng thể eUTC cho phép liên thông một hệ thống cơ sở dữ liệu được chuẩn hóa.

Có thể nói, chuyển đổi số trong Trường Đại học GTVT cần được xem là giải pháp lâu dài mang tính chiến lược, gắn với những cải cách mạnh mẽ, triệt để trong giảng dạy, học tập, nghiên cứu khoa học và quản trị trường đại học. Trong hoạt động chuyển đổi số, quan trọng nhất không phải là công nghệ và đầu tư kinh phí mà chính là quyết tâm chính trị cao nhất của ban lãnh đạo, người đứng đầu cơ sở giáo dục và nhận thức sẵn sàng thay đổi của đội ngũ viên chức giảng viên trong Nhà trường.

Thời gian tới, Trường Đại học GTVT tiếp tục chú trọng vào công tác chuyển đổi số để đạt được nhiều thành tựu hơn nữa, góp phần vào việc thực hiện thành công kế hoạch chuyển đổi số chung của Nhà trường, tiến tới đại học số và nhà trường thông minh nhằm nâng cao chất lượng giảng dạy, nghiên cứu khoa học và hiệu quả trong công tác quản lý, điều hành, khẳng định vị thế của Trường Đại học GTVT trong hội nhập quốc tế, trung tâm đào tạo, nghiên cứu và chuyển giao công nghệ hàng đầu về GTVT của Việt Nam ❑

VinFast thắng lớn tại Better Choice Awards 2023

ANH BẮC

Hai mẫu ô tô điện của VinFast là VF 6 và VF 9 lần lượt được vinh danh là "Xe phổ thông tiêu biểu cho gia đình" và "Xe dẫn đầu xu hướng" tại lễ trao giải Better Choice Awards 2023, diễn ra tại Trung tâm Đổi mới Sáng tạo Quốc gia cơ sở Hòa Lạc (NIC) vào tối 29/10/2023.

Trong đêm Gala, ông Trần Duy Đông, Thứ trưởng Bộ Kế hoạch và Đầu tư đã trao Cúp và Bằng khen cho bà Hồ Thanh Hương, Tổng Giám đốc VinFast thị trường Việt Nam

Sở hữu ngoại hình bề thế, uy nghi nhưng không kém phần thời trang, đẳng cấp, VinFast VF 9 là sự lựa chọn của thế hệ "chủ tịch mới" tại Việt Nam

VINFAST VF 9 CHIẾN THẮNG Ở HẠNG MỤC QUAN TRỌNG NHẤT

Được các chuyên gia xe hàng đầu trong Hội đồng Thẩm định Chung khảo đánh giá xuất sắc vượt trội so với 8 đối thủ nặng kí, VinFast VF 9 là mẫu xe được xướng tên ở hạng mục "Xe dẫn đầu xu hướng" với 5,317 điểm. Số điểm được tổng hợp từ 65.228 lượt bình chọn của người tiêu dùng và 2,146 điểm từ Hội đồng Thẩm định Chung khảo. Vị trí thứ 2 và 3 lần lượt thuộc về VinFast VF 6 (4,989 điểm) và Lexus RX (4,652 điểm). Tổng điểm không quá chênh lệch cho thấy sự cạnh tranh khốc liệt ở hạng mục quan trọng nhất của Car Choice Awards thuộc hệ thống Giải thưởng Better Choice Awards 2023.

Ra mắt thị trường Việt Nam tháng 10/2022, VinFast VF 9 nhanh chóng trở thành mẫu xe tiên phong mở ra nhiều xu hướng mới trên thị trường ô tô Việt Nam nhờ sở hữu công nghệ tiên tiến, khả năng vận hành mạnh mẽ, tiện nghi vượt tầm phân khúc và mang đến nhiều chính sách bán hàng, hậu mãi vượt trội.

"Xe dẫn đầu xu hướng" VinFast VF 9 có khả năng bứt tốc và sức kéo vượt trội, khi sở hữu 2 mô-tơ điện cùng hệ dẫn động 2 cầu, cho tổng công suất lên tới 402 mã lực, mô-men xoắn cực đại 620 Nm, tương đương các mẫu

siêu xe. Pin dung lượng 92 kWh cho tầm vận hành 423 km/lần sạc (theo tiêu chuẩn WLTP), hỗ trợ công nghệ sạc nhanh từ 10% lên 70% pin chỉ trong 26 phút.

Mẫu e-SUV hạng sang của VinFast được trang bị hệ thống tính năng an toàn tiên tiến, mang đến sự an tâm cho người sử dụng như: Hệ thống 11 túi khí, phát hiện sự hiện diện của trẻ em, có thể tự ngắt túi khí khi có ghế an toàn cho trẻ dưới 3 tuổi; hệ thống hỗ trợ người lái nâng cao ADAS với 20 tính năng thông minh, trong đó có tính năng hỗ trợ di chuyển khi ùn tắc, hỗ trợ lái trên đường cao tốc (cấp độ 2), điều chỉnh tốc độ thông minh, nhận biết biển báo giao thông, hỗ trợ giữ làn khẩn cấp, hệ thống giám sát lái xe...

Ngoài ra, mẫu SUV điện full-size của VinFast còn sở hữu loạt tính năng thông minh vượt trội như: Gọi cứu hộ tự động và dịch vụ hỗ trợ trên đường; giám sát và cảnh báo xâm nhập trái phép; chẩn đoán lỗi thông minh; giám sát xe theo thời gian thực; tương tác và điều khiển xe với trợ lý ảo, tích hợp điều khiển các thiết bị nhà thông minh; thiết lập, theo dõi và ghi nhớ hồ sơ người lái; cập nhật phần mềm từ xa...

VINFAST VF 6 - XE PHỔ THÔNG TIÊU BIỂU CHO GIA ĐÌNH

Ở hạng mục "Xe phổ thông tiêu biểu cho gia đình", VinFast VF 6 chiến thắng áp đảo với 5,300 điểm, nhận được 60.435 lượt bình chọn từ người tiêu dùng và 2,146 điểm từ Hội đồng Thẩm định Chung khảo. Kết quả này cao hơn Hyundai Palisade (4,371 điểm) và Kia Carnival (3,774 điểm).

Mặc dù mới ra mắt một tháng, VinFast VF 6 đã nhanh chóng thu hút sự chú ý của nhiều gia đình và giới chuyên môn nhờ thiết kế thanh lịch và tinh tế đậm chất châu Âu, hệ truyền động mạnh nhất phân khúc, trang bị an toàn, tính năng thông minh vượt trội, cùng chi phí lăn bánh và vận hành tiết kiệm.

VF 6 có thiết kế gọn gàng, giúp tối ưu khi di chuyển trong phố. Trong khi đó, trục cơ sở của VF 6 dài nhất phân khúc giúp không gian cabin tối ưu cho mọi gia đình. Nội thất xe được

Ông Nguyễn Mạnh Thắng, thành viên của Hội đồng Thẩm định Chung khảo trao Cúp cho bà Hồ Thanh Hương, Tổng Giám đốc VinFast thị trường Việt Nam

VinFast VF 6 sở hữu thiết kế đậm chất châu Âu, động cơ mạnh nhất phân khúc, trang bị nhiều tiện ích và tính năng an toàn cùng chi phí vận hành tối ưu

chăm chút tỉ mỉ với những mảng màu tối giản cùng chất liệu da cao cấp tạo cảm giác dễ chịu cho người dùng.

Mẫu xe này được trang bị màn hình thông tin giải trí kích thước 12,9 inch cùng hệ thống hiển thị kính lái HUD mang lại sự tiện dụng cho người dùng. Để bảo vệ sức khỏe người dùng, VF 6 được trang bị hệ thống điều hòa tự động có chức năng ion hóa không khí, lọc không khí cabin Combi 1.0.

Khả năng vận hành của VF 6 được đánh giá là ấn tượng với công suất lên đến 201 mã lực, mô-men xoắn cực đại 310 Nm. Trong khi di chuyển, người dùng sẽ hoàn toàn yên tâm với loạt tính năng an toàn như chống bó cứng phanh ABS, phân phối lực phanh điện tử EBD, cân bằng điện tử ESC... Đặc biệt, VF 6 nổi trội nhờ được trang bị hệ thống trợ lái nâng cao (ADAS) với các tính năng hiện đại như: Cảnh báo điểm mù, hỗ trợ đỗ phía trước/sau, hệ thống camera sau, giám sát xung quanh… Dự kiến đầu năm 2024, hãng sẽ cập nhật miễn phí thêm các tính năng ADAS như: Hỗ trợ lái trên cao tốc, hỗ trợ và kiểm soát đi giữa làn, giám sát hành trình thích ứng, nhận diện biển báo giao thông, phanh tự động khẩn cấp...

Ngoài ra, VinFast VF 6 còn được trang bị gói dịch vụ VF Connect với hàng loạt tính năng thông minh như: Thiết lập, theo dõi hồ sơ người lái; gọi cứu hộ tự động; trợ lý ảo tương tác bằng giọng nói tiếng Việt đa vùng miền; giải trí gia đình và văn phòng...

Không chỉ nổi trội về thiết kế, động cơ, công nghệ thông minh, cả hai mẫu xe VF 6 và VF 9 đều có mức giá và chi phí vận hành tiết kiệm. Điển hình, mẫu VF 6 chỉ có chi phí thuê pin khoảng 600 đồng/km và phí sạc pin khoảng 500 đồng/km, tương đương mức nhiên liệu của xe máy và thấp hơn tối thiểu 2 lần so với ô tô sử dụng động cơ đốt trong.

Đặc biệt, khách hàng mua ô tô điện VinFast còn được hưởng những đặc quyền hậu mãi hàng đầu thị trường như: Chính sách bảo hành xe 10 năm (VF 9) hoặc 7 năm (VF 6); cứu hộ 24/7, sửa chữa lưu động (Mobile Service), sạc pin lưu động 24/7 (Mobile Charging), chính sách cam kết mua lại sau 5 năm sử dụng...

Đúng như tên gọi của Giải thưởng Better Choice Awards, với những ưu điểm của mình, VinFast VF 6 và VF 9 đã mang đến cho khách hàng những lựa chọn đẳng cấp và "tốt hơn" so với chi phí mà họ bỏ ra, đồng thời "tốt hơn" so với những gì đang có trên thị trường ❑

Hợp nhất Thông tư Quy định về tiêu chuẩn, nhiệm vụ, quyền hạn; nội dung, chương trình đào tạo các chức danh nhân viên đường sắt trực tiếp phục vụ chạy tàu; điều kiện, nội dung, quy trình sát hạch và cấp, cấp lại, thu hồi giấy phép lái tàu trên đường sắt

Bộ GTVT vừa ban hành Văn bản hợp nhất số 58/VBHN-BGTVT ngày 10/11/2023 Thông tư Quy định về tiêu chuẩn, nhiệm vụ, quyền hạn đối với chức danh nhân viên đường sắt trực tiếp phục vụ chạy tàu; nội dung, chương trình đào tạo đối với cơ sở đào tạo các chức danh nhân viên đường sắt trực tiếp phục vụ chạy tàu; điều kiện, nội dung, quy trình sát hạch và cấp, cấp lại, thu hồi giấy phép lái tàu trên đường sắt.

Theo đó, Thông tư số 15/2023/TT-BGTVT ngày 30/6/2023 của Bộ trưởng Bộ GTVT quy định về tiêu chuẩn, nhiệm vụ, quyền hạn đối với chức danh nhân viên đường sắt trực tiếp phục vụ chạy tàu; nội dung, chương trình đào tạo đối với cơ sở đào tạo các chức danh nhân viên đường sắt trực tiếp phục vụ chạy tàu; điều kiện, nội dung, quy trình sát hạch và cấp, cấp lại, thu hồi giấy phép lái tàu trên đường sắt, có hiệu lực thi hành kể từ ngày 1/9/2023 được sửa đổi, bổ sung bởi:

Thông tư số 26/2023/TT-BGTVT ngày 29/9/2023 của Bộ trưởng Bộ GTVT sửa đổi, bổ sung một số điều của Thông tư số 15/2023/TT-BGTVT ngày 30/6/2023 của Bộ trưởng Bộ GTVT quy định về tiêu chuẩn, nhiệm vụ, quyền hạn đối với chức danh nhân viên đường sắt trực tiếp phục vụ chạy tàu; nội dung, chương trình đào tạo đối với cơ sở đào tạo các chức danh nhân viên đường sắt trực tiếp phục vụ chạy tàu; điều kiện, nội dung, quy trình sát hạch và cấp, cấp lại, thu hồi giấy phép lái tàu trên đường sắt.

Thông tư ban hành 3 quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về phương tiện giao thông đường sắt

Ngày 3/11/2023, Bộ GTVT đã ban hành Thông tư số 30/2023/TT-BGTVT ban hành 3 quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về phương tiện giao thông đường sắt.

Theo đó, ban hành kèm theo Thông tư này 3 quy chuẩn kỹ thuật quốc gia sau:

Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về yêu cầu an toàn kỹ thuật và bảo vệ môi trường đối với phương tiện giao thông đường sắt trong quá trình khai thác sử dụng. Số hiệu: QCVN 15:2023/BGTVT.

Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về yêu cầu kỹ thuật và quy định kiểm tra đối với đầu máy diesel, phương tiện chuyên dùng tự hành khi sản xuất, lắp ráp và nhập khẩu. Số hiệu: QCVN 16:2023/BGTVT.

Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về kiểm tra toa xe, phương tiện chuyên dùng không tự hành khi sản xuất, lắp ráp và nhập khẩu. Số hiệu: QCVN 18:2023/BGTVT.

Thông tư này có hiệu lực thi hành từ ngày 21/12/2023 và bãi bỏ Thông tư số 67/2011/TT-BGTVT ngày 29/12/2011 của Bộ trưởng Bộ GTVT về việc ban hành 3 quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về phương tiện giao thông đường sắt, Thông tư số 30/2018/TT-BGTVT ngày 14/5/2018 của Bộ trưởng Bộ GTVT về việc ban hành 2 quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về phương tiện giao thông đường sắt.

Hợp nhất Thông tư quy định về việc vận chuyển hàng không và hoạt động hàng không chung

Bộ GTVT vừa ban hành Văn bản hợp nhất số 55/VBHN-BGTVT hợp nhất Thông tư quy định về việc vận chuyển hàng không và hoạt động hàng không chung.

Theo đó, Thông tư số 81/2014/TT-BGTVT ngày 30/12/2014 của Bộ trưởng Bộ GTVT quy định về việc vận chuyển hàng không và hoạt động hàng không chung, có hiệu lực kể từ ngày 1/3/2015, được sửa đổi, bổ sung bởi: Thông tư số 21/2020/TT-BGTVT ngày 28/9/2020 sửa đổi, bổ sung một số điều của Thông tư số 81/2014/TT-BGTVT ngày 30/12/2014 của Bộ trưởng Bộ GTVT quy định về việc vận chuyển hàng không và hoạt động hàng không chung, Thông tư số 14/2015/TT-BGTVT ngày 27/4/2015 của Bộ trưởng Bộ GTVT quy định về việc bồi thường ứng trước không hoàn lại trong vận chuyển hành khách bằng đường hàng không và Thông tư số 33/2016/TT-BGTVT ngày 15/11/2016 của Bộ trưởng Bộ GTVT quy định về việc báo cáo hoạt động và báo cáo số liệu trong ngành Hàng không dân dụng Việt Nam, có hiệu lực kể từ ngày 15/11/2020; Thông tư số 19/2023/TT-BGTVT ngày 30/6/2023 của Bộ trưởng Bộ GTVT sửa đổi, bổ sung, bãi bỏ một số điều của các Thông tư quy định liên quan đến vận tải hàng không, có hiệu lực kể từ ngày 1/9/2023; Thông tư số 28/2023/TT-BGTVT ngày 29/9/2023 của Bộ trưởng Bộ GTVT sửa đổi, bổ sung một số điều của các Thông tư trong lĩnh vực hàng không dân dụng, có hiệu lực kể từ ngày 29/9/2023.

Văn bản hợp nhất Thông tư quy định về quản lý và bảo đảm hoạt động bay

Ngày 3/11/2023, Bộ GTVT đã ban hành Văn bản hợp nhất số 53/VBHN-BGTVT Thông tư số 19/2017/TT-BGTVT của Bộ trưởng Bộ GTVT quy định về quản lý và bảo đảm hoạt động bay.

Thông tư số 19/2017/TT-BGTVT ngày 6/6/2017 của Bộ trưởng Bộ GTVT quy định về quản lý và bảo đảm hoạt động bay, có hiệu lực kể từ ngày 1/8/2017, được sửa đổi, bổ sung bởi: 1) Thông tư số 32/2021/TT-BGTVT ngày 14/12/2021 của Bộ trưởng Bộ GTVT sửa đổi, bổ sung một số điều của Thông tư số 19/2017/TT-BGTVT ngày 6/6/2017 của Bộ trưởng Bộ GTVT quy định về quản lý và bảo đảm hoạt động bay, có hiệu lực kể từ ngày 2/2/2022; 2) Thông tư số 28/2023/TT-BGTVT ngày 29/9/2023 của Bộ trưởng Bộ GTVT sửa đổi, bổ sung một số điều của các Thông tư trong lĩnh vực hàng không dân dụng, có hiệu lực kể từ ngày 29/9/2023 ❑