

TẠP CHÍ

# GIAO THÔNG

ISSN 2354-0818

CƠ QUAN CỦA BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI

Tập 64 số 9/2024 (745) | tapchigiaothong.vn | E-ISSN 2615-9791

vận tải

Làm gì để hình thành thói quen  
đi lại bằng đường sắt đô thị?



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

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

**HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP**

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

**TÒA SOẠN**

106 Thái Thịnh - Đống Đa - Hà Nội

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

**Hành chính Trị sự**

Điện thoại: (024) 3942.6389

Fax: (024) 3822.1153

Email: tapchigiaothong1960@gmail.com

**Truyền thông**

Điện thoại: (024) 3822.0392

Email: phongtruyenthong.gtv@gmail.com

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

**Thư ký - Biên tập**

Điện thoại: (024) 3942.0744

Email: phongtkts.gtv@gmail.com

**Văn phòng Phóng viên**

**Thường trú miền Trung và Tây Nguyên**

16 Lý Tự Trọng, quận Hải Châu, TP. Đà Nẵng

Điện thoại: 0914.228.918

**Văn phòng Phóng viên**

**Thường trú miền Nam**

17A Hồng Hà, quận Tân Bình, TP. Hồ Chí Minh

**PHÒNG PHÓNG VIÊN - TẠP CHÍ ĐIỆN TỬ**

Điện thoại: (024) 3942.8737

Email: phongpv.gtv@gmail.com

Giấy phép số 465/GP-BTTTT

do Bộ Thông tin và Truyền thông cấp ngày

26/09/2022

Tài khoản: Tạp chí Giao thông vận tải 11800001700

- 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: Làm gì để hình thành thói quen đi lại  
bằng đường sắt đô thị?**

Trình bày bìa: Sinh Nguyễn



# GIAO THÔNG

## TRANSPORT MAGAZINE vận tải

# Mục lục

CONTENTS THÁNG 9 (NĂM THỨ 64)

04

**Cận cảnh đường sắt đô thị - phương thức vận chuyển khách công cộng mới ở Thủ đô**

A close look at the urban railway: A new method of public transportation method in the Capital.

HOÀNG THẠCH

06

**Hành khách cần gì ở đường sắt đô thị?**

What do passengers need from urban railways?

VIỆT CƯỜNG - HOÀNG THẠCH

08

**Tăng kết nối - "Chìa khóa" mở cửa đầu vào, đầu ra cho đường sắt đô thị**

Increasing connectivity - the "key" to opening the entry and exit for urban railways

BẢO CHÂU

10

**Làm gì để hình thành thói quen đi lại mới?**

How to form new commuting habits?

HOÀNG NGÂN

12

**Đường sắt đô thị là "động mạch chủ" của mạng lưới giao thông đô thị nhiều nước trên thế giới**

Urban railways are the "main arteries" of the urban transportation network in many countries in the world.

CHÂU THÀNH

14

**Giải bài toán căn cơ để Hà Nội bớt ùn tắc giao thông**

Solving the fundamental problem to reduce traffic jams in Hanoi.

BÌNH MINH

16

**Cần 3.000 tỷ đồng để sửa chữa hạ tầng giao thông hư hỏng do bão số 3**

3,000 billion VND is required to repair transportation infrastructure damaged by Storm No. 3

VŨ THÀNH VŨ

18

**Ước lượng mật độ phổ công suất của đường ray không phẳng thuận theo biên dạng đứng cho đường sắt quốc gia Việt Nam**

Estimation of power spectral density of vertical profile track irregularity for national railways of Vietnam

ThS. NCS. NGUYỄN ĐỨC TÂM  
GS. TS. PHẠM VĂN KÝ; TS. MAI TIẾN CHINH

22

**Sử dụng tham số dao động và mạng nơ-ron nhân tạo (ANN) xếp hạng tải trọng cho cầu dầm I dự ứng lực**

Using vibration parameters and artificial neural network (ANN) for load rating of prestressed I-beam bridges

ThS. NCS. ĐÀM MINH HÙNG; PGS. TS. NGUYỄN HỮU HÙNG

26

**Xây dựng cơ sở thí nghiệm và phương pháp thí nghiệm xác định mức độ suy giảm mật cắt của cọc thép trong môi trường biển Việt Nam**

Establishing the experimental basis and experimental methods to determine the degree of cross-sectional deterioration of steel piles in the marine environment of Vietnam

PGS. TS. NGUYỄN THỊ TUYẾT TRINH; ThS. NCS. LÊ TRUNG HIẾU

30

**Nghiên cứu một số chỉ tiêu cơ lý của cát biển dùng trong xây dựng nền đường ô tô ở khu vực phía Nam**

An investigation into physical-mechanical properties of sea sand used in roadbed construction in the Southern region of Vietnam

TS. NGUYỄN ĐỨC TRỌNG; KS. TRẦN TRỌNG NHÂN

# Mục lục

CONTENTS

THÁNG 9

(NĂM THỨ 64)

- 34** Đánh giá đặc trưng biến dạng của vật liệu bê tông nhựa mặt đường sử dụng phụ gia RWPLAST@S  
Evaluation of deformation characteristics of asphalt concrete pavement using RWplast@S additives  
**TS. NGUYỄN PHƯỚC MINH**
- 39** Phục hồi dữ liệu cảm biến trong giám sát sức khỏe kết cấu ứng dụng học mạng nơ-ron tích chập kết hợp mạng nơ-ron hồi qui  
Recovery of sensor data in supervising of structure strength using integrated neuron networks combined with **regressive** neuron networks  
**TS. NGUYỄN THỊ CẨM NHUNG**  
**ThS. NCS. TRẦN QUANG MINH**
- 43** Nghiên cứu đánh giá hiệu quả tiết kiệm năng lượng và giảm phát thải khí nhà kính của quá trình sản xuất hỗn hợp carboncor asphalt  
Research on evaluation of energy saving and greenhouse gas emission reduction efficiency of carboncor asphalt mixture production process  
**TS. NGUYỄN NGỌC LÂN; ThS. MAI ĐÌNH LỘC**  
**TS. LƯU THỊ YẾN; TS. NGUYỄN VĂN TƯỜNG**
- 48** Xây dựng đường cong cắt và phân tích các tham số của đường cong cắt từ thí nghiệm cắt phẳng dính bám lớp phủ bê tông asphalt trên bản mặt cầu bê tông  
Development of shearing curves and analyses shear curve parameters using direct shear test data of bond coat for asphalt overlay on concrete bridge decks  
**ThS. NCS. ĐÌNH QUANG TRUNG**  
**PGS. TS. TRẦN THỊ KIM ĐĂNG; TS. NGÔ NGỌC QUÝ**
- 53** Nghiên cứu tổng quan về vật liệu khoáng tự nhiên và nhân tạo làm đường ô tô sử dụng vật liệu địa phương tỉnh Ninh Thuận  
Review on natural and artificial mineral materials using local materials from Ninh Thuan Province Dich bị thiếu  
**ThS. PHẠM MINH TÂN; TS. VÕ NHẬT LÂN**
- 56** Ứng dụng thuật toán D8 và GIS xác định lưu vực thoát nước mưa tại TP. Hồ Chí Minh  
Applying D8 algorithms and GIS to identify rainwater drainage basins in Ho Chi Minh City  
**ThS. NGUYỄN HỮU ĐỨC; ThS. NGUYỄN VĂN TUẤN**
- 59** Nghiên cứu xây dựng bản đồ chuyên đề bằng phương pháp Cartogram  
Research on development of thematic maps using the Cartogram method  
**ThS. MAI THỊ DUYẾN; ThS. LÊ THÙY LINH**
- 63** Ứng dụng phần mềm mã mở QGIS biên tập bản đồ hiện trạng sử dụng đất từ bản đồ địa chính  
Application of open source QGIS for developing current land use maps from cadastral maps  
**TS. NGUYỄN VĂN KHÁNH**  
**ThS. NGUYỄN THỊ THUẬN; BÙI MINH KHA**
- 66** Đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến phản lực gối đỡ hệ trục tàu thủy: Tính toán biểu tượng gặp phương pháp số  
Evaluation of factors affecting the reaction force of a ship's shaft system: Symbolic computation vs. Numerical method  
**TS. CAO ĐỨC THIỆP**  
**ThS. LÊ ĐÌNH DŨNG; ThS. BÙI THỊ HẰNG**
- 70** Nghiên cứu tính toán phân bố tải trọng lên các chân chống cần trục bánh lốp khi làm việc  
An investigation into load distribution on outriggers of mobile cranes during working Xem lại  
**PGS. TS. PHẠM TRỌNG HÒA**  
**ThS. PHẠM ANH TUẤN**  
**ThS. LÊ TOÀN THẮNG**
- 74** Ứng dụng phần mềm Hs tính toán khối lượng san lấp mặt bằng tại Khu Công nghiệp An Phước - Đồng Nai  
Application of Hs quantity calculation softwares for siteclearance of An Phước - Đồng Nai Industrial zone  
**ThS. TRỊNH NGỌC HÀ**
- 78** Nghiên cứu xác định mức phát thải khí từ hoạt động của dòng xe tại nút giao Láng Hạ - Thái Hà  
A study on the estimation of emission levels from the traffic flow at Láng Hạ - Thái Hà Intersection  
**ThS. LƯƠNG THANH TÂM; TS. VŨ PHƯƠNG THẢO**
- 82** Nghiên cứu đánh giá khả năng bảo mật hệ thống CBTC sử dụng mô hình mạng Petri  
Evaluating the security capabilities of the CBTC system using the Petri net  
**ThS. PHẠM HỒNG QUÂN**
- 86** Nâng cao hiệu suất hệ thống PV áp mái nhà ga tuyến metro Bến Thành - Suối Tiên bằng tích hợp bộ điều khiển tái cấu trúc kết nối các tấm quang điện  
Enhancing the performance of the rooftop PV system at the Ben Thanh - Suoi Tien metro line by integrating a reconfiguration controller for photovoltaic panel  
**ThS. LÂM QUANG THÁI**  
**TS. TRẦN XUÂN TRƯỜNG**  
**TS. AN THỊ HOÀI THU ANH**
- 90** Nghiên cứu xây dựng bản đồ lan truyền bụi và nitơ dioxide cho các cơ sở sản xuất tại Khu Công nghiệp Song Khê - Nội Hoàng  
Development of dust and no2 spreading maps for production facilities in Song Khe - Noi Hoang industrial park  
**ThS. NGUYỄN THỊ HỒNG HƯƠNG**  
**TS. NGUYỄN THU HUỖN**  
**ThS. NGUYỄN PHƯƠNG TÚ**
- 94** Nghiên cứu đặc trưng thoát hiểm từ phòng tối theo nhóm tuổi - trường hợp nghiên cứu ở An Giang  
A study on the typical escape characteristics from dark rooms by age groups - a case study in An Giang province  
**ThS. NGUYỄN MINH THIÊN**  
**TS. TRẦN VŨ TỰ**
- 97** Xây dựng mô hình mô phỏng thủy lực và quá trình vận chuyển bùn cát khu vực ven biển Hải Phòng - Nam Định bằng phần mềm MIKE 21/3 FM Couple  
Development of hydrodynamic simulation model as well as sand and sediment transport simulation model in the coastal area of Hai Phong - Nam Dinh by MIKE 21/3 FM Couple  
**TS. NGUYỄN XUÂN LONG**
- 100** Nghiên cứu xác định cơ chế bồi lấp, xói lở tuyến luồng Cái Mép - Thị Vải  
Estimation of the filling and erosion in Cái Mép - Thị Vải route  
**TS. NGUYỄN THỊ DIỄM CHI**

# 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

- 104** Nghiên cứu ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) và Internet kết nối vạn vật (IIoT) để phát triển hệ thống kiểm soát ra vào cho khu đô thị thông minh  
Application of artificial intelligence and Internet of things in access control systems in smart urban residential area  
**ThS. PHẠM NGỌC DUY  
CN. NGUYỄN PHƯƠNG ĐÔNG; CN. VŨ THỊ MÙI**
- 108** Nghiên cứu, phát triển hệ thống thi trực tuyến phòng chống gian lận cho trường đại học  
Researching and developing an anti-cheating online exam system for university  
**ThS. PHẠM NGỌC DUY; PHAN VIỆT VŨ**
- 112** Xác định thông số thủy động lực của tàu trong hạ thủy trên triển dọc ứng dụng phương pháp CFD  
Application of CFD method for identifying longitudinal hydrodynamic parameters for ship launching  
**TS. LÊ THANH BÌNH  
ThS. BÙI THANH DANH  
TS. ĐỖ TẮT MẠNH**
- 115** Nghiên cứu lập trình mô phỏng, tính toán phương án tối ưu trong thiết kế luồng tàu biển theo phương pháp luận chứng kinh tế - kỹ thuật mực nước chạy tàu  
Research on simulation programming and calculation of optimal solutions in marine channel design based on the economic and technical justification method of navigable water level  
**PGS. TS. TRẦN KHÁNH TOÀN**
- 119** Nghiên cứu giảm dao động cho tháp cầu dưới tác dụng của tải trọng động bằng thiết bị giảm chấn chất lỏng TLD  
Research on reducing vibrations in bridge pylons subjected to dynamic loads using tuned liquid dampers  
**TRẦN ĐỨC HÙNG; ĐINH TÙNG DƯƠNG  
NGUYỄN THẾ DŨNG; TRẦN ĐÌNH THẮNG  
TS. TRẦN NGỌC AN**
- 122** Nghiên cứu và tính toán sự làm việc của các liên kết điển hình trong kết cấu thép của các công trình dân dụng và công nghiệp  
Research and calculation of the performance of steel structural connections in civil and industrial projects  
**ThS. TRẦN VĂN TÙNG; TRẦN MINH HẢI**
- 126** Nghiên cứu xác định các yếu tố tác động đến độ dày trong quy trình cán nguội sản phẩm thép không gỉ  
Identification of factors that impact thickness in the production process of cold rolled stainless steel products  
**VŨ THỊ HOÀNG QUANH; PGS. TS. PHAN THỊ MAI HÀ  
NGUYỄN THÁI VƯƠNG**
- 130** Tác động của cảm nhận rủi ro đến ý định sử dụng xe máy điện đối với người cao tuổi ở Hà Nội  
The effects of perceived risks on the intention to adopt electric motorcycles among older people in Hanoi  
**PGS. TS. NGUYỄN MINH HIẾU  
TS. HÀ THANH TÙNG; BÙI THỦY TRINH**
- 134** Nghiên cứu an toàn đối với vận tải hành khách công cộng bằng xe buýt dưới góc độ quy định về tốc độ  
Research on safety for the public bus service based on the speed regulation perspective  
**GS. TS. TỬ SỸ SỬA; PGS. TS. NGUYỄN MINH HIẾU**
- 138** Một số chính sách phát triển giao thông vận tải nhằm thúc đẩy phát triển du lịch tại Việt Nam  
Policies on transport development for promoting tourism in Vietnam  
**TS. KHUẤT VIỆT HÙNG; TS. NGUYỄN VĂN TRƯỜNG**
- 144** Nghiên cứu chất lượng dịch vụ vận tải hành khách công cộng khối lượng lớn bằng phương tiện xe buýt xanh trên địa bàn TP. Hà Nội  
Study on the quality of mass public passenger transportation services of green buses in Hanoi city  
**ThS. NGUYỄN THỊ TRANG**
- 148** Kinh nghiệm quốc tế về đào tạo, phát triển nguồn nhân lực đường sắt tốc độ cao và bài học cho Việt Nam  
International experience in training and development of high speed rail human resources: lessons for Vietnam  
**ThS. NGUYỄN VĂN NGHĨA; ThS. BÙI THỊ PHƯƠNG THẢO**
- 153** Ứng dụng thử nghiệm phonics vào môn học tiếng Anh chuyên ngành công trình tại UTC  
Pilot application of Phonics into civil engineering ESP teaching at the University of Transport and Communications  
**ThS. HOÀNG THANH THỦY; ThS. NGUYỄN HÀ LINH**
- 156** Mô hình đô thị sân bay - động lực phát triển toàn diện cho đô thị sân bay Long Thành  
Airport city model - a comprehensive development driver for Long Thanh airport city  
**TS. PHẠM NGỌC TUẤN; PGS. TS. VÕ ANH TUẤN  
ThS. TRẦN MINH TUẤN; ThS. NGUYỄN NGỌC VĂN  
ThS. NGUYỄN ĐOÀN THỂ HÙNG**
- 160** Vấn đề phát triển nguồn nhân lực cho ngành Logistics Việt Nam  
The issue of developing human resources for the logistics industry in Vietnam  
**PGS. TS. VŨ TRỌNG TÍCH**
- 164** Các yếu tố ảnh hưởng đến chuyển đổi số thành công tại các cảng cạn (ICD)  
Factors affecting successful digital transformation at inland container depots (ICD)  
**PGS. TS. DƯƠNG HỮU TUYẾN**
- 168** Nghiên cứu sự thay đổi hành vi đi lại của hành khách sau khi tuyến đường sắt đô thị Cát Linh - Hà Đông vận hành  
Study of changes in Passenger Travel Behaviour After the Operation of the Cat Linh - Ha Dong Urban Railway Line  
**TS. NGUYỄN TIẾN QUÝ**
- 172** Giao thông thông minh: Giải quyết bài toán về quản lý, điều tiết giao thông  
Smart traffic: Solving the problem of traffic management and regulation.  
**AN GIA KHÁNH**

TỪ TRANG 174 ĐẾN 180 LÀ CÁC BÀI VIẾT CỦA CÁC CHUYÊN MỤC:

Môi trường, Quốc tế, Chuyên đề.

## LÀM GÌ ĐỂ HÌNH THÀNH THÓI QUEN ĐI LẠI BẰNG ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ?

Với việc đưa vào khai thác thương mại 2 tuyến đường sắt đô thị Cát Linh - Hà Đông và Nhổn - Ga Hà Nội, người dân Thủ đô đã có thêm loại hình giao thông công cộng hiện đại, văn minh. Bên cạnh những hiệu ứng, giá trị tích cực từ 2 tuyến đường sắt mang lại, thực tế đang đặt ra câu hỏi: Làm gì để thu hút hành khách, khai thác hiệu quả các tuyến đường sắt đô thị - loại hình vận tải công cộng mới ở Thủ đô?

# Cận cảnh đường sắt đô thị - phương thức vận chuyển khách công cộng mới ở Thủ đô

 **HOÀNG THẠCH**

**Tháng 11/2024, tuyến đường sắt đô thị (ĐSĐT) Cát Linh - Hà Đông sẽ tròn 3 năm đưa vào vận hành, khai thác. Cùng với tuyến Nhổn - Ga Hà Nội, hệ thống ĐSĐT đang được hình thành, góp phần làm thay đổi bộ mặt giao thông Thủ đô với những ấn tượng về sự văn minh, hiện đại của loại hình vận tải hành khách công cộng mới, thân thiện với môi trường, thu hút ngày càng đông người dân sử dụng.**

### ĐƯA 2 TUYẾN ĐSĐT ĐẦU TIÊN VÀO KHAI THÁC

Ngày 6/11/2021, tuyến ĐSĐT đầu tiên của Hà Nội cũng như cả nước Cát Linh - Hà Đông chính thức đi vào vận hành, đánh dấu sự ra đời của một phương thức vận tải nhanh, khối lượng lớn, văn minh và hiện đại, được người dân bấy lâu mong chờ.

Tuyến đường sắt Cát Linh - Hà Đông có chiều dài 13 km với 12 ga, điểm đầu là ga Cát Linh và điểm cuối là ga Yên Nghĩa. Tuyến có 13 đoàn tàu, mỗi đoàn 4 toa. Thời gian tàu chạy từ 5h30 - 22h hằng ngày, tần



Tuyến đường sắt Nhổn - Ga Hà Nội chính thức được đưa vào khai thác từ ngày 8/8/2024

suất hoạt động 4 đến 6 phút/lượt, tốc độ vận chuyển tối đa 80 km/giờ, tốc độ khai thác 35 km/h. Hành khách đi lại thường xuyên trên tuyến bằng vé tháng với tỷ lệ bình quân trong ngày chiếm 70%, vào giờ cao điểm là trên 85%. Có thể nói, tuyến tàu điện Cát Linh - Hà Đông đã góp phần giảm thiểu mật độ phương tiện tham gia giao thông trên hành lang đường bộ dọc tuyến trong giờ cao điểm, từng bước giảm thiểu ùn tắc, giảm TNGT và ô nhiễm môi trường.

Sau nhiều lần lỡ hẹn, ngày 8/8/2024, đoạn trên cao 3.1 Nhổn - Cầu Giấy thuộc tuyến ĐSĐT số 3 Nhổn - Ga Hà Nội được đưa vào khai thác chào mừng 79 năm ngày Quốc khánh 2/9. Điểm đầu của tuyến tại ga Nhổn và kết thúc tại ga Hà Nội. Tuyến có 12 nhà ga, trong đó 8 ga trên cao

và 4 ga ngầm. Tuyến có chiều dài 12,5 km (8,5 km đi trên cao và 4 km đi ngầm), thời gian tàu chạy từ 5h30 - 22h các ngày.

TS. Vũ Hồng Trường, Chủ tịch HĐQT, Tổng Giám đốc Công ty TNHH MTV Đường sắt Hà Nội (Hanoi metro) cho biết, tính đến hết ngày 4/9/2024, tuyến ĐSĐT Cát Linh - Hà Đông đã vận hành được trên 27.431.000 lượt hành khách. Trong đó, vào ngày làm việc có khoảng 35.000 lượt hành khách đi lại trên tuyến, ngày thứ bảy, chủ nhật là khoảng 22.000 lượt. Đối với tuyến Nhổn - Ga Hà Nội, tính đến hết ngày 5/9/2024 đã vận chuyển được trên 1 triệu lượt hành khách.

Đối với công tác quản lý vận hành tuyến ĐSĐT Cát Linh - Hà Đông, trao đổi với Tạp chí GTVT, PGS. TS. Vũ Anh Tuấn, Giám đốc Trung tâm

Nghiên cứu GTVT Việt Đức (Trường Đại học Việt Đức) nhận định: “Tính đến thời điểm này, ĐSĐT chưa để xảy ra sự cố tai nạn hay kỹ thuật nghiêm trọng nào. Điều này chứng tỏ công tác quản lý đảm bảo an toàn, vận hành tốt. Đồng thời, các đoàn tàu hoạt động luôn tuân thủ biểu đồ chạy tàu, đảm bảo tính đúng giờ và tin cậy cao”. PGS. TS. Vũ Anh Tuấn cho biết thêm, để đảm bảo an toàn khai thác vận hành, Hanoi metro đã xây dựng và tuân thủ chặt chẽ Hệ thống quản lý an toàn vận hành (Operation Safety Management System - OSMS). OSMS là hệ thống quản lý của công ty, bao gồm các quy định, hướng dẫn về cơ cấu tổ chức và các quy trình quản lý được xây dựng phù hợp với tiêu chuẩn an toàn, được cấp có thẩm quyền phê duyệt để kiểm soát hiệu quả các rủi ro (khoản 7 Điều 3 Thông tư số 31/2018/TT-BGTVT ngày 15/5/2018 của Bộ GTVT).

### **AN TOÀN - NHANH CHÓNG - HIỆU QUẢ**

TS. Vũ Hồng Trường chia sẻ: “Để nói về sự khởi đầu thì tuyến Cát Linh - Hà Đông có nhiều khó khăn hơn bởi là tuyến đầu tiên nên cái gì cũng mới, trong khi tuyến Nhổn - Ga Hà Nội có được sự thuận lợi khi người dân Thủ đô đã quen với việc sử dụng dịch vụ của ĐSĐT. Do đó, trong 15 ngày phục vụ miễn phí, có ngày tuyến Nhổn - Ga Hà Nội đã lập kỷ lục vận chuyển trên 100 nghìn lượt hành khách/ngày”. Năm 2023, hành khách tuyến Cát Linh - Hà Đông tăng 31,7% so với năm 2022 và trong 5 tháng đầu năm 2024 tiếp tục tăng 7%, doanh thu từ vé ổn định do lượng hành khách sử dụng vé tháng tăng dần.

Về hiệu quả hai tuyến ĐSĐT đầu tiên của cả nước, chuyên gia giao thông, TS. Phạm Hoài Chung đánh giá: “Tuyến ĐSĐT Cát Linh - Hà Đông đã góp phần làm thay đổi thói quen đi lại theo hướng chuyển dịch từ sử dụng phương tiện cá nhân sang phương tiện công cộng, được người dân và du khách đánh giá cao về chất lượng dịch vụ, mức độ thuận tiện cũng như khả năng dễ dàng tiếp cận. Ngoài ra, công tác vận hành đáp ứng các tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật

 *Bước đầu tuyến ĐSĐT đã phát huy hiệu quả, góp phần chống ùn tắc trong giờ cao điểm trên hành lang tuyến. Việc vận hành được thực hiện theo đúng kịch bản tốt nhất trong số các kịch bản mà Hanoi metro đã đưa ra.*



**TS. Vũ Hồng Trường**  
 Chủ tịch HĐQT,  
 Tổng Giám đốc Hanoi metro

đường sắt đã để ra, bảo đảm hoạt động an toàn, đúng giờ và hiệu quả”. TS. Chung nói thêm, đối với đoạn Nhổn - Cầu Giấy (thuộc tuyến Nhổn - Ga Hà Nội) dù là tuyến ngắn nhưng đã nhận được sự chào đón của người dân và hành khách, bước đầu mang lại tín hiệu tích cực.

Đánh giá tổng thể, theo GS. TS. Từ Sỹ Sùa, Trường Đại học GTVT, việc phát triển ĐSĐT ở các thành phố nói chung và Hà Nội nói riêng là đúng quy luật và phù hợp với sự phát triển kinh tế - xã hội - môi trường của Thủ đô, là giải pháp đột phá để phát triển vận tải hành khách công cộng, giảm ùn tắc giao thông, từng bước hạn chế phương tiện cá nhân mà trước mắt là hạn chế xe máy. Lãm rõ thêm nhận định của GS. TS. Từ Sỹ Sùa, TS. Vũ Hồng Trường cho biết, đoạn từ Ngã Tư Sở đi Yên Nghĩa dài 10 km nhưng có từ 5 đến 7 điểm thường xuyên ùn tắc vào giờ cao điểm. Với sức chứa hàng nghìn hành khách mỗi giờ, từ khi đi vào hoạt động, tuyến đường sắt Cát Linh - Hà Đông đã hạn chế rất nhiều các điểm ùn tắc trên trục đường, giúp hành khách rút ngắn thời gian lưu thông, không bị phụ thuộc vào tình hình giao thông trên các tuyến phố.

Cũng theo GS. TS. Từ Sỹ Sùa, ĐSĐT có tính ưu việt về tốc độ, khối lượng, đặc biệt là chuẩn về thời gian và giá vé hấp dẫn. Do đó, chỉ sau một thời gian đi vào khai thác thương mại, hai tuyến ĐSĐT ở Hà Nội đã thu hút được nhiều hành khách sử dụng với nhiều mục đích chuyển đi khác nhau như: Đi làm, đi học, mua sắm,

thăm người thân, trở về nhà... Tuy nhiên, do là tuyến hướng tâm, kết nối chủ yếu vẫn là xe buýt nên chưa thuận tiện đối với những hành khách có nhu cầu lên/xuống các điểm thu hút có cự ly lớn hơn 2 km so với các nhà ga được bố trí.

Phân tích về tính hiệu quả của tuyến đường sắt Cát Linh - Hà Đông, PGS. TS. Vũ Anh Tuấn nói: “Tính hiệu quả của dự án ĐSĐT cần phải được nghiên cứu đánh giá đầy đủ, chi tiết về mặt tài chính, kinh tế, xã hội và môi trường. Hiệu quả cũng cần được xem xét ở thời điểm thích hợp, thường phải mất nhiều năm để các điều kiện giả định khi nghiên cứu lập dự án đầu tư hội tụ. Thông thường, các điều kiện này bao gồm sự phát triển của mạng lưới các tuyến giao thông công cộng, tính kết nối giữa các tuyến, khả năng tiếp cận, mật độ xây dựng và hiệu quả sử dụng đất dọc hành lang tuyến... Tuy nhiên, để nhận định tình hình và đưa ra các giải pháp cải thiện hiệu quả thì ở giai đoạn những năm đầu vận hành có thể xem xét 2 chỉ số, đó là tỷ lệ khai thác công suất tối đa của hệ thống (tức là tỷ lệ giữa sản lượng hành khách và công suất thiết kế của tuyến) và tỷ lệ trợ giá vận hành của Nhà nước.

Theo con số báo cáo, tỷ lệ hiệu suất khai thác công suất hiện nay đạt khoảng 18% công suất. Tỷ lệ này thấp hơn so với các tuyến metro đầu tiên được đưa vào khai thác ở các nước châu Á (Thái Lan, Malaysia và Indonesia) với tỷ lệ thông thường là 25 - 30% công suất thiết kế. Về trợ giá vận hành, theo báo cáo tài chính của Hanoi metro thì tỷ lệ này hiện ở mức cao. Đây là những vấn đề mà ĐSĐT cần phải nghiên cứu để công tác quản lý, vận hành được tốt hơn.

Để hoàn thiện hệ thống ĐSĐT, theo TS. Vũ Hồng Trường cần phải có thời gian để có đánh giá thực tế, rút ra bài học kinh nghiệm và điều chỉnh phù hợp. Nhiều thời điểm tuyến Cát Linh - Hà Đông bị đặt trong ngõ véc về sự thành công. Ngoài ra, còn có muôn vàn khó khăn, thử thách khác trong quá trình xây dựng, khai thác, vận hành tuyến mà chỉ có những người trong cuộc mới thấm thía, từ đó động viên nhau quyết tâm thực hiện

## LÀM GÌ ĐỂ HÌNH THÀNH THÓI QUEN ĐI LẠI BẰNG ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ?

Với việc đưa vào khai thác thương mại 2 tuyến đường sắt đô thị Cát Linh - Hà Đông và Nhổn - Ga Hà Nội, người dân Thủ đô đã có thêm loại hình giao thông công cộng hiện đại, văn minh. Bên cạnh những hiệu ứng, giá trị tích cực từ 2 tuyến đường sắt mang lại, thực tế đang đặt ra câu hỏi: Làm gì để thu hút hành khách, khai thác hiệu quả các tuyến đường sắt đô thị - loại hình vận tải công cộng mới ở Thủ đô?

# Hành khách cần gì ở đường sắt đô thị?

**VIỆT CƯỜNG - HOÀNG THẠCH**

Hai tuyến đường sắt đô thị (ĐSĐT) của Hà Nội được nhiều người dân đón nhận và lựa chọn làm phương tiện di chuyển hàng ngày, từ đó dần hình thành văn hóa tham gia giao thông bằng phương tiện công cộng. Rất nhiều tiện ích, giá trị mà ĐSĐT mang lại song cần những giải pháp để khắc phục tồn tại, kéo hành khách đến gần và nhiều hơn nữa với loại hình vận tải tiên tiến, hiện đại này.

### “3 GIẢM - 7 HỢP LÝ” CỦA ĐSĐT

Ghi nhận tại hai tuyến ĐSĐT Cát Linh - Hà Đông và Nhổn - Ga Hà Nội, rất nhiều người dân đã lựa chọn đường sắt trên cao làm phương tiện di chuyển hàng ngày. Đối tượng hành khách đa dạng các nhóm tuổi, ngành nghề nhưng chủ yếu là học sinh, sinh viên, người cao tuổi và người làm công sở, hành chính. Vào khung giờ cao điểm, những đoàn tàu luôn chật kín, thậm chí nhiều thời điểm hành khách phải đứng ken nhau trên các toa tàu.



Cửa soát vé tự động của ĐSĐT Hà Nội

Ông Trần Huy An có tiền sử bệnh thận nên phải thăm khám, điều trị thường xuyên. Do nhà ở khu vực Hà Đông, khá xa với Bệnh viện Nội tiết (phố Yên Lãng, quận Đống Đa) nên trước đây việc đi lại rất vất vả. Những hôm trời mưa nắng, cơ thể yếu khiến ông vô cùng mệt mỏi. “Từ khi có tuyến đường sắt Cát Linh - Hà Đông, việc di chuyển từ nhà đến bệnh viện thuận tiện hơn rất nhiều, chỉ mất hơn 10 phút tôi đã đến ga Thái Hà, di chuyển một chút là đến Bệnh viện Nội tiết. Người già chúng tôi an tâm lắm”, ông An bày tỏ.

Còn đối với anh Trịnh Hoàng Sơn, một nhân viên văn phòng làm việc tại phố Láng Hạ thì giờ con đường từ nhà đến công ty thật êm ả và thoải mái. Anh Sơn sinh sống tại phường

Phú Lãm (quận Hà Đông), hàng ngày phải đánh vật trên đường cùng chiếc xe máy để đến nơi làm việc và về nhà khi tan tầm. Quá đổi mệt mỏi, anh đã nghĩ đến việc chuyển chỗ làm nhưng may thay đường sắt Cát Linh - Hà Đông đã “giữ” anh ở lại với nơi làm việc mà anh đã gắn bó hơn 10 năm. Anh Sơn tâm sự “cảm thấy may mắn và hạnh phúc khi tắc đường, khói bụi, mệt nhọc chỉ còn là quá khứ, giờ đây tàu điện đã giúp anh tái tạo sức khỏe, đặc biệt là anh có thêm thời gian đi bộ tập thể dục khi quãng đường từ ga đến nơi làm việc khoảng chừng hơn 1 km”.

Chia sẻ của anh Sơn cũng là cảm nghĩ của đa số hành khách sử dụng ĐSĐT thường xuyên, đặc biệt là học sinh, sinh viên. Ngoài những yếu tố



Người dân phấn khởi, háo hức trải nghiệm trên tàu điện Nhổn - Ga Hà Nội

thuận lợi trên thì ĐSĐT còn mang lại sự yên tâm đối với các bậc phụ huynh khi con em mình được đảm bảo an toàn trên chặng đường đến trường.

Tuy nhiên, anh Sơn và nhiều người dân đều mong muốn Hà Nội cần có thêm nhiều tuyến ĐSĐT khác để việc lưu thông, đi lại giữa các địa điểm, khu vực được thuận lợi, đặc biệt là giảm ùn tắc và bảo vệ sức khỏe. Ngoài ra, hành khách cũng kỳ vọng hai tuyến ĐSĐT hiện tại và các tuyến trong tương lai được kết nối với nhau, tạo thành mạng lưới tàu điện phủ khắp Thủ đô. Nhưng trước hết, tại những tuyến đang khai thác vận hành cần nghiên cứu thêm khu vực trông giữ xe để người dân dễ dàng tiếp cận ga tàu hơn.

Sau một năm đi vào vận hành khai thác, kết quả khảo sát phỏng vấn hành khách của nhóm nghiên cứu Trường Đại học Điện lực cho thấy đa số hành khách đều rất hài lòng khi tham gia giao thông trên tuyến Cát Linh - Hà Đông. Khoảng 80 - 85% hành khách được phỏng vấn đánh giá tốt đối với 10 khía cạnh tác động tích cực của tuyến, cụ thể là có 3 giảm (giảm tắc nghẽn giao thông, giảm ô nhiễm môi trường, giảm chi phí đi lại) và 7 hợp lý (tần suất tàu chạy hợp lý, mua vé tàu thuận tiện, giá vé tàu hợp lý, giá vé gửi xe tại các ga hợp lý, thời gian tàu dừng tại ga hợp lý, kết nối ga tàu với các tuyến xe buýt thuận tiện, bãi gửi xe tại các ga hợp lý).

Một khảo sát khác của nhóm nghiên cứu Trường Đại học GTVT gần đây cho thấy, 3 yếu tố (nhân viên,

hành khách xung quanh và sự đông đúc) có ảnh hưởng đến sự hài lòng của hành khách với dịch vụ tại nhà ga và trên tàu điện. Trong đó, nhân viên là yếu tố có tác động tích cực lớn nhất đến sự hài lòng của hành khách.

### HÀNH KHÁCH CÒN CẦN NHIỀU HƠN THỂ

Nhìn nhận thực tại và đề ra những giải pháp để thu hút người dân sử dụng ĐSĐT nhiều hơn, trao đổi với Tạp chí GTVT, PGS. TS. Vũ Anh Tuấn cho rằng điểm cốt lõi nhất để thu hút hành khách sử dụng giao thông công cộng, từng bước trở thành phương thức đi lại chủ đạo, đáp ứng 50 - 60% các chuyến đi hàng ngày của người dân ở các thành phố, đặc biệt là các thành phố lớn như Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh là phải không ngừng cải thiện tính "tiếp cận" và "kết nối" của mạng lưới các tuyến giao thông công cộng đa phương thức (tàu điện, xe buýt). Tương tự, GS. TS. Từ Sỹ Sùa cũng thống nhất rằng một hạn chế rất cơ bản của ĐSĐT Hà Nội hiện tại là chủ yếu kết nối với xe buýt, xe đạp công cộng... Do vậy, đồng thời với việc phát triển mạng lưới ĐSĐT cũng cần phát triển mạng lưới vận tải hành khách công cộng bằng xe buýt với chức năng, nhiệm vụ sẽ thay đổi khi có tuyến ĐSĐT đi vào hoạt động để đảm bảo tăng tính kết nối, tính liên thông cho toàn mạng lưới vận tải hành khách.

Trong khi đó, lưu ý đến vai trò của hoạt động truyền thông, ông Nguyễn Hoàng Hải, Phó Chủ tịch

Hiệp hội Vận tải công cộng TP. Hà Nội đề xuất phát triển ứng dụng tiện ích cung cấp thông tin về lịch trình, thời gian chờ và các dịch vụ hỗ trợ, chăm sóc hành khách, giúp hành khách lên kế hoạch di chuyển hiệu quả hơn. "Cần tổ chức các chiến dịch truyền thông để nâng cao nhận thức về lợi ích của việc sử dụng ĐSĐT, đặc biệt là trong việc giảm thiểu ùn tắc giao thông và ô nhiễm môi trường", ông Hải nhấn mạnh.

Đề cập đến các nhóm đối tượng khách hàng sử dụng ĐSĐT, TS. Nguyễn Tiến Quý, Trường Đại học GTVT lưu ý hiện cả hai tuyến Cát Linh - Hà Đông và Nhổn - Ga Hà Nội đều chưa có chữ nổi trên máy bán vé, bảng tin... phục vụ đối tượng khiếm thị. Ngoài ra, cần đồng bộ hệ thống thẻ vé cho người dân để có thể sử dụng chung cho tất cả các hình thức vận tải công cộng.

Khuyến nghị tăng cường công tác đào tạo nhân viên để tạo ra những người phục vụ có thái độ tốt, PGS. TS. Vũ Anh Tuấn phân tích thêm: "Hành vi chu đáo và lịch sự sẽ mang lại những trải nghiệm tốt và sự hài lòng cho khách hàng, từ đó tạo hiệu ứng lan truyền. Vì vậy, cần có giải pháp khuyến khích người đi tàu có những cử chỉ, hành động lịch sự, đúng mực và văn minh".

Còn theo ThS. Lê Văn Đạt, Trưởng phòng ATGT và Phân tích cơ sở dữ liệu GTVT (Viện Chiến lược và Phát triển GTVT) thì cần đảm bảo các chuyến tàu có tần suất cao và vận hành đúng giờ, đặc biệt là vào giờ cao điểm, đồng thời đảm bảo an ninh tại các ga và trên các chuyến tàu. Theo đó, việc lắp đặt hệ thống camera giám sát và tăng cường sự hiện diện của lực lượng bảo vệ có thể giúp tăng cường cảm giác an toàn cho hành khách.

Để khai thác tiềm năng thương mại, tăng cường tính hấp dẫn của ĐSĐT đối với khách du lịch cũng như người dân, Tổng Giám đốc Hanoi metro Vũ Hồng Trường nhận thấy cần thu hút hành khách trải nghiệm ĐSĐT bằng vé ngày hơn nữa, đồng thời tổ chức các dịch vụ gia tăng giá trị để phục vụ nhu cầu hành khách tại nhà ga như máy bán hàng tự động, kios phục vụ đồ ăn nhanh, máy rút tiền tự động... □



## LÀM GÌ ĐỂ HÌNH THÀNH THÓI QUEN ĐI LẠI BẰNG ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ?

Với việc đưa vào khai thác thương mại 2 tuyến đường sắt đô thị Cát Linh - Hà Đông và Nhổn - Ga Hà Nội, người dân Thủ đô đã có thêm loại hình giao thông công cộng hiện đại, văn minh. Bên cạnh những hiệu ứng, giá trị tích cực từ 2 tuyến đường sắt mang lại, thực tế đang đặt ra câu hỏi: Làm gì để thu hút hành khách, khai thác hiệu quả các tuyến đường sắt đô thị - loại hình vận tải công cộng mới ở Thủ đô?

# Tăng kết nối - "Chìa khóa" mở cửa đầu vào, đầu ra cho đường sắt đô thị

**BẢO CHÂU**

Mỗi tuyến đường sắt đô thị (ĐSĐT) riêng lẻ chỉ phát huy được khoảng 30% năng lực. Càng được kết nối rộng, năng lực vận chuyển sẽ càng được tăng cường mạnh mẽ hơn. Do đó, các đô thị ở Việt Nam muốn phát triển hiệu quả loại hình vận tải ĐSĐT cần có giải pháp kết nối tự nó và kết nối với các loại hình vận tải công cộng khác.



Kết nối là yếu tố quan trọng để ĐSĐT phát triển, phủ mạng lưới rộng khắp

### KẾT NỐI ĐƯỜNG SẮT VỚI ĐƯỜNG SẮT

Thông tin từ TP. Hà Nội, quy hoạch chung xây dựng Hà Nội và quy hoạch GTVT Thủ đô đến năm 2030, tầm nhìn đến 2050, hệ thống ĐSĐT Hà Nội sẽ có 10 tuyến với chiều dài hơn 410 km. Mới đây, Đề án điều chỉnh quy hoạch chung Hà Nội đến năm 2045, tầm nhìn 2065 bổ sung thêm 5 tuyến, nâng tổng số ĐSĐT Hà Nội lên 15 tuyến với tổng chiều dài 616,9 km.

Theo ông Dương Đức Tuấn,

Phó Chủ tịch UBND TP. Hà Nội, thời gian qua, để kịp thời cập nhật Đồ án điều chỉnh chung quy hoạch Thủ đô phục vụ kết nối giao thông, liên kết vùng, Hà Nội đã phối hợp với các địa phương trong vùng Thủ đô thống nhất các hướng tuyến giao thông kết nối, trong đó các tuyến ĐSĐT được đặc biệt quan tâm. Ngoài ra, thực hiện chỉ đạo của Chính phủ triển khai Kết luận số 49-KL/TW ngày 28/2/2023 của Bộ Chính trị, Hà Nội cũng đã chủ động phối hợp với Bộ GTVT và các

bộ, ngành liên quan xây dựng, hoàn thiện Đề án tổng thể đầu tư xây dựng hệ thống ĐSĐT tại hai siêu đô thị là Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh.

Cũng theo Phó Chủ tịch UBND TP. Hà Nội, giai đoạn 2024 - 2030, Hà Nội sẽ xây dựng 96,8 km ĐSĐT với nhu cầu vốn khoảng 14,6 tỷ USD. Giai đoạn 2031 - 2035 sẽ xây dựng 301 km với nhu cầu vốn khoảng 22,5 tỷ USD. Như vậy, đến năm 2035, Hà Nội cần khoảng 37,1 tỷ USD cho phát triển ĐSĐT. Đến năm 2045, Hà Nội sẽ đầu tư xây dựng hoàn thành 201 km ĐSĐT của 5 tuyến còn lại. Khi đó, Thủ đô sẽ hoàn thành đưa vào vận hành, khai thác toàn hệ thống ĐSĐT bao gồm 15 tuyến, đoạn tuyến điều chỉnh, bổ sung với tổng chiều dài khoảng 616,9 km. Nhu cầu vốn giai đoạn này khoảng 18,252 tỷ USD.

"Hiện nay, Hà Nội đang tổ chức nghiên cứu, thực hiện các dự án đầu tư các tuyến ĐSĐT như: Tuyến Nam Thăng Long - Trần Hưng Đạo, tuyến Ga Hà Nội - Hoàng Mai, tuyến Văn Cao - Hòa Lạc, tuyến Hà Đông - Xuân Mai", Phó Chủ tịch Dương Đức Tuấn thông tin và nêu giải pháp sẽ tập trung nguồn lực đầu tư các

## Định hướng quy hoạch mạng lưới ĐSĐT Hà Nội đến năm 2045, tầm nhìn 2065

Theo đó, 10 tuyến ĐSĐT theo quy hoạch chung xây dựng Thủ đô đến năm 2030 có tổng chiều dài 417 km, trong đó đường trên cao 342 km, đi ngầm 75 km, gồm:

➢ **Tuyến số 1:** Ngọc Hồi - Yên Viên - Như Quỳnh có chiều 38,6 km, gồm 20 ga, tổng mức đầu tư 2,895 tỷ USD.

➢ **Tuyến số 2:** Nội Bài - Thượng Đình - Bưởi có chiều dài 47,3 km, gồm 33 ga, tổng mức đầu tư 5,735 tỷ USD.

➢ **Tuyến số 2A:** Cát Linh - Hà Đông - Xuân Mai có chiều dài 33 km, gồm 12 ga, tổng mức đầu tư 1,777 tỷ USD.

➢ **Tuyến số 3:** Trôi - Nhổn - Ga Yên Sở có chiều dài 57,3 km; gồm 33 ga; tổng mức đầu tư 6,106 tỷ USD.

➢ **Tuyến số 4:** Mê Linh - Sài Đồng - Liên Hà có chiều dài 54 km, gồm 41 km đi trên cao và 13 km đi ngầm; gồm 41 ga; tổng mức đầu tư 4,957 tỷ USD.

➢ **Tuyến số 5:** Văn Cao - Hòa Lạc có chiều dài 38,4 km, gồm 31,9 km đi trên cao và 6,5 km đi ngầm; gồm 20 ga; tổng mức đầu tư 4,957 tỷ USD.

➢ **Tuyến số 6:** Nội Bài - Ngọc Hồi có chiều dài 43 km, đi hoàn toàn trên cao; gồm 29 ga; tổng mức đầu tư 2,408 tỷ USD.

➢ **Tuyến số 7:** Mê Linh - Hà Đông có chiều dài 28 km, đi hoàn toàn trên cao; gồm 23 ga; tổng mức đầu tư 2,408 tỷ USD.

➢ **Tuyến số 8:** Sơn Đồng - Mai Dịch - Vành đai 3 - Linh Nam - Dương Xá có chiều dài 39,2 km, trong đó đoạn đi trên cao dài 24,2 km và 15 km đi ngầm; gồm 26 ga; tổng mức đầu tư 5,944 tỷ USD.

➢ **Tuyến kết nối các đô thị vệ tinh:** Sơn Tây - Hòa Lạc - Xuân Mai dài 32 km, đi hoàn toàn trên cao; gồm 10 ga; tổng mức đầu tư 2,752 tỷ USD.

Ngoài 10 tuyến nói trên, UBND TP. Hà Nội đang nghiên cứu

bổ sung thêm 5 tuyến theo Quy hoạch Thủ đô và Quy hoạch chung Thủ đô, gồm:

➢ **Tuyến số 1A:** Ngọc Hồi - Sân bay thứ 2 phía Nam có chiều dài 29 km, gồm 27 km đi trên cao và 2 km đi ngầm; gồm 10 ga; tổng mức đầu tư 2,365 tỷ USD.

➢ **Tuyến số 9:** Mê Linh - Cổ Loa - Dương Xá có chiều dài 48 km; đi hoàn toàn trên cao; gồm 24 ga; tổng mức đầu tư 3,84 tỷ USD.

➢ **Tuyến số 10:** Cát Linh - Láng Hạ - Lê Văn Lương - Yên Nghĩa có chiều dài 12 km, gồm 8 km đi trên cao và 4 km đi ngầm; 12 ga; tổng mức đầu tư 1,32 tỷ USD.

➢ **Tuyến số 11:** Vành đai 2 - Trục phía Nam - Sân bay thứ 2 phía Nam có chiều dài 42 km, gồm 33 km đi trên cao và 9 km đi ngầm; gồm 16 ga; tổng mức đầu tư 4,17 tỷ USD.

➢ **Tuyến số 12:** Xuân Mai - Phú Xuyên có chiều dài 45 km; đi hoàn toàn trên cao; gồm 18 ga; tổng mức đầu tư 3,87 tỷ USD.

tuyến ĐSĐT tại khu vực đô thị trung tâm nhằm giải quyết vấn đề ùn tắc đang vô cùng nhức nhối của Thủ đô. Trong đó, Hà Nội sẽ ưu tiên triển khai các tuyến đã có nghiên cứu chuẩn bị đầu tư, thiết kế chi tiết như: Đoạn Ngọc Hồi - Yên Viên (tuyến số 1), đoạn Nam Thăng Long - Trần Hưng Đạo (tuyến số 2) và đoạn Văn Cao - Hòa Lạc (tuyến số 5).

### TĂNG KẾT NỐI ĐSĐT VỚI CÁC LOẠI HÌNH VẬN TẢI CÔNG CỘNG KHÁC

Theo ThS. Lê Văn Đạt, Trưởng phòng ATGT và Phân tích cơ sở dữ liệu GTVT (Viện Chiến lược và Phát triển GTVT), để đảm bảo sự kết nối liền mạch giữa các tuyến metro và các tuyến đường sắt quốc gia cần xây dựng các trung tâm kết nối hoặc các ga liên hợp. Điều này không chỉ giúp hành khách dễ dàng chuyển tiếp giữa các loại hình giao thông mà còn khuyến khích việc sử dụng phương tiện công cộng cho

các chuyến đi dài hơn. Mặt khác, các tuyến metro cần phát triển kết nối trực tiếp với các sân bay lớn để thuận tiện cho hành khách di chuyển từ thành phố đến sân bay và ngược lại. Khi đó, các chuyến tàu cần được đồng bộ hóa với lịch bay cũng như các tiện ích tại sân bay phải tích hợp tốt với hệ thống giao thông công cộng.

Thực tế từ khi Hà Nội đưa 2 tuyến ĐSĐT vào khai thác thương mại cũng cho thấy cần đa dạng hóa kết nối vận tải với các loại hình vận tải hành khách công cộng (xe buýt, taxi, xe đạp công cộng...) để khép kín các trục di chuyển nội đô, đồng thời tổ chức lại giao thông phù hợp tại khu vực các nhà ga dọc các tuyến ĐSĐT. Bên cạnh đó, việc tối ưu hóa hoạt động, cải thiện, nâng cao chất lượng dịch vụ các tuyến buýt "gom" hiện hữu kết nối dọc hành lang các tuyến metro là rất quan trọng.

Nói rõ hơn vấn đề này, ông Thái Hồ Phương, Giám đốc Trung tâm Quản

lý và Điều hành giao thông TP. Hà Nội cho biết, để thu hút hành khách cho tuyến ĐSĐT Nhổn - Cầu Giấy và tuyến Cát Linh - Hà Đông sau khi 2 tuyến ĐSĐT này đưa vào khai thác, thành phố cũng thực hiện ngay các biện pháp đầu nối 2 tuyến với mạng lưới gồm 36 tuyến buýt (trong đó có 33 tuyến trợ giá và 3 tuyến không trợ giá). Trong đó, 2 tuyến ĐSĐT được kết nối với nhau bởi 13 tuyến buýt bao gồm cả tuyến BRT01.

Theo ý kiến của một số chuyên gia, Hà Nội cũng cần nghiên cứu để nắn chỉnh luồng tuyến các tuyến xe buýt hiện hữu kết nối vào các nhà ga đường sắt, giảm thiểu sự trùng lặp với tuyến ĐSĐT. Ngoài ra, cần nghiên cứu tái tổ chức giao thông đường bộ ở các đoạn đường kết nối đến nhà ga đường sắt, đặc biệt là tuyến đường chạy song song bên dưới tuyến đường sắt nhằm đảm bảo lưu thông cho các phương tiện vào, ra nhà ga, đặc biệt là các tuyến buýt "gom", buýt đô thị và xe cá nhân □

## LÀM GÌ ĐỂ HÌNH THÀNH THÓI QUEN ĐI LẠI BẰNG ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ?

Với việc đưa vào khai thác thương mại 2 tuyến đường sắt đô thị Cát Linh - Hà Đông và Nhổn - Ga Hà Nội, người dân Thủ đô đã có thêm loại hình giao thông công cộng hiện đại, văn minh. Bên cạnh những hiệu ứng, giá trị tích cực từ 2 tuyến đường sắt mang lại, thực tế đang đặt ra câu hỏi: Làm gì để thu hút hành khách, khai thác hiệu quả các tuyến đường sắt đô thị - loại hình vận tải công cộng mới ở Thủ đô?

# Làm gì để hình thành thói quen đi lại mới?

 HOÀNG NGÂN

**Kết quả vận hành thu được từ hai tuyến đường sắt đô thị (ĐSĐT) của Hà Nội chỉ ra cần có chính sách ưu đãi và tạo điều kiện thuận lợi hơn nữa để người dân dễ dàng tiếp cận và khích lệ hành khách hình thành thói quen đi lại bằng ĐSĐT.**

### KHẮC PHỤC BẤT CẬP VỀ VÉ

Theo lãnh đạo UBND TP. Hà Nội, dịch vụ vận tải hành khách công cộng bằng ĐSĐT là dịch vụ công ích. Do đó, giá vé cho hai tuyến Cát Linh - Hà Đông và Nhổn - Ga Hà Nội được Nhà nước trợ giá với mục tiêu khuyến khích người dân đi lại bằng phương tiện vận tải hành khách công cộng nói chung, ĐSĐT nói riêng, giảm phương tiện giao thông cá nhân để giảm ùn tắc và TNGT.

Hiện cả hai tuyến đều có 3 loại vé là vé lượt, vé ngày và vé tháng. Các đối tượng được miễn tiền vé là người có công, người cao tuổi, người khuyết tật, trẻ em dưới 6 tuổi, nhân khẩu thuộc hộ nghèo. Các đối tượng được ưu tiên gồm học sinh, sinh viên, người lao động tại các khu công nghiệp và nhóm hành khách



*Cần áp dụng chính sách giá vé linh hoạt, nhiều loại thẻ và ưu đãi để người dân đến với ĐSĐT nhiều hơn nữa*

mua theo hình thức tập thể dành cho người lao động tại các văn phòng công sở, doanh nghiệp ngoài khu công nghiệp.

Theo ghi nhận và phản ánh của nhiều hành khách sử dụng ĐSĐT, việc tổ chức bán vé cho các nhóm

đối tượng đều diễn ra thuận lợi, quy trình hợp lý, không gây phiền hà cho người dân. So với các loại hình phương tiện công cộng khác thì giá vé hiện tại của ĐSĐT Hà Nội là hợp lý, nằm trong năng lực chi trả của người dân, còn so với phương tiện cá nhân

thì rõ ràng đi tàu điện tiết kiệm chi phí rất nhiều.

Hệ thống bán vé tự động thể hiện sự đổi mới về công nghệ, phát huy tính ưu việt của vận tải hành khách công cộng, thay thế cho kiểu bán vé truyền thống chưa thuận tiện, tốn thêm thời gian và nhân lực. Tuy nhiên, thời gian qua, dù mới đi vào vận hành nhưng một số máy bán vé tự động của tuyến Nhổn - Ga Hà Nội bị lỗi, không hoạt động. Tình trạng này cũng xảy ra trên tuyến Cát Linh - Hà Đông. Ngoài ra, không ít lần máy bán vé tự động không nhận tiền, phải thao tác vài lần mới thành công.

Hiện nay, cả tuyến Cát Linh - Hà Đông và Nhổn - Cầu Giấy (thuộc tuyến Nhổn - Ga Hà Nội) đều có 3 loại vé là vé lượt, vé ngày và vé tháng. Tuy nhiên, chỉ tuyến Nhổn - Cầu Giấy thanh toán bằng cả tiền mặt và thẻ ATM, thẻ ghi nợ quốc tế nhưng chỉ ở máy bán vé tự động, còn trong quầy vẫn phải thanh toán bằng tiền mặt. Trong khi đó, tuyến Cát Linh - Hà Đông thẻ vé vẫn không phân biệt được đối tượng người già, học sinh, sinh viên.

Tim hiểu thực tế, PV Tạp chí GTVT ghi nhận đa số hành khách kiến nghị cần áp dụng chính sách giá vé linh hoạt với nhiều loại thẻ và ưu đãi cho các nhóm đối tượng như học sinh, sinh viên, người cao tuổi và người có thu nhập thấp. Đặc biệt, các thẻ định kỳ và thẻ liên kết có thể giúp người dùng tiết kiệm chi phí và khuyến khích sử dụng thường xuyên. Ngoài ra, cần đa dạng hóa các hình thức thanh toán vé như thanh toán trực tuyến online, quét mã QR bằng điện thoại thông minh... để tạo thuận lợi cho hành khách.

### **HUY ĐỘNG MỌI NGUỒN LỰC, ĐỒNG BỘ CÁC GIẢI PHÁP**

Để thu hút hành khách hình thành thói quen đi lại bằng ĐSĐT, thực tế khai thác 2 tuyến ĐSĐT ở Hà Nội cho thấy cần huy động tối đa các nguồn lực phù hợp để tập trung đầu tư, sớm hoàn thành hệ thống ĐSĐT, trong đó nguồn lực trong nước là cơ bản, lâu dài, nguồn ngân sách

nhà nước giữ vai trò chủ đạo, quyết định và nguồn lực bên ngoài là quan trọng, tạo đột phá; cần ưu tiên bố trí nguồn lực trong kế hoạch đầu tư công trung hạn, tiết kiệm chi hàng năm, khai thác hiệu quả nguồn lực từ quỹ đất, nguồn lực ngoài ngân sách cho phát triển ĐSĐT.

Luật Thủ đô (số 39/2024/QH15 ngày 28/6/2024) có hiệu lực từ ngày 1/1/2025 nêu rõ, phát triển đô thị theo định hướng giao thông công cộng là giải pháp quy hoạch, cải tạo, chỉnh trang và phát triển đô thị, lấy điểm kết nối giao thông ĐSĐT hoặc điểm kết nối giao thông có sử dụng phương thức vận tải hành khách công cộng khối lượng lớn khác làm điểm tập trung dân cư, kinh doanh dịch vụ thương mại, văn phòng trong khoảng cách đi bộ đến phương tiện giao thông công cộng nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng đất, công trình công cộng, sức khỏe cộng đồng, giảm phương tiện giao thông cơ giới cá nhân, giảm phát thải gây ô nhiễm môi trường, kết hợp với bảo tồn và phát huy giá trị văn hóa.

Triển khai thực hiện Luật Thủ đô, Thành phố sẽ đẩy nhanh việc hoàn thiện Đề án tổng thể đầu tư xây dựng hệ thống ĐSĐT Hà Nội, lấy ý kiến các cấp, ngành, trình Bộ Chính trị và Quốc hội xem xét, thông qua. Thành phố đang chỉ đạo Ban QLDA ĐSĐT tham mưu đề xuất đề án tổng thể đầu tư xây dựng hệ thống ĐSĐT Thủ đô để tổng kết tình hình triển khai đầu tư hệ thống ĐSĐT làm cơ sở đề xuất định hướng phát triển, các cơ chế chính sách thí điểm, đặc thù đầu tư phát triển mạng lưới ĐSĐT TP. Hà Nội nhằm hiện thực hóa Kết luận số 49-KL/TW ngày 28/2/2023 của Bộ Chính trị về định hướng phát triển GTVT đường sắt Việt Nam đến năm 2030.

Theo đó, định hướng một số chính sách lớn như sau: Thu phí sử dụng đất trong khu vực TOD để phục vụ phát triển hạ tầng bến bãi, gửi xe; phát triển các dịch vụ tiện ích cho giao thông công cộng, trong đó ĐSĐT đóng vai trò then chốt. Chính sách cho phép Thành phố được điều chỉnh chức năng sử dụng đất, quyết

định áp dụng các chỉ tiêu quy hoạch kiến trúc, hạ tầng kỹ thuật, hạ tầng xã hội, các yêu cầu về không gian và sử dụng khác; chính sách về bồi thường thu hồi đất, đền bù, hỗ trợ, tái định cư...

Để nâng cao chất lượng, thu hút hành khách đến với các tuyến ĐSĐT, ngoài những đề xuất trên, các chuyên gia thống nhất cần có các chính sách kịp thời, phù hợp với nhiều đối tượng như: Chính sách hỗ trợ đi lại bằng các phương tiện vận tải công cộng đối với người khuyết tật, người già, người nghèo, chính sách bảo vệ môi trường, khuyến khích sử dụng phương tiện xanh và chính sách phát triển hạ tầng đồng bộ...

Đặc biệt, để thu hút người dân sử dụng ĐSĐT, Hà Nội nên đồng thời có cơ chế giá vé ưu đãi đối với hành khách sử dụng liên tuyến xe buýt với ĐSĐT giúp người dùng tiết kiệm chi phí và khuyến khích sử dụng thường xuyên. Tiếp đó, cần kết nối với hệ thống xe buýt, thiết lập các điểm trung chuyển hiệu quả giữa ĐSĐT và xe buýt, xây dựng các bến xe buýt liền kề với các nhà ga và đồng bộ hóa thời gian chuyển đi để giảm thời gian chờ đợi và chuyển tiếp.

Đầu tư hạ tầng xây dựng và nâng cấp các bến, bãi đỗ xe liên kết với các tuyến ĐSĐT để tạo điều kiện thuận tiện cho hành khách. Các bãi đỗ xe cần được quy hoạch hợp lý (cạnh hoặc gần ga...) và tích hợp với các trung tâm giao thông công cộng khác; cung cấp dịch vụ gửi xe an toàn và tiện lợi tại các ga để khuyến khích người dân sử dụng phương tiện giao thông công cộng. Các chính sách cần đảm bảo giá cả hợp lý và dịch vụ bảo vệ an ninh tốt cho phương tiện của hành khách.

Những cơ chế và chính sách này cần được xây dựng trên cơ sở sự phối hợp chặt chẽ giữa các cơ quan quản lý, đơn vị vận hành và các bên liên quan khác. Việc thực hiện đồng bộ các giải pháp không chỉ giúp phát triển các tuyến ĐSĐT của Hà Nội mà còn góp phần vào việc cải thiện hệ thống giao thông công cộng và nâng cao chất lượng sống của người dân đô thị □

## LÀM GÌ ĐỂ HÌNH THÀNH THÓI QUEN ĐI LẠI BẰNG ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ?

Với việc đưa vào khai thác thương mại 2 tuyến đường sắt đô thị Cát Linh - Hà Đông và Nhổn - Ga Hà Nội, người dân Thủ đô đã có thêm loại hình giao thông công cộng hiện đại, văn minh. Bên cạnh những hiệu ứng, giá trị tích cực từ 2 tuyến đường sắt mang lại, thực tế đang đặt ra câu hỏi: Làm gì để thu hút hành khách, khai thác hiệu quả các tuyến đường sắt đô thị - loại hình vận tải công cộng mới ở Thủ đô?

# Đường sắt đô thị là “động mạch chủ” của mạng lưới giao thông đô thị nhiều nước trên thế giới

Tại các đô thị lớn, chính phủ các nước đã ưu tiên đầu tư phát triển hệ thống giao thông công cộng nhằm giải quyết bài toán ùn tắc giao thông, ô nhiễm môi trường...

Đường sắt đô thị (ĐSĐT), bao gồm đường sắt trên cao và tàu điện ngầm (TĐN) được các đô thị lớn xác định là trục “xương sống”, “động mạch chủ” kết nối các loại hình vận tải khác và đã phát huy hiệu quả cao. Từ kinh nghiệm phát triển thành công mô hình ĐSĐT là bài học quý để Việt Nam tham khảo, học tập kinh nghiệm.

### PARIS (PHÁP): TĐN GÓP PHẦN GIẢM TẮC NGHẼN ĐƯỜNG BỘ, LƯỢNG KHÍ THẢI CARBON VÀ Ô NHIỄM ĐÔ THỊ

Pháp nổi tiếng với hệ thống TĐN ở Thủ đô Paris, đây là một trong những hệ thống TĐN bận rộn nhất thế giới, mỗi ngày vận chuyển khoảng 4,5 triệu lượt hành khách. Chính quyền Paris chú trọng vào việc kết nối ĐSĐT với các phương tiện giao thông khác, tạo sự thuận tiện cho hành khách trong việc di chuyển đến nhiều điểm khác nhau trong khu vực. Hiện nay, Pháp đang hướng tới việc mở rộng mạng lưới và phát triển ĐSĐT.

Hệ thống TĐN ở Paris là một trong



Hệ thống Paris metro tại Thủ đô Paris (Pháp)

nững hệ thống giao thông công cộng phát triển và tiện lợi nhất trên thế giới. Với 16 tuyến chính (bao gồm tuyến 1 đến tuyến 14, cùng với tuyến 3bis và 7bis), mạng lưới TĐN Paris bao phủ hầu hết các khu vực trong thành phố, giúp người dân và du khách di chuyển một cách dễ dàng và nhanh chóng. Mỗi tuyến được đánh số và có màu sắc riêng, giúp người dùng dễ dàng nhận biết và theo dõi.

Thời gian hoạt động của TĐN ở Paris từ 5h30 sáng đến 1h00 sáng ngày hôm sau và kéo dài đến 2h00 sáng vào các ngày cuối tuần, đảm bảo phục vụ nhu cầu đi lại của mọi người. Các ga tàu được bố trí tiện lợi, cách nhau chỉ vài trăm mét, mang lại sự thuận tiện tối đa.

Hệ thống Paris metro được xây dựng từ rất sớm, nó không chỉ đơn thuần là nhà ga, bến tàu mà còn là những mê cung dưới lòng đất với các công trình lịch sử, bảo tàng, triển lãm... Hệ thống các tuyến tàu điện

mới sẽ giúp giảm tắc nghẽn đường bộ, lượng khí thải carbon và ô nhiễm đô thị liên quan đến việc di chuyển bằng ô tô tại vùng Thủ đô đông đúc.

Xác định tầm quan trọng của hệ thống TĐN, chính quyền tiến hành xây dựng mô hình TOD (phát triển đô thị theo định hướng giao thông công cộng) và được coi là “chìa khóa” hữu hiệu giải quyết các vấn đề về giao thông đô thị. Trong bối cảnh phát triển mới, việc xây dựng TOD ĐSĐT cần tập trung điều chỉnh chức năng đất đai, nâng cấp và tối ưu hóa các công trình dịch vụ hỗ trợ, xây dựng hệ thống giao thông chậm, không chỉ vươn tới các khu đô thị mới mà còn kết nối với cả các khu đô thị cũ, tạo sự phát triển đồng đều giữa các khu vực.

### BẮC KINH (TRUNG QUỐC): ĐẶT MỤC TIÊU 62% CHUYỂN ĐI BẰNG TĐN

Thủ đô Bắc Kinh có hệ thống TĐN gồm 27 tuyến, trong đó có 22 tuyến



**Hệ thống metro ở Bắc Kinh (Trung Quốc)**

vận chuyển nhanh, 2 tuyến đường sắt sân bay, 1 tuyến đệm từ, 2 tuyến đường sắt nhẹ, kéo dài 836 km qua 12 quận nội, ngoại thành.

Hệ thống metro Bắc Kinh là hệ thống tàu điện bận rộn nhất thế giới, hiện Bắc Kinh đang có kế hoạch mở rộng hệ thống TĐN lên 1.000 km, phục vụ 18,5 triệu chuyến mỗi ngày vào năm 2025. Nhằm đối phó với tình trạng tắc nghẽn giao thông, Bắc Kinh đang hướng tới con số 60% số chuyến đi sẽ được thực hiện bằng phương tiện công cộng vào năm 2025, trong đó 62% là bằng TĐN.

Bắc Kinh xác định mục tiêu xây dựng TĐN chiếm vị trí thống lĩnh trong vận tải ĐSĐT ở Trung Quốc. So với các phương tiện giao thông khác, TĐN có nhiều lợi thế về xanh và sạch, tiêu thụ năng lượng thấp nhất, tiết kiệm tài nguyên đất và không chiếm diện tích mặt bằng. Trên cơ sở đó, việc phát triển các phương tiện giao thông không sử dụng nhiên liệu như TĐN ở Trung Quốc sẽ là xu hướng phát triển tất yếu trong tương lai.

Với mục tiêu, ứng dụng tối đa công nghệ mới (công nghệ thông tin, trí tuệ nhân tạo (AI) và dữ liệu lớn (Big data)), TĐN cũng đang khám phá hướng phát triển trí tuệ, số hóa và kết nối mạng, mang lại cho người dân những trải nghiệm, tiện ích mà các loại hình vận tải khác chưa có được, từ đó người dân cảm nhận sự thuận lợi và sẵn sàng sử dụng dịch vụ. Thời gian qua, Bắc Kinh không ngừng cải thiện, tu bổ và nâng cấp hệ thống TĐN vừa giúp giảm áp lực giao thông vào giờ cao điểm, tạo điều kiện thuận lợi cho hành khách, vừa hạn chế lượng khí CO<sub>2</sub> thải vào không khí, giảm ô nhiễm môi trường.

**NHẬT BẢN: PHÁT HUY HIỆU QUẢ MÔ HÌNH TOD**

Vùng Thủ đô Tokyo có khoảng 38 triệu dân, với mạng lưới gần 900 nhà ga và trung bình vận chuyển tới hơn 40 triệu lượt hành khách mỗi ngày. Với hơn 120 tuyến đường sắt trong vùng, Tokyo Metro là công ty điều hành mạng lưới TĐN lớn nhất Nhật Bản.

Hệ thống ĐSĐT tại Tokyo được thiết kế, tính toán khoa học và hợp lý. Việc chuyển tiếp và kết nối đa phương tiện rất quan trọng. Đầu tiên là giữa các loại tàu như tàu chậm, tàu nhanh và tàu cao tốc Shinkansen, sau đó là chuyển giữa các loại phương tiện, như từ đi bộ hay xe đạp sang xe buýt, rồi sang tàu cho những quãng đường xa.

Thời gian qua, Tokyo đã ứng dụng triệt để mô hình TOD giúp tối ưu hóa hiệu suất sử dụng đất, nâng cao tiện nghi và sự thuận tiện, giảm ùn tắc và phát thải, tiết kiệm thời gian, đẩy giá trị bất động sản lên cao. Các công ty vận hành ĐSĐT đã chú trọng tìm hiểu nắm bắt nhu cầu của khách hàng sử dụng xung quanh nhà ga dọc tuyến ĐSĐT và tạo ra những sản phẩm đáp ứng được nhu cầu đó. Điều quan trọng là tạo ra sự liên kết giữa bên sở hữu đất với đơn vị kinh doanh ĐSĐT và đơn vị phát triển như thế nào. Nếu phương châm và tương lai phát triển dọc tuyến đường sắt không được chia sẻ giữa tất cả các tổ chức và bên liên quan thì mỗi dự án sẽ được xây dựng riêng lẻ, dẫn đến thiếu tính gắn kết.

**SINGAPORE: CHÍNH SÁCH TRỢ GIÁ ƯU VIỆT**

Hệ thống ĐSĐT ở Singapore được đưa vào vận hành từ năm 1987

và phát triển liên tục do chính sách của Singapore nhằm xây dựng và phát triển một hệ thống ĐSĐT toàn diện; đảm đương vai trò xương sống của hệ thống giao thông công cộng Singapore.

Những năm qua, Singapore đầu tư hệ thống TĐN MRT không người lái với 84 ga đang hoạt động cùng hệ thống đường sắt khổ tiêu chuẩn dài 130 km. Hệ thống ĐSĐT được xây dựng bởi Cục Quản lý giao thông đường bộ và quyền kinh doanh hệ thống này được nhượng cho Tập đoàn SMRT và Công ty TNHH SBS Transit vận hành, khai thác thương mại.

Hệ thống MRT bắt đầu hoạt động vào lúc 5h30 sáng trong ngày và kết thúc hoạt động vào lúc 1h sáng ngày hôm sau, trung bình cứ 2 đến 8 phút sẽ có 1 đoàn tàu cập ga.

Các tàu điện ở Singapore thường chuyển động ở tốc độ dao động khoảng 40 - 80 km/h, tùy thuộc vào tuyến đường cụ thể cũng như điều kiện giao thông. Tốc độ tối đa của tàu dịch vụ là khoảng 78 - 90 km/h. Trong khi đó, tốc độ tối đa theo thiết kế có thể lên tới 90 - 100 km/h, biến tàu điện thành một phương tiện di chuyển nhanh chóng và hiệu quả trong thành phố.

Các cơ sở liên quan đến hệ thống TĐN được thiết kế tiện nghi. Tất cả nhà ga được trang bị cửa chắn để đảm bảo an toàn, thang máy và hệ thống kiểm soát không khí giúp hành khách thoải mái hơn, wifi cũng có sẵn để hành khách có thể làm việc hoặc lướt web trong thời gian chờ đợi. Hệ thống tàu điện cũng có thiết kế lối đi riêng cho người sử dụng xe lăn, các gia đình có con nhỏ dùng xe đẩy, người có sức khỏe kém hay khách du lịch mang hành lý cồng kềnh...

Điểm nổi bật của hệ thống TĐN ở Singapore so với các hệ thống di chuyển khác là giá vé hợp lý trong khi chi phí sinh hoạt ở Singapore vào loại cao. Vé TĐN tại Singapore thậm chí còn rẻ hơn cả xe buýt do được Chính phủ trợ giá. Các nhà ga có vị trí chiến lược, dễ dàng tiếp cận bằng taxi, xe buýt hoặc đi bộ □

**CHÂU THÀNH**  
(Dịch và tổng hợp)

# Giải bài toán căn cơ để Hà Nội bớt ùn tắc giao thông

 BÌNH MINH

Áp lực giao thông ở Hà Nội đã và đang tồn tại hàng chục năm nay và chủ trương xén dải phân cách, vỉa hè để mở rộng đường cho xe lưu thông chỉ là giải pháp ngắn hạn. Về lâu dài, nhiều người lo ngại Hà Nội sẽ chẳng còn nhiều tuyến đường có dải phân cách, vỉa hè đủ rộng để xén nếu không có những giải pháp lâu dài, căn cơ.

## CHI 225 TỶ ĐỒNG XÉN VỈA HÈ, DẢI PHÂN CÁCH 7 TUYẾN ĐƯỜNG

Cuối năm 2021, nhiều người thường xuyên lưu thông trên đường Hoàng Quốc Việt tỏ ra tiếc nuối hàng cây xanh có tuổi đời hàng chục năm buộc phải di dời khi Hà Nội tiến hành xén dải phân cách để mở rộng đường.

Nhưng Hoàng Quốc Việt không phải là con đường đẹp duy nhất của Hà Nội bị xén dải phân cách để mở rộng đường. Chủ trương này được ngành chức năng Thủ đô thực hiện từ năm 2015. Từ đó đến nay, nhiều tuyến đường buộc phải xén dải phân cách để mở rộng cho phương tiện lưu thông, hạn chế ùn tắc, có thể kể đến như Nguyễn Chí Thanh - Liễu Giai, Phạm Hùng, Trần Duy Hưng...

Mới đây, tháng 8/2024, Sở GTVT Hà Nội tiếp tục đề xuất Thành phố chi 225 tỷ đồng (thực hiện trong giai đoạn 2024 - 2027) để xén vỉa hè và dải phân cách tại các vị trí phù hợp trên 7 tuyến đường chính của thành phố, gồm: Giảng Võ, Láng Hạ, Lê Văn Lương, Tố Hữu, Hoàng Đạo Thúy, Hoàng Minh Giám, Khuất Duy Tiến. Điểm chung của 7 trục đường này đều là những tuyến có mật độ phương tiện giao thông đông, thường xuyên ùn tắc vào giờ cao điểm.

Có một nghịch lý đang diễn ra là trong khi cơ quan chức năng và chính quyền thành phố đã và đang triển khai hoặc đề xuất nhiều giải pháp để hạn chế ùn tắc giao thông thì các cao ốc, chung cư cao tầng vẫn mọc lên cạnh những tuyến đường trung tâm.

Dư luận cũng nhiều lần đặt câu hỏi về tính hiệu quả của tuyến buýt BRT trên trục đường Tố Hữu - Lê Văn Lương - Láng Hạ - Giảng Võ. Vào giờ cao điểm, người đi xe máy không còn cách nào khác phải nhào vào làn BRT, án ngữ trước đầu những chiếc xe buýt nhanh. Lúc này thì buýt nhanh cũng thành buýt chậm.

Không cần phải kiến thức cao siêu để nhận ra tính hiệu quả của tuyến buýt nhanh, nhưng nó vẫn tồn tại, từ năm này qua năm khác. Trục đường Tố Hữu - Lê Văn Lương - Láng Hạ - Giảng Võ vẫn ngày ngày điệp khúc ùn tắc và tắc.

## LOAY HOAY TRIỂN KHAI GIẢI PHÁP CĂN CƠ, CHỐNG ùn TẮC LÂU DÀI

Xén dải phân cách, vỉa hè chỉ là một trong rất nhiều giải pháp được TP. Hà Nội triển khai trong những năm qua để chống ùn tắc và chủ trương này nằm trong Chương trình mục tiêu nhằm giảm thiểu ùn tắc và đảm bảo ATGT trên địa bàn TP. Hà Nội giai đoạn 2021 - 2025, được HĐND TP. Hà Nội khóa XVI thông qua vào tháng



Đường chật, xe đông vào đầu giờ đi làm buổi sáng, người đi xe máy không còn cách nào khác đành phải chiếm làn BRT, lúc này buýt nhanh cũng thành buýt... chậm

12/2021. Tổng kinh phí để thực hiện chương trình này là hơn 1.865 tỷ đồng và được phân bổ theo từng năm từ ngân sách thành phố, trong đó năm 2024 kinh phí là 425,8 tỷ đồng.

Theo nhiều chuyên gia giao thông, Hà Nội mới chỉ đang giải quyết phần ngọn, ngắn hạn, trong khi vấn đề mấu chốt là quy hoạch, đầu tư và đẩy nhanh tiến độ các dự án hạ tầng giao thông cùng với lộ trình di dời trụ sở các bộ, ngành, trường đại học ra khỏi nội đô lại chậm được triển khai.

Một trong những mục tiêu chính của 6 đồ án quy hoạch phân khu tại 4 quận lõi nội đô Hà Nội là kéo dân số khu vực này giảm 215.000 người từ nay đến năm 2030. Thời điểm 6 đồ án quy hoạch phân khu nội đô lịch sử (bao trùm 4 quận Ba Đình, Hoàn Kiếm, Đống Đa, Hai Bà Trưng) được UBND TP. Hà Nội phê duyệt (tháng 3/2021), theo rà soát của Sở Quy hoạch - Kiến trúc, có 28 cơ quan bộ, ngành Trung ương nằm tại khu vực nội đô lịch sử giới hạn từ bờ Nam sông Hồng đến đường Vành đai 2, trên địa bàn 5 quận: Ba Đình, Đống Đa, Hoàn Kiếm, Hai Bà Trưng và một phần quận Tây Hồ (không tính đến cơ quan Đảng, Chính phủ, Quốc hội ở trung tâm Ba Đình). Đến nay, nhiều cơ quan đã được cấp thẩm quyền chấp nhận chủ trương để xuất di dời nhưng chủ trương này vẫn trì trệ suốt nhiều năm qua.

Trong khi đó, đối với hơn 20 trường đại học, cao đẳng ở 4 quận lõi trung tâm, đến nay số những cơ sở giáo dục này di dời cũng mới chỉ đếm trên đầu ngón tay.

Thực chất, việc di dời cơ sở, trụ sở này đã có trong quy hoạch năm 1998. Sau đó, quy hoạch năm 2011 cũng tái khẳng định. Vừa rồi, Bộ Xây dựng đã thống nhất xây dựng khu trụ sở Trung ương các cơ quan. Ngoài ra, sau năm 2011, Thủ tướng có chỉ đạo xác định lộ trình và đề xuất đến năm 2025 phải hoàn tất việc di dời cơ sở không phù hợp ra khỏi nội đô, nhưng đến nay chưa thực hiện được hoặc tiến độ rất chậm.

Mới đây, tại Kết luận số 80-KL/TU ngày 24/5/2024 về Quy hoạch Thủ đô Hà Nội thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 và Đồ án Điều chỉnh Quy hoạch chung Thủ đô Hà Nội đến năm 2045, tầm nhìn đến năm 2065,

Theo quy hoạch phát triển GTVT TP. Hà Nội đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050 được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 519 ngày 31/3/2016, tỷ lệ diện tích đất dành cho giao thông trên diện tích đất xây dựng đô thị phải đạt từ 20 - 26%. Nhưng thực tế hiện nay tỷ lệ này mới đạt khoảng trên 12,1%. Nguyên nhân là do nhiều dự án đường vành đai, đường xuyên tâm trên địa bàn Thủ đô hiện còn chậm tiến độ.

Bộ Chính trị nêu rõ yêu cầu Hà Nội có lộ trình và cơ chế, chính sách để thực hiện hiệu quả việc di dời các cơ sở sản xuất, y tế không phù hợp quy hoạch; chuyển các trường đại học, trụ sở các cơ quan, doanh nghiệp lớn ra ngoài khu vực nội đô; có phương án mở rộng không gian phát triển sang phía Bắc sông Hồng, đồng thời tiến hành cải tạo, tái thiết đô thị để nâng cao chất lượng, điều kiện sống, an toàn cho người dân.

Trước đó, tháng 4/2023, Phó Thủ tướng Chính phủ Trần Hồng Hà đã có quyết định phê duyệt Đồ án quy hoạch xây dựng hệ thống trụ sở làm việc của các bộ, cơ quan ngang bộ, cơ quan trực thuộc Chính phủ, cơ quan Trung ương của các đoàn thể tại Hà Nội đến năm 2030. Theo Đồ án, hệ thống trụ sở mới này sẽ là nơi làm việc của 18 bộ, 4 cơ quan ngang bộ, 8 cơ quan thuộc Chính phủ và 6 cơ quan Trung ương của các đoàn thể. Đồ án quy hoạch này gồm 2 bản quy hoạch chi tiết tỷ lệ 1/500 tại hai khu vực là Mễ Trì và Tây Hồ Tây.

Theo tìm hiểu của Tạp chí GTVT, Bộ Xây dựng mới đây đã ban hành Quy chế quản lý quy hoạch - kiến trúc Khu trụ sở bộ, ngành Trung ương tại Hà Nội, theo đó có nêu chi tiết vị trí cụ thể, chiều cao công trình... của 36 trụ sở bộ, ngành. Khu đất quy hoạch được duyệt trong Đồ án quy hoạch trụ sở bộ, ngành Trung ương tại Tây Hồ Tây thuộc địa giới hành

chính phường Xuân La (quận Tây Hồ) và phường Xuân Tảo (quận Bắc Từ Liêm, TP. Hà Nội). Quy mô khu đất trong Đồ án quy hoạch được duyệt là khoảng 35 ha. Trong đó, 20,7 ha thuộc phường Xuân La (quận Tây Hồ) và 14,3 ha thuộc phường Xuân Tảo (quận Bắc Từ Liêm).

Trong khu đất được quy hoạch khoảng 35 ha bố trí đất xây dựng trụ sở các cơ quan (12 cơ quan, 1 cơ quan dự trữ); đất công trình dịch vụ, công cộng; đất cây xanh, quảng trường, công viên, cầu vượt, mặt nước và đất đường giao thông. Đất xây dựng trụ sở, cơ quan với số người làm việc khoảng 14.500 người.

Theo TS. Đào Ngọc Nghiêm, Phó Chủ tịch Hội Quy hoạch phát triển đô thị Việt Nam, một trong những nguyên nhân của việc các bộ, ngành chậm di dời và giao lại đất cho Hà Nội quản lý, sử dụng là do đang vướng ở Luật Đất đai. Vì khi được giao đất có thời hạn, các bộ, ngành, cơ sở công nghiệp, trường đại học... có toàn quyền sử dụng, khai thác, dù đã được Hà Nội bố trí quỹ đất xây dựng trụ sở mới. Do đó, theo ông Nghiêm, Hà Nội cần một cơ chế đặc thù để có thể sớm thu hồi đất sau khi các đơn vị di dời. "Có cơ chế đặc thù thì việc phân khu đô thị nội đô theo quy hoạch mới có thêm những yếu tố thuận lợi để giải quyết vấn đề quy hoạch phức tạp hiện nay như giãn dân, bổ sung quỹ đất cho phát triển hạ tầng, xây dựng các công trình công cộng, không gian xanh, giảm ùn tắc giao thông...", TS Đào Ngọc Nghiêm nêu ý kiến.

Còn GS. TS. Hoàng Văn Cường, đại biểu Quốc hội TP. Hà Nội nhận định, sở dĩ việc di chuyển trụ sở bộ, ngành, trường đại học ra khỏi nội đô chậm do đầu tư hạ tầng phát triển ở cơ sở mới, hạ tầng kết nối giao thông chưa thật sự đồng bộ để có thể kết nối hoạt động của các bộ, ngành. Ngoài ra, đầu đó vẫn còn tâm lý chờ đợi giữa các bộ, ngành nên chưa tạo ra quyết tâm cao. "Trách nhiệm trong việc di dời trụ sở bộ, ngành, trường đại học đến từ hai phía, trong đó ngành Xây dựng quy hoạch địa điểm di chuyển và đầu tư xây dựng các công trình hạ tầng ở khu vực này", ông Cường cho hay □



# Cần 3.000 tỷ đồng để sửa chữa hạ tầng giao thông hư hỏng do bão số 3



Cầu Phong Châu (tỉnh Phú Thọ) bị sập trong cơn bão số 3

**VŨ THÀNH VŨ**

**Cơn bão Yagi kèm mưa, lũ và hoàn lưu sau bão đã gây thiệt hại nặng nề đối với ngành GTVT trên tất cả các lĩnh vực đường sắt, hàng không, đường bộ, đường thủy và hàng hải. Ước tính, tổng thiệt hại khoảng 3.000 tỷ đồng.**

## TOÀN CẢNH THIẾT HẠI SAU BÃO, LŨ

Để cập đến thiệt hại, công tác khắc phục hậu quả của cơn bão số 3 và tình hình mưa, lũ sau bão gây ra

đối với ngành GTVT, báo cáo với Thủ tướng Chính phủ, Bộ GTVT cho biết, các lĩnh vực của ngành đều bị ảnh hưởng, trong đó có lĩnh vực thiệt hại nặng nề.

Đối với lĩnh vực hàng hải, trụ sở của Cảng vụ Hàng hải Thái Bình và Trường Cao đẳng Hàng hải I bị hư hỏng nhẹ, công tác khắc phục đã cơ bản hoàn thành.

Kết cấu hạ tầng đường sắt do Nhà nước đầu tư thiệt hại khoảng 130 tỷ đồng (trên 30 vị trí sập lờ, đất lấp đường sắt; trên 40 vị trí ngập nước, trôi nền đường, nền đá; hàng trăm vị trí cây, vật kiến trúc đổ vào đường sắt, đường dây thông tin, tín hiệu).

Bên cạnh đó, doanh nghiệp đường sắt thiệt hại khoảng 48 tỷ đồng, trong đó thiệt hại về tài sản

do doanh nghiệp đầu tư khoảng 20 tỷ đồng (17 đầu máy; nhiều phương tiện, thiết bị ngập nước; nhiều khu nhà cung cầu, cung đường, lưu trú, trụ sở làm việc bị tốc mái, đổ tường rào); thiệt hại doanh thu vận tải đường sắt khoảng 28 tỷ đồng (bãi bỏ trên 22 chuyến tàu hàng, trên 54 chuyến tàu khách).

Lĩnh vực đường thủy nội địa, các tỉnh, thành phố Hà Nội, Phú Thọ, Nam Định, Hải Dương, Bắc Ninh, Bắc Giang, Thái Bình, Hà Nam, Hòa Bình, Ninh Bình, Hưng Yên, Yên Bái, Vĩnh Phúc, Thái Nguyên có số lượng cảng, bến, luồng đã hoạt động là 10/763 cảng, bến (các cảng chuyên dùng chủ yếu phục vụ nhu cầu sản xuất cho các nhà máy nhiệt điện hiện chỉ bốc xếp các phương tiện đang nằm trong cảng), số lượng còn lại chưa hoạt động. Tại các địa phương Hải Phòng, Quảng Ninh, Hải Dương, số lượng cảng, bến chưa hoạt động là 98/155 cảng, bến. Thời gian dự kiến hoạt động trở lại là sau khi mực nước trên các tuyến sông đảm bảo an toàn, các thông báo hạn chế giao thông được gỡ bỏ, triển khai các hệ thống báo hiệu trên tuyến, luồng và khắc phục các thiệt hại tại cảng, bến. Riêng các cảng, bến khu vực sông Kinh Thầy chưa hoạt động được do nước lũ dâng cao gây ngập lụt, chờ khi nước rút là sẵn sàng cho hoạt động trở lại. "Phần lớn các hoạt động đường thủy nội địa đã trở lại bình thường, chỉ dừng hoạt động các cảng, bến có mực nước vượt báo động trong vùng bị ảnh hưởng", Bộ GTVT cho biết.

Lĩnh vực hàng không, tại các cảng: Điện Biên, Vân Đồn, Cát Bi, Nội Bài, Thọ Xuân, Vinh, Đồng Hới không có thiệt hại về người, chỉ có thiệt hại một số cây xanh tại sân đỗ ô tô bị gãy đổ; hàng rào, bố trí an ninh tại một số cảng bị đổ nhưng số lượng

Hưởng ứng lời kêu gọi của Ủy ban Trung ương Mặt trận Tổ quốc Việt Nam ủng hộ đồng bào bị thiệt hại do cơn bão số 3, Bộ GTVT và Công đoàn GTVT Việt Nam đã phát động trong cán bộ, công chức, viên chức, người lao động, doanh nghiệp ủng hộ bằng vật chất, tinh thần. Ngày 13/9, Thứ trưởng Bộ GTVT Nguyễn Xuân Sang thay mặt lãnh đạo Bộ, đại diện cho toàn thể cán bộ, công chức, viên chức, người lao động ngành GTVT đã đến trụ sở Trung ương Mặt trận Tổ quốc Việt Nam trao số tiền 4 tỷ đồng ủng hộ đồng bào bị thiệt hại do cơn bão số 3. Mặc dù ngành GTVT bị thiệt hại rất nặng nề về kết cấu hạ tầng giao thông, trước trong và sau bão, hàng nghìn nhân lực ngành GTVT phải căng mình ứng trực, bảo đảm và khắc phục giao thông, song với tinh thần “tương thân tương ái”, “nhường cơm, sẻ áo”, mỗi cán bộ, công chức, viên chức, người lao động ngành GTVT đã có sự động viên, chia sẻ, ủng hộ kịp thời tới đồng bào bị thiệt hại do cơn bão số 3 vừa qua.

ít và đã được khắc phục ngay. Ngay sau bão, các cảng hàng không đã hoạt động trở lại bình thường.

Đối với kết cấu hạ tầng giao thông đường bộ, thiệt hại chủ yếu tại các tuyến quốc lộ ở Thanh Hóa và các tỉnh phía Bắc. Tổng số vị trí bị ảnh hưởng, thiệt hại là 4.177 vị trí, đoạn đường bị thiệt hại. Bước đầu ước tính giá trị thiệt hại cần khắc phục đối với quốc lộ từ Thanh Hóa trở ra khoảng 2.900 tỷ đồng (bao gồm chi phí dự kiến xây dựng lại cầu Phong Châu mới dự kiến khoảng hơn 800 tỷ đồng).

Trên các tuyến quốc lộ đã có 820 vị trí bị tắc. Trong đó, đến ngày 17/9 đã khắc phục và giảm được 559 vị trí (so với 567 vị trí) sạt lở đất đá để thông toàn bộ mặt đường hoặc thông một phần mặt đường phục vụ giao thông. Còn 8 vị trí chưa thông do sạt lở, sụt lún nền đường với khối lượng lớn, địa hình khó khăn trong việc tiếp cận và đưa máy móc vào thi công. “Bộ GTVT đang chỉ đạo triển khai quyết liệt máy móc, phương tiện và nhân lực để sớm khắc phục dứt điểm các vị trí sạt lở”, Bộ GTVT cho hay.

### CHỦ ĐỘNG, TÍCH CỰC ỨNG PHÓ VỚI BÃO, LŨ

Bộ GTVT đã chỉ đạo phải chủ động, quyết liệt triển khai công tác phòng, chống lụt bão tới tất cả các cơ quan, đơn vị của Bộ nhằm ứng phó hiệu quả với cơn bão, giảm thấp nhất thiệt hại đối với tài sản và cơ sở vật chất của Ngành, đồng thời phối hợp, hỗ trợ tối đa cho các địa phương bị

ảnh hưởng bởi cơn bão, từ đó ứng phó, khắc phục hậu quả do bão, mưa lũ do hoàn lưu bão gây ra với phương châm “4 tại chỗ”.

Khi điều kiện thời tiết không cho phép, Bộ GTVT yêu cầu dừng khai thác sân bay, cảng biển, dừng khai thác chạy tàu, hạn chế, cấm phương tiện lưu thông trên đường bộ. Bộ GTVT khẳng định: “Nhờ sự chỉ đạo quyết liệt của Chính phủ nên đã giảm thiểu tối đa thiệt hại về người và tài sản của ngành GTVT”.

Cũng theo đánh giá của Bộ GTVT, các cơ quan, đơn vị thuộc Bộ đã chủ động bố trí nhân lực, phương tiện, thiết bị, vật tư tại khu vực trọng điểm, xung yếu để sẵn sàng tổ chức cứu nạn, cứu hộ và khắc phục nhanh nhất sự cố do bão lũ gây ra, đảm bảo giao thông an toàn, thông suốt, đặc biệt trên các tuyến giao thông trọng điểm; tổ chức phân luồng, hướng dẫn giao thông an toàn, nhất là qua các ngầm, tràn, khu vực nước chảy siết, vị trí bị sạt lở; tổ chức trực ban 24/24h và theo dõi sát diễn biến của bão số 3 để có phương án ứng phó kịp thời.

Bộ GTVT đã thành lập Sở Chỉ huy tiền phương tại Hải Phòng. Lãnh đạo Bộ đã tham gia Đoàn công tác của Chính phủ đi kiểm tra, đôn đốc chỉ đạo tại các địa phương về công tác ứng phó, khắc phục hậu quả do bão, lũ gây ra.

Đặc biệt, ngay sau khi nhận được thông tin về thiệt hại do sạt lở, lũ quét gây thiệt hại tại làng Nủ (xã Phúc

Khánh, huyện Bảo Yên, tỉnh Lào Cai), Bộ GTVT đã chỉ đạo các đơn vị đường bộ huy động lực lượng, thiết bị, phối hợp với địa phương triển khai khắc phục ngay các điểm sạt, trượt, thông tuyến để mở đường cho lực lượng cứu hộ tiếp cận hiện trường trong thời gian sớm nhất.

Bên cạnh việc quyết liệt thực hiện các nhiệm vụ, giải pháp khắc phục hậu quả, Bộ GTVT kiến nghị Thủ tướng Chính phủ, các bộ, ngành tiếp tục ưu tiên hỗ trợ các địa phương bị thiệt hại nặng do bão, mưa, lũ gây ra, đồng thời cấp bổ sung kinh phí từ nguồn dự phòng ngân sách Trung ương cho Bộ GTVT để tổ chức triển khai sửa chữa, khôi phục kết cấu hạ tầng giao thông. Tổng số thiệt hại ước tính khoảng 3.000 tỷ đồng.

Cùng với đó, Bộ GTVT kiến nghị các địa phương tiếp tục phối hợp, hỗ trợ cơ quan quản lý đường bộ trong việc bố trí khu vực đỗ đất, đá bị sụt trượt để tạo thuận lợi cho công tác khắc phục sự cố sụt trượt ta-luy; hỗ trợ công tác giải phóng mặt bằng, trong trường hợp khắc phục hư hỏng lớn phải mở rộng đường để bảo đảm an toàn.

Về lâu dài, để nâng cao năng lực ứng phó với bão, áp thấp nhiệt đới trên biển, Bộ GTVT đề nghị Chính phủ, các bộ, ngành, địa phương quan tâm, tiếp tục ưu tiên đầu tư để nâng cao hơn nữa chất lượng công tác dự báo tình hình thời tiết, thiên tai; xây dựng mạng lưới thông tin cảnh báo nguy cơ sụt trượt, ngập, lũ quét tại các vị trí xung yếu. Trên cơ sở đó, các cơ quan, đơn vị, địa phương xây dựng và triển khai những phương án ứng phó phù hợp, hiệu quả.

Đồng thời, cần nghiên cứu, phát triển thêm các khu neo đậu tránh trú bão mới và cải tạo, mở rộng các khu neo đậu tránh trú bão hiện có; tiếp tục ưu tiên đầu tư trang thiết bị phục vụ công tác ứng phó sự cố thiên tai, tìm kiếm cứu nạn cho các lực lượng nòng cốt trong công tác này; đầu tư tàu tìm kiếm cứu nạn cỡ lớn hoạt động được dài ngày trên biển cho Trung tâm Phối hợp Tìm kiếm cứu nạn hàng hải Việt Nam để đảm bảo hoạt động tìm kiếm cứu nạn khu vực xa bờ và dài ngày trên biển □

# Ước lượng mật độ phổ công suất của đường ray không phẳng thuận theo biên dạng đứng cho đường sắt quốc gia Việt Nam

■ ThS. NCS. NGUYỄN ĐỨC TÂM<sup>(\*)</sup>; GS. TS. PHẠM VĂN KÝ; TS. MAI TIẾN CHINH

Trường Đại học Giao thông vận tải

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

**TÓM TẮT:** Bài báo áp dụng phương pháp phi tham số để tính mật độ phổ công suất (PSD) của đường ray không phẳng thuận theo biên dạng đứng. Công nghệ LiDAR Scanner 3D được sử dụng để quét một đoạn đường ray có chiều dài 280,25 m trên đường sắt quốc gia Việt Nam. Độ không phẳng thuận theo biên dạng đứng của đường ray được xác định dựa trên phương pháp "Đường tên giữa dây cung" từ dữ liệu Point Cloud của thiết bị quét. Đường cong PSD của dữ liệu đo được tính toán và dạng hàm xấp xỉ có dạng tương đồng với đường sắt Trung Quốc.

**TỪ KHÓA:** Đường ray không phẳng thuận, mật độ phổ công suất, biến đổi Fourier.

**ABSTRACT:** This article applies a non-parametric method to calculate the power spectral density (PSD) of vertical profile track irregularity. LiDAR Scanner 3D technology is used to scan a 280.25 m length of track on National Railway of Vietnam. The vertical profile track irregularity is determined based on the "Mid-chord offset" method from the Point Cloud data of the scanning device. The PSD curve of the measured data is calculated, and the approximate functional form has a form similar to that of the Chinese railway.

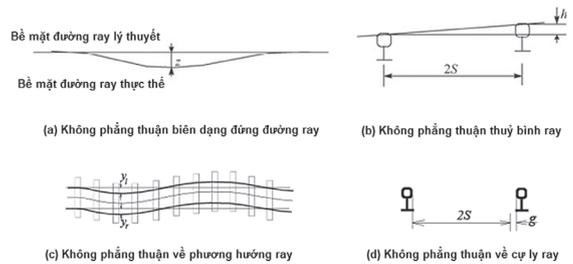
**KEYWORDS:** Track irregularity, power spectral density, Fourier transform.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong số các nguyên nhân ảnh hưởng đến động lực học ngẫu nhiên toa xe - đường ray thì độ không phẳng thuận của đường ray là nguyên nhân quan trọng nhất. Độ không phẳng thuận của đường ray làm cho toa xe rung động, từ đó tạo ra các lực ngẫu nhiên trên đường. Dưới những lực này, đường ray có thể bị uốn cong, chuyển vị dẫn đến đường ray bị xuống cấp thêm và giảm bớt sự thoải mái của hành khách đi tàu.

Theo thời gian, hình dạng đường ray xấu đi, tức là vị trí đường ray bắt đầu sai lệch so với hình dạng thiết kế, những sai lệch này được gọi là độ không phẳng thuận của đường ray [1].

Không phẳng thuận của đường ray được chia thành 4 loại cơ bản gồm có: Không phẳng thuận biên dạng đứng của đường ray, không phẳng thuận thủy bình ray, không phẳng thuận về cự ly ray và không phẳng thuận về phương hướng ray.



Hình 1.1: Không phẳng thuận đường ray

Hạn chế của việc mô tả hình học đường ray trong miền khoảng cách là chỉ đánh giá được sự biến đổi biên độ của các tham số hình học đường ray. Trong phân tích động lực học ngẫu nhiên toa xe - đường ray cần phải phân tích và đưa nội dung bước sóng của đường ray không phẳng thuận vào mô hình. Cách tiếp cận chung là phân tích phổ, xác định nội dung phổ của tín hiệu. Bản chất của phân tích phổ là ước tính sự phân bố công suất tổng theo tần số từ một bản ghi hữu hạn của chuỗi dữ liệu có tính dừng [2].

Việc thống kê các đặc điểm phổ không phẳng thuận của đường ray đã được chú ý từ lâu. Các nước Anh, Nhật Bản, Đức, Mỹ, Liên Xô cũ, Ấn Độ, Cộng hòa Séc và một số quốc gia khác lần lượt đã đề xuất mật độ phổ công suất của riêng họ về sự không phẳng thuận của đường ray. Vào năm 2014, dựa trên một số lượng lớn các phép đo trên các tuyến đường sắt cao tốc, phổ không phẳng thuận đường ray của đường sắt cao tốc đã được đề xuất trong tiêu chuẩn PSD của Trung Quốc về sự không phẳng thuận của đường ray không ballast của đường sắt cao tốc (TB/T 3352 2014).

Trong nội dung bài báo này, tác giả trình bày phương pháp tính mật độ phổ công suất (PSD) và ví dụ tính toán cho đường ray không phẳng thuận theo biên dạng đứng, PSD của các loại không phẳng thuận của đường ray còn lại được tính toán tương tự.

## 2. ƯỚC LƯỢNG MẬT ĐỘ PHỔ CÔNG SUẤT CỦA ĐƯỜNG RAY KHÔNG PHẪNG THUẬN

### 2.1. Cơ sở lý luận

Độ không phẳng thuận của đường ray được hiểu là các

tín hiệu (dữ liệu) ngẫu nhiên vì chúng không thể dự đoán được hoàn toàn. Vì vậy, các phương pháp xử lý tín hiệu ngẫu nhiên được áp dụng để phân tích phổ của đường ray không phẳng thuận. Độ không phẳng thuận của đường ray được coi là sự thể hiện của một quá trình ngẫu nhiên dừng [3].

Độ không phẳng thuận đường ray thực tế là sự chồng chất của các bước sóng ngẫu nhiên với bước sóng, pha và biên độ khác nhau, đó là một quá trình ngẫu nhiên phức tạp tùy thuộc vào mỗi vị trí dọc theo đường ray. Mật độ phổ công suất (PSD) là hàm thống kê quan trọng nhất và được sử dụng phổ biến nhất để biểu thị độ không phẳng thuận ngẫu nhiên của đường ray [4].

Hàm mật độ phổ công suất có thể được xác định bằng 3 cách tương đương sau [5]:

Cách 1, mật độ phổ công suất của một quá trình dừng theo nghĩa rộng và hàm tự tương quan của nó tạo thành một cặp biến đổi Fourier.

$$S(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} R(\tau) \cdot e^{-j2\pi f\tau} \cdot d\tau \quad (1)$$

Trong đó:  $S(f)$  - Hàm mật độ phổ công suất 2 phía;  $R(\tau)$  - Hàm tự tương quan của quá trình với độ trễ  $\tau$  của dữ liệu  $x(t)$ ;  $f$  - Tần số;  $j$  - Số phức,  $j^2 = -1$

Cách 2, thông qua các phép biến đổi Fourier hữu hạn:

$$S(f) = \frac{1}{T} \cdot X(f) \cdot X^*(f) = \frac{1}{T} \cdot |X(f)|^2 \quad (2)$$

Trong đó:  $X(f)$  - Biến đổi Fourier của dữ liệu  $x(t)$ ;  $X^*(f)$  - Liên hợp phức của  $X(f)$ ;  $T$  - Độ dài của dữ liệu.

Cách 3, thông qua lọc bình phương trung bình: Bộ lọc thông dải có tần số trung tâm  $f_c$  và băng thông  $B_c$  được thiết kế cho từng tần số. Dữ liệu được truyền qua bộ lọc thông dải, bình phương, sau đó được tính tổng và chuẩn hóa. Mật độ phổ công suất một phía được ước lượng theo công thức:

$$\hat{G}_{xx}(f_c) = \frac{1}{(B_c)T} \int_0^T x^2(f_c, B_c, t) dt \quad (3)$$

Trong đó:  $B_c$  - Băng thông;  $f_c$  - Tần số trung tâm.

Dữ liệu ngẫu nhiên được xem xét ở trên thường được định nghĩa là hàm của thời gian, biểu thị bằng  $t$  tính bằng giây (s). Tuy nhiên, bất kỳ tham số nào khác có thể thay thế thời gian dưới dạng biến độc lập miễn là nó đảm bảo tính ứng dụng của dữ liệu. Ứng dụng trong lĩnh vực đường sắt, độ không phẳng thuận ngẫu nhiên của đường ray sẽ thuận tiện hơn khi được mô tả dưới dạng hàm của khoảng cách dọc theo đường ray tính bằng mét ( $m$ ) (dữ liệu ngẫu nhiên về mặt không gian). Khi dữ liệu ngẫu nhiên về mặt không gian có các tính chất trung bình bất biến theo khoảng cách thì dữ liệu đó được cho là đồng nhất, tương tự như tính chất dừng trong thời gian.

Có một số phương pháp ước tính phổ, thường được chia thành các phương pháp phi tham số (các phương pháp này dựa vào công thức (1), (2) và (3)) và phương pháp tham số (tín hiệu thỏa mãn mô hình với dạng hàm đã biết và sau đó tiến hành ước tính các tham số trong mô hình giả định) [6]. Cách phổ biến nhất để chuyển đổi tín hiệu từ miền khoảng cách sang miền bước sóng là sử dụng các phương pháp phi tham số, tính toán rõ ràng hàm lượng phổ của tín hiệu (các phương pháp tham số như: Mô hình trung bình tự hồi quy hoặc trung bình di chuyển, ít phổ biến hơn nhiều)

[1]. Trong nội dung bài báo này, tác giả trình bày phương pháp phi tham số thông qua các phép biến đổi Fourier hữu hạn để ước lượng PSD của đường ray không phẳng thuận.

## 2.2. Ước lượng PSD của đường ray không phẳng thuận

Dữ liệu về độ không phẳng thuận của đường ray đo ngoài hiện trường đều là các giá trị rời rạc nên cần sử dụng phương pháp số để thực hiện biến đổi Fourier trên hàm số độ không phẳng thuận.

Gọi  $f(n)$  chuỗi giá trị không phẳng thuận (chuỗi tín hiệu) dọc theo đường ray và  $\Delta x$  là khoảng cách lấy mẫu (khoảng cách giữa các điểm đo). Ta có tần số lấy mẫu:

$$f_s = \frac{1}{\Delta x} = \frac{N}{L} \quad (4)$$

Trong đó:  $f_s$  - Tần số lấy mẫu, đơn vị 1/m;  $N$  - Tổng số điểm lấy mẫu (chiều dài của tín hiệu);  $L$  - Chiều dài đường ray,  $L = \Delta x \cdot N$ .

Khi biến đổi Fourier của đường ray không phẳng thuận, tần số rời rạc (tần số không gian) thường được chọn là:

$$f_m = m \cdot \frac{1}{L} = m \cdot \frac{1}{\Delta x \cdot N} = m \cdot \frac{f_s}{N} \quad (5)$$

Biến đổi Fourier rời rạc (Discrete Fourier transform - DFT) của  $f(n)$  là:

$$F(m) = \sum_{n=0}^{N-1} f(n) \cdot e^{-j2\pi \frac{nm}{N}} = \sum_{n=0}^{N-1} f(n) \cdot \cos\left(\frac{2\pi nm}{N}\right) - j \sum_{n=0}^{N-1} f(n) \cdot \sin\left(\frac{2\pi nm}{N}\right) \quad (6)$$

Trong đó:  $n$  - Chỉ số của điểm dữ liệu đầu vào;  $m$  - Chỉ số của số dạng sóng,  $m = 0, 1, 2, \dots, N-1$ .

Số lượng mẫu trong tín hiệu gốc  $N$  cũng chính là số ngăn tần số trong DFT. Hệ số  $1/(\Delta x \cdot N)$  là độ rộng ngăn tần số, còn gọi là độ phân giải tần số.

Mật độ phổ công suất (PSD) độ không phẳng thuận của đường ray được xác định theo công thức:

$$S(f) = \frac{1}{N} |F(m)|^2 = \frac{1}{N} \left| \sum_{n=0}^{N-1} f(n) \cdot e^{-j2\pi \frac{nm}{N}} \right|^2 \quad (7)$$

Đơn vị của PSD của đường ray không phẳng thuận là  $\text{mm}^2/(1/m)$ .

PSD thu được từ biến đổi DFT như phương trình (7) được gọi là biểu đồ chu kỳ (periodogram).

Trên thực tế có một số tần số sẽ có số chu kỳ không nguyên (tức tần số khác với  $f_m$ ) dẫn đến nội dung phổ của các tần số đó bị rò rỉ vào các ngăn tần số lân cận. Hiệu ứng này được gọi là rò rỉ quang phổ. Một cách để chống lại nó là sử dụng một phương pháp gọi là cửa sổ (window): Đầu tiên PSD thu được từ DFT, sau đó được tích chập với một hàm có biên độ cực đại ở tâm tín hiệu đầu vào và cực tiểu ở các cạnh, PSD sẽ được chia tỷ lệ theo hình dạng cửa sổ.

Có nhiều loại hình dạng cửa sổ khác nhau, chẳng hạn như hình chữ nhật, hình tam giác, Hamming, Hanning, Blackman-Harris, Kaiser-Bessel và các loại khác. Việc lựa chọn phương pháp cửa sổ phụ thuộc vào bản chất của tín hiệu đầu vào. Cửa sổ Hanning thường được coi là phù hợp với các tín hiệu có cả thành phần tuần hoàn và ngẫu nhiên, chẳng hạn như sự không phẳng thuận của đường ray [7, 8]. PSD thu được bằng cách tạo cửa sổ được gọi là biểu đồ chu kỳ hiệu chỉnh.

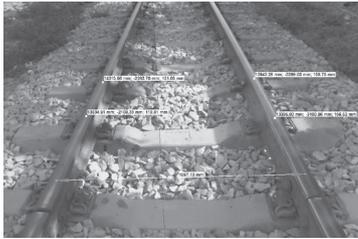
DFT là phương pháp ước tính PSD phổ biến nhất nhưng nó có xu hướng tạo ra đầu ra nhiễu. Đoạn đường ray được phân tích càng dài và khoảng cách lấy mẫu càng ngắn thì đầu ra sẽ càng nhiễu, điều này có thể khiến việc đọc và diễn

giải PSD trở nên khó khăn. Một trong những giải pháp cho vấn đề này là phương pháp Welch, sử dụng các phân đoạn tín hiệu chồng chéo và áp dụng một trong các phương pháp cửa sổ cho từng phân đoạn [9].

### 3. ƯỚC LƯỢNG PSD CỦA ĐƯỜNG RAY KHÔNG PHẪNG THUẬN THEO BIÊN DẠNG ĐỨNG CHO ĐƯỜNG SẮT QUỐC GIA VIỆT NAM

#### 3.1. Quá trình thực nghiệm và xử lý số liệu

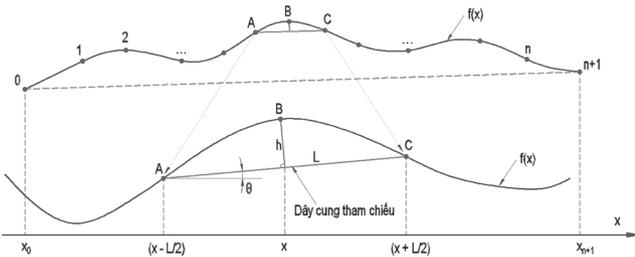
Dữ liệu thử nghiệm được tác giả sử dụng công nghệ LiDAR Scanner 3D tiến hành quét một đoạn đường ray có chiều dài 280,25m (Km1713+038,33 - Km1713+318,58) trên đường sắt quốc gia Việt Nam trong tháng 4/2024. Từ dữ liệu Point Cloud của thiết bị quét, tác giả trích xuất các thông số và sử dụng phương pháp đường tên giữa dây cung (mid-chord offset - MCO) [10] để xác định độ không phẳng thuận theo biên dạng đứng của ray.



Hình 3.1: Thiết bị quét 3D và trích xuất dữ liệu từ Point Cloud

Giả thuyết của phương pháp MCO là coi góc nghiêng  $\theta$  của dây cung tham chiếu là nhỏ (Hình 3.2), khi đó mối quan hệ giữa đường tên  $h$  và cao độ đỉnh ray được thể hiện thông qua phương trình (8):

$$h(x) = f(x) - \frac{1}{2} \left[ f\left(x - \frac{L}{2}\right) + f\left(x + \frac{L}{2}\right) \right] = -\frac{1}{2} f\left(x - \frac{L}{2}\right) + f(x) - \frac{1}{2} f\left(x + \frac{L}{2}\right) \quad (8)$$



Hình 3.2: Nguyên lý đo lường của phương pháp MCO

Khi đo đặc hàm hình học đường ray  $f(x)$  và hàm đường tên  $h(x)$  được rời rạc hóa thành các vector  $f$  và  $h$  tương ứng, lúc này ta có phương trình quan hệ:

$$h = T.f \quad (9)$$

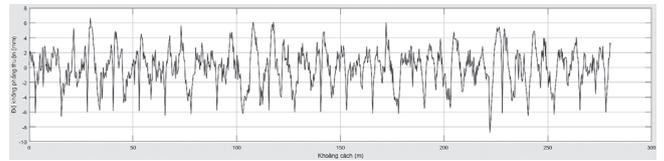
Trong đó:  $h$  - Vector đường tên,  $h = (h_0, h_1, \dots, h_{n+1})^T$ ;  $f$  - Vector cao độ đỉnh ray,  $f = (f_0, f_1, \dots, f_{n+1})^T$ ;  $T$  - Ma trận đo lường kích thước  $(n-1) \times (n+1)$ .

$$T = \begin{bmatrix} -0,5 & 1 & -0,5 & & & \\ & -0,5 & 1 & -0,5 & & \\ & & \dots & \dots & \dots & \\ & & & -0,5 & 1 & -0,5 \\ & & & & -0,5 & 1 & -0,5 \\ & & & & & -0,5 & 1 & -0,5 \end{bmatrix}$$

Từ phương trình (9), hình học đường ray được phục hồi với điều kiện biên:

$$f_0 = f_{n+1} = 0 \quad (10)$$

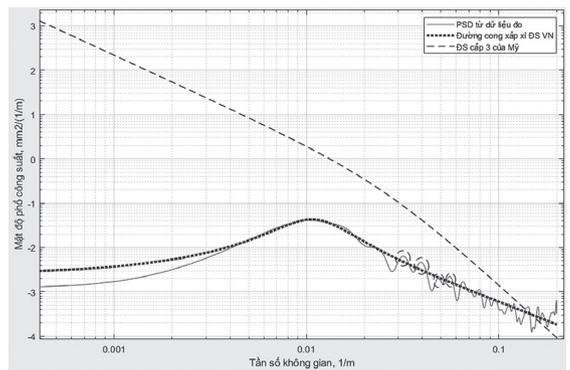
Sau khi hình học đường ray được phục hồi tiến hành loại bỏ xu hướng tuyến tính trong dữ liệu đo dựa trên giả định rằng hình dạng trung bình của đường ray bằng 0, lúc này sẽ xác định được độ không phẳng thuận theo biên dạng đứng của đường ray.



Hình 3.3: Biên dạng đứng của đường ray từ dữ liệu đo

#### 3.2. Kết quả xử lý số liệu

Dựa trên các thuật toán ở Mục 2.2 chương trình máy tính được viết dựa trên ngôn ngữ lập trình Matlab cho kết quả PSD của không phẳng thuận theo biên dạng đứng của đường ray. Biểu đồ PSD được vẽ là hàm số của tần số không gian ở định dạng log-log như trên Hình 3.3.



Hình 3.4: Biểu đồ PSD của không phẳng thuận vẽ biên dạng đứng của đường ray

#### 3.3. Hàm xấp xỉ của đường cong PSD

Biểu đồ mật độ phổ công suất không phẳng thuận của đường ray là một đường cong đặc trưng thống kê dựa trên một số lượng lớn các mẫu được đo, thường không thể biểu thị bằng hàm giải tích chính xác. Để thuận tiện cho việc mô tả, PSD thường được biểu thị bằng một hàm xấp xỉ với đường đặc tính đo được. Có nhiều dạng hàm đường cong xấp xỉ của phổ đường ray được đề xuất ở Mỹ, Anh, Trung Quốc và các nước khác.

Dạng hàm xấp xỉ của đường cong PSD không phẳng thuận về biên dạng đứng của đường sắt Mỹ:

$$S(f) = \frac{A.B^2}{f^2.(f^2 + B^2)} \quad (11)$$

Dạng hàm xấp xỉ của đường cong PSD không phẳng thuận về biên dạng đúng của đường sắt Anh:

$$S(f) = \frac{1}{(A.f^4 + B.f^3 + C.f^2)} \quad (12)$$

- Dạng hàm xấp xỉ của đường cong PSD không phẳng thuận về biên dạng đúng của các tuyến chính của đường sắt Trung Quốc:

$$S(f) = \frac{A.(f^2 + B.f + C)}{(f^4 + D.f^3 + E.f^2 + F.f + G)} \quad (13)$$

Sử dụng công cụ Curve Fitting Tool của chương trình Matlab, tác giả phân tích dạng hàm xấp xỉ cho đường cong PSD từ dữ liệu đo dựa trên dạng hàm xấp xỉ của đường sắt Mỹ, Anh và Trung Quốc (công thức (11 - 13)) thấy rằng dạng hàm xấp xỉ cho đường cong PSD từ dữ liệu đo trên đoạn đường sắt Việt Nam tương đồng với dạng hàm xấp xỉ của đường sắt Trung Quốc (đường chấm đậm trên Hình 3.4) với các hệ số như sau:

- A = 1,04;
- B = 0,03458;
- C = 0;
- D = 1;
- E = -0,2231;
- F = 0,01463;
- G = 0.

### 3.4. Bàn luận và phân tích kết quả

PSD từ dữ liệu đo trên đường sắt quốc gia Việt Nam thấy rằng trong thành phần dữ liệu chứa các tần số trong khoảng (0,0036 - 2,0)m<sup>-1</sup> tương ứng với bước sóng từ (0,5 - 277,78)m.

Từ biểu đồ phổ (Hình 3.4) thấy rằng biên dạng đúng của đoạn đường ray đo được có bước sóng tập trung trong khoảng (0,5 - 20)m (khu vực đỉnh cao nhất của biểu đồ phổ).

Đường cong PSD từ dữ liệu đo trên đoạn đường sắt quốc gia Việt Nam xuất hiện các đỉnh phổ rõ rệt trên một dải liên tục tương đối trơn tru (Hình 3.4). Các đỉnh này xuất hiện ở các bước sóng tương ứng với chiều dài 1 thanh ray ray (12,5 m) và các sóng hài của chúng cho thấy sự tồn tại của thành phần tuần hoàn. Đây là một đặc điểm dễ nhận biết đối với đường ray có mối nối.

Có nhiều dạng công thức cho đường cong xấp xỉ của PSD. Nói chung, một công thức phức tạp chứa nhiều tham số sẽ gần với đường cong PSD thực tế hơn.

Tùy theo phương pháp đo, độ không phẳng thuận của đường ray chia thành 2 loại: Độ không phẳng thuận tĩnh và độ không phẳng thuận động. Dữ liệu đo không phẳng thuận của đường ray được sử dụng trong bài báo này được đo trong điều kiện tĩnh, trong khi tại các nước tiên tiến như Mỹ, Đức, Trung Quốc... độ không phẳng thuận được đo bằng toa xe chuyên dụng. Biên độ của độ không phẳng thuận động lớn hơn biên độ của độ không phẳng thuận tĩnh vì chúng chứa nhiều biến dạng đường ray bổ sung cũng như phản ứng rung động của bánh xe nên đường cong PSD của không phẳng thuận động sẽ nằm cao hơn so với tĩnh. Hình 3.4 biểu diễn đồng thời biểu đồ PSD của đoạn đo thử nghiệm trên đường sắt quốc gia Việt Nam (vận tốc chạy tàu V = 60 km/h) và PSD (đường nét đứt) của

đường sắt cấp 3 của Mỹ (V = 64 km/h), thấy rằng phần lớn đường cong PSD của đường sắt cấp 3 của Mỹ nằm trên đường PSD của đoạn đường sắt đo thử nghiệm ở Việt Nam.

## 4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày một cách chi tiết cơ sở lý luận và phương pháp ước lượng mật độ phổ công suất của đường ray không phẳng thuận. Dữ liệu thử nghiệm của độ không phẳng thuận về biên dạng đúng của đường ray được đo theo phương pháp tĩnh bằng công nghệ LiDAR Scanner 3D. Đường cong PSD của dữ liệu đo xuất hiện các đỉnh phổ có tính chu kỳ, đây là đặc điểm nhận biết PSD của đường ray tồn tại mối nối. Dạng hàm xấp xỉ của đường cong PSD từ dữ liệu đo có tính tương đồng với dạng hàm của các tuyến chính của đường sắt Trung Quốc. Trong các nghiên cứu tiếp theo đề xuất sử dụng PSD để đánh giá trạng thái của đường ray nhằm đưa ra giải pháp, kế hoạch bảo trì, sửa chữa đường hợp lý.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học GTVT trong Đề tài mã số T2024-PHII\_CT-001.

### Tài liệu tham khảo

- [1]. A. Keylin (2019), *Measurement and Characterization of Track Geometry Data: Literature Review and Recommendations for Processing FRA ATIP Program Data*, Office of Research, Development and Technology Washington, DC 20590.
- [2]. Stoica P, Moses RL (1997), *Introduction to spectral analysis*, Upper Saddle River: Prentice Hall.
- [3]. A. Haigermoser, Luber, B., Rauh, J., & Gräfe, G. (2015), *Road and track irregularities: measurement, assessment and simulation*, Vehicle System Dynamics, 53 (7).
- [4]. Wanming Zhai (2020), *Vehicle - Track Coupled Dynamics: Theory and Applications*, Springer Singapore.
- [5]. J. S. Bendat, & Piersol, A. G. (2011), *Random data: Analysis and measurement procedures*, John Wiley & Sons.
- [6]. P. Stoica, R. L., & Moses (2005), *Spectral analysis of signals*, Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- [7]. M. Cerna, A.F & Harvey (2000), *The Fundamentals of FFT-Based Signal Analysis and Measurement*, Application Note 041, National Instruments.
- [8]. P Wickramarachi (2003), *Effects of windowing on the spectral content of a signal*, Sound and Vibration, 37 (1).
- [9]. O. M Solomon Jr (1991), *PSD computations using Welch's method*, NASA STI/Recon Technical Report N, 92, 23584.
- [10]. P. Wang, Y. Wang, H. Tang, M. Gao, et al (2018), *Error theory of chord-based measurement system regarding track geometry and improvement by high frequency sampling*, Measurement, 115.

Ngày nhận bài: 25/7/2024

Ngày nhận bài sửa: 12/8/2024

Ngày chấp nhận đăng: 29/8/2024

# Sử dụng tham số dao động và mạng nơ-ron nhân tạo (ANN) xếp hạng tải trọng cho cầu dầm I dự ứng lực

■ **ThS. NCS. ĐÀM MINH HÙNG\***

*Ban Quản lý các dự án giao thông Ninh Thuận*

■ **PGS. TS. NGUYỄN HỮU HƯNG**

*Trường Đại học Giao thông vận tải*

Email: (\*damminhhung1962@gmail.com)

**TÓM TẮT:** Giám sát sức khỏe và đánh giá khả năng chịu lực của công trình cầu thường rất tốn kém và mất nhiều thời gian. Do đó, các công cụ mới có khả năng đánh giá tình trạng cầu nhanh chóng và hiệu quả dựa trên phản ứng cầu sẽ thiết thực. Bài báo đề xuất phương pháp đánh giá khả năng cho cầu dầm I dự ứng lực dựa trên phản hồi động của cầu dưới tác dụng của tải trọng xe di chuyển. Các tham số dao động sau đó được xác định để tính toán độ cứng uốn của cầu bằng lý thuyết động lực học kết cấu. Kết quả độ cứng uốn cầu dùng làm đầu vào mạng nơ-ron nhân tạo để ước tính sức kháng và hiệu ứng tải ở đầu ra của mạng và cuối cùng là đánh giá xếp hạng tải trọng cho cầu.

**TỪ KHÓA:** Tham số dao động, mạng nơ-ron nhân tạo (ANN), đánh giá xếp hạng tải.

**ABSTRACT:** The health monitoring and assessing the bearing capacity of bridge structures is often very expensive and time-consuming. Therefore, new methods that are capable of quickly and effectively assessing bridge conditions based on bridge response will be practical. This article proposes a method to evaluate the bearing capacity of prestressed I-beam bridges based on the dynamic response of the bridge under the effect of moving vehicle load. The vibration parameters are then determined to calculate the bridge's bending stiffness using structural dynamics theory. The bridge bending stiffness results are used as input to the artificial neural network to estimate the resistance and load effect at the output of the network and finally evaluate the load rating for the bridge.

**KEYWORDS:** Vibration parameters, Artificial Neural Networks (ANN), load rating evaluation.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thực tế khai thác cho thấy khối lượng của công trình cầu không thay đổi theo thời gian. Do đó, biến tham số đóng vai trò quan trọng đối với khả năng của kết cấu cầu là độ cứng hoặc độ cứng của hệ thống kết cấu, có thể được xác định từ các đặc trưng hình học và tính chất cơ lý vật liệu

của kết cấu. Độ cứng của kết cấu công trình giảm theo thời gian do sự suy giảm cường độ kết cấu và sự hình thành vết nứt, hiện tượng này cũng làm giảm khả năng chịu lực của kết cấu. Hơn nữa, từ động lực học kết cấu đã chứng minh tần số tự nhiên của một kết cấu tỷ lệ thuận với căn bậc hai của độ cứng của kết cấu, do đó bất kỳ thay đổi về độ cứng của kết cấu đều gây ra thay đổi về tần số và khả năng chịu tải của kết cấu. Khi xác định được tần số cơ bản của một kết cấu ở các điều kiện mới và cũ của nó, có thể ước tính mức độ suy giảm và tình trạng khả năng của kết cấu hoặc phát hiện các suy giảm về kết cấu và hư hỏng của công trình. Các nghiên cứu điển hình về phản hồi động:

- Đánh giá tình trạng cầu và xếp hạng tải trọng bằng phản hồi động (2014) [1]. AKM Anwarul Islam và cộng sự đã phân tích và so sánh về phản ứng động giữa cầu mới do mô hình phần tử hữu hạn (FEM) và cầu hiện tại do thử nghiệm động, tỉ lệ là 0,63, tương ứng giảm 37% tần số cơ bản của nó trong 25 năm tuổi thọ. Dữ liệu phân tích động lực học kết cấu và các tham số hình học của cầu đã được sử dụng để tính toán độ cứng trong khai thác của cầu và ước tính khả năng chịu tải của nó.

- Một nghiên cứu điển hình, giám sát sức khỏe kết cấu của cầu vận hành (2019) [2]. Marco Gatti đã so sánh các phản ứng kết cấu, hiệu suất và chi phí của các thử nghiệm tải trọng tĩnh và động. Thử nghiệm tải động đưa đến một mô hình phần tử hữu hạn được tinh chỉnh của cây cầu. So sánh cho thấy thử tải động có thể bổ sung cho thử tải tĩnh để kiểm tra kết cấu của các cầu mới hoặc là một phương án thay thế cho việc giám sát các cầu đang hoạt động.

Hiện tại, loại hình cầu bê tông dự ứng lực chữ I liên hợp khá phổ biến ở Việt Nam trong nhiều thập niên nên rất cần được sự quan tâm trong đánh giá khả năng chịu lực của cầu khi đưa cầu vào khai thác cũng như thời gian sau khai thác. Kết hợp việc sử dụng trí tuệ nhân tạo, mạng nơ-ron nhân tạo, một thuật toán mềm với khả năng tính toán mạnh được chứng minh đặc biệt phù hợp cho các vấn đề (kết hợp sai, không đầy đủ hoặc mờ dữ liệu) không xử lý dễ dàng bằng các phương pháp cổ điển, mạng ANN sau đào tạo có thể khái quát hóa việc học để giải quyết các vấn đề mới, cụ thể là đánh giá khả năng cầu.

Nghiên cứu của bài báo đã sử dụng dữ liệu phân tích động lực học kết cấu và các tham số hình học cầu được đo đạc thực tế [4] để tính toán độ cứng uốn trong công trình

cầu. Dữ liệu độ cứng uốn sau đó được kết hợp vào hệ thống mẫu cầu dầm I DUL bằng mạng ANN [3] dùng ước tính sức kháng, hiệu ứng tải trọng và sau cùng là đánh giá xếp hạng tải cho cầu theo [5, 6, 7].

## 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

### 2.1. Xếp hạng tải theo hệ số sức kháng và tải trọng [6, 7]

$$RF = \frac{C - \gamma_{DC}DC - \gamma_{DW}DW + \gamma_{PP}P}{\gamma_{LL}(LL + IM)} \quad (1)$$

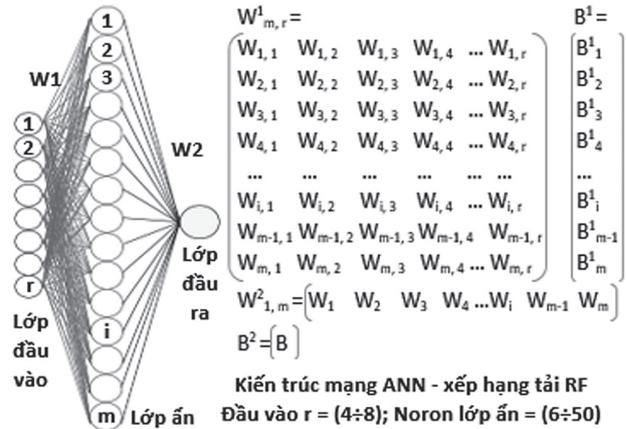
Đối với TTGH cường độ:  $C = \Phi_c \cdot \Phi_s \cdot R_n$ ; mức giới hạn thấp hơn sau đây được áp dụng:  $\Phi_c \cdot \Phi_s \geq 0,85$

Đối với TTGH sử dụng:  $C = f_R$

RF - Hệ số đánh giá; C - Khả năng kết cấu;  $R_n$  - Sức kháng danh định kết cấu;  $f_R$  - Ứng suất cho phép theo tiêu chuẩn LRFD; DC, DW, P, LL - Tải trọng bản thân các bộ phận kết cấu, bản thân lớp phủ mặt, thường xuyên khác ngoài tĩnh tải, hoạt tải; IM - Hệ số xung kích hoạt tải;  $\gamma_{DC}$ ,  $\gamma_{DW}$ ,  $\gamma_P$ ,  $\gamma_{LL}$  - Các hệ số tải trọng tĩnh cho các bộ phận kết cấu, lớp phủ và tiện ích, tải trọng thường xuyên khác tĩnh tải, hoạt tải;  $\Phi_c$ ,  $\Phi_s$ ,  $\Phi$  - Các hệ số điều kiện, hệ thống, sức kháng.

### 2.2. Lý thuyết mạng nơ-ron nhân tạo [8]

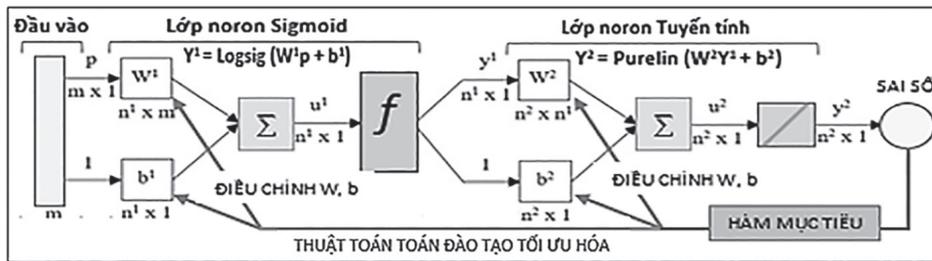
Mạng ANN đào tạo xếp hạng tải kiến trúc như Hình 2.1.



Hình 2.1: Kiến trúc mạng ANN - Đánh giá xếp hạng tải cầu

Thuật toán đào tạo mạng ANN đánh giá xếp hạng cầu.

Tập hợp đầu vào P được đưa vào một hệ thống giả định trước để tính ra giá trị đầu ra Y, sau đó giá trị đầu ra được so sánh với giá trị thực đo T, là thuật toán lan truyền ngược BP (Back-Propagation) như Hình 2.2.



Hình 2.2: Mạng lan truyền ngược thuật học BP

### 2.3. Lý thuyết động lực học trong kết cấu công trình

- Phương trình hàm dạng xác định bằng phương pháp tích phân của góc xoay  $\varphi$  và độ võng  $v$  của dầm:

$$\Phi = - \int \frac{M_x}{EI_x} dz + C ; v = - \iint \frac{M_x}{EI_x} dz dz + C_z + D; \quad (2)$$

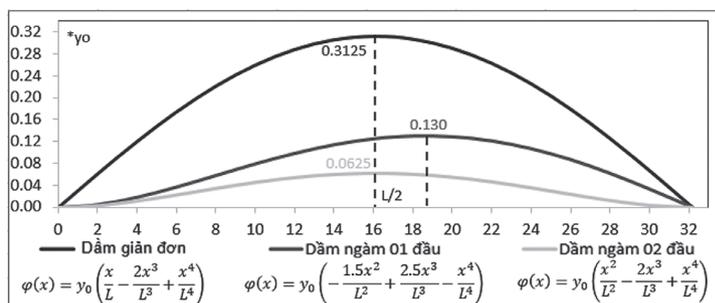
Trong đó: C, D - Những hằng số tích phân theo các liên kết biên;  $M_x$  - Mô-men do lực tác dụng lên dầm.

- Từ (2) hàm dạng dầm  $\varphi(x)$  được xác định và chuyển vị đứng dầm theo thời gian có biểu thức (3).

$$y(x, t) = \varphi(x) * f(t) \quad (3)$$

Với: x - Khoảng cách dọc chiều dài của dầm; Y - Chuyển vị đứng; t - Thời gian; f(t) - Hàm thời gian;  $\varphi(x)$  - Hàm hình dạng chuyển động đứng của dầm;  $y_0$  - Hệ số rung động; L - Chiều dài dầm giản đơn.

- Phân tích động của hệ thống dầm cầu theo phương trình (3) và lý tưởng hóa kết cấu nhịp cầu là dầm theo các liên kết biên, hàm dạng các dầm theo Hình 2.3.



Hình 2.3: Hàm dạng dầm để phân tích động

- Từ động lực học kết cấu, phương trình chuyển động của bất kỳ hệ đàn hồi tuyến tính khi chịu tác dụng của lực động ngoài được mô tả bằng phương trình (4).



$$[M]\{\ddot{x}\} + [C]\{\dot{x}\} + [K]\{x\} = \{f(t)\} \quad (4)$$

Với: [M] - Ma trận khối lượng, [C] - Ma trận giảm xóc, [K] - Ma trận độ cứng, {f(t)} - Vector lực nút, {x} - Vector chuyển vị nút, { $\dot{x}$ } - Vector vận tốc nút, { $\ddot{x}$ } - Vector gia tốc nút.

Khi {f(t)} = 0, giải hệ phương trình vi phân (4) và một số tính toán, tần số góc tự nhiên ( $\omega$ ) của hệ thống có thể được biểu thị bằng biểu thức (5).

$$\omega = \sqrt{k/m} \text{ hay } f = \left(\frac{1}{2\pi}\right)\sqrt{k/m} \quad (5)$$

f - Tần số dao động; k, m - Độ cứng và khối lượng tương đương với dạng dao động.

- Công thức Rayleigh và hàm dạng  $\phi(x)$ , khối lượng hiệu dụng  $M_e$  và độ cứng hiệu quả  $K_e$  đã được tính bằng các biểu thức (6).

$$M_e = \int_0^L m\{\phi(x)\}^2 dx; K_e = \int_0^L EI[\phi''(x)]^2 dx; \quad (6)$$

Tần số cơ bản của dầm theo điều kiện biên ở Hình 2.4.

El, m, ngàm 2 đầu	El, m, ngàm 1 đầu	El, m, đầu tự do
$M_e = \frac{1}{630} m_t y_0^2$ $K_e = \frac{4 EI}{5 L^3} y_0^2$	$M_e = \frac{19}{630} m_t y_0^2$ $K_e = \frac{108 EI}{15 L^3} y_0^2$	$M_e = \frac{31}{630} m_t y_0^2$ $K_e = \frac{4,8 EI}{1 L^3} y_0^2$
$f_1 = 3,573 \sqrt{\frac{EI}{m_t L^3}}$	$f_2 = 2,459 \sqrt{\frac{EI}{m_t L^3}}$	$f_3 = 1,572 \sqrt{\frac{EI}{m_t L^3}}$
$f_1 = 2,273 * f_3$	$f_2 = 1,564 * f_3$	$f_3$

Hình 2.4: Tần số cơ bản dầm theo liên kết biên

### 3. HỆ THỐNG MẪU ĐÁNH GIÁ XẾP HẠNG TẢI CẦU BẰNG MẠNG ANN [3]

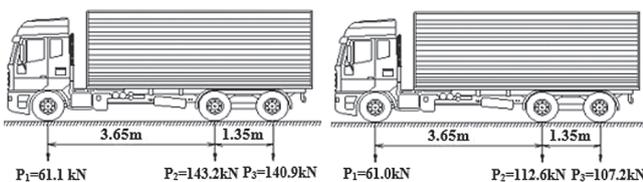
Một hệ thống mẫu cầu dầm I DUL về sức kháng và hiệu ứng tải trọng được xây dựng, sau đó đào tạo tối ưu bằng mạng ANN và đã được sử dụng đánh giá xếp hạng tải cầu dầm I DUL theo [3]. Ở đây, bài báo sẽ sử dụng nội dung của hệ thống mẫu này để tính toán.

### 4. ĐÁNH GIÁ XẾP HẠNG TẢI CẦU DẦM I DUL BẰNG CÁC THAM SỐ DAO ĐỘNG KẾT HỢP MẠNG ANN

Bài báo sử dụng một thực tế từ "Báo cáo kết quả kiểm định cầu Ninh Chữ" (2014) do Phòng Thí nghiệm trọng điểm Đường bộ III - Viện Khoa học và Công nghệ GTVT [4], để đánh giá xếp hạng tải, số liệu ở Bảng 4.1 và Hình 4.1.

Bảng 4.1. Số liệu đo kiểm định cầu Ninh Chữ [4]

Dầm	Nhịp 1		Nhịp 2		Nhịp 12		Nhịp 13	
	f <sub>c</sub> (MPa)	Cao (cm)	f <sub>c</sub> (MPa)	Cao (cm)	f <sub>c</sub> (MPa)	Cao (cm)	f <sub>c</sub> (MPa)	Cao (cm)
D1	43,6	165,0	45,4	165,1	44,1	164,9	43,0	165,1
D2	44,4	164,8	45,6	164,8	45,6	165,1	41,3	164,8
D3	45,2	164,9	42,3	164,8	45,6	164,8	45,4	164,9
D4	44,1	164,8	44,3	165,2	43,6	164,9	44,7	164,8
D5	45,6	165,2	41,1	164,9	46,1	165,2	45,9	164,8
Tần số	3,65		3,83		3,81		3,84	



Hình 4.1: Xe thử tải cầu nhịp N1-N2 và N12-N13 [4]

### 4.1. Đánh giá xếp hạng tải cầu dầm I bằng các tham số dao động kết hợp mạng ANN theo [6]

- Mô-men I<sub>tc</sub> tại L/2 nhịp cầu = 3,67E+12 mm<sup>4</sup> theo [3].
- Tổng khối lượng  $m_t$  toàn kết cấu nhịp chịu rung động bao gồm lớp Asphalt và tấm lót ở Bảng 4.2.

Bảng 4.2. Khối lượng toàn cầu mt được xác định cho thử tải rung động (tần số riêng)

Thành phần	Số lượng	Dài (cm)	Rộng (cm)	Cao (cm)	Thể tích (cm <sup>3</sup> )	Tiêu chuẩn	Trong lượng (kg)
Kết cấu							
Dầm I33	5	0,975*24100000			1,17 E+08	0,0024	281970
Bản mặt cầu	5	3220	240	20,9	80564400	0,0023	185298
Dầm ngang giữa	12	28742,5		20	6898200	0,0023	15866
Dầm ngang gối	8	175	132	20	3696000	0,0023	8501
Lan can cầu	2	3220	2475		15939000	0,00225	35863
Bê tông tấm lót	4	3220	175	8	18032000	0,00225	40572
Bê tông asphalt	1	3220	1100	7	24794000	0,00225	55787
Gia tốc trọng trường	Trọng lượng toàn cầu, P(kg)						623856
g (cm/s <sup>2</sup> )	981	Khối lượng toàn cầu, mt = P/g (kg.s <sup>2</sup> /cm)					635,94

- Từ độ cứng động EI dầm giản đơn có biểu thức (7):

$$EI = \frac{f^2 * \pi^2 * m_t * L^3}{24.3871} \quad (7)$$

Tần số cơ bản f<sub>3</sub> của các nhịp dầm (N12, N13, N1, N2) theo thiết kế ban đầu với f<sub>c</sub> = 40 MPa, tương ứng:

$$f_3(N12, N13, N1, N2) = (3,6963; 3,6969; 3,695; 3,6967).$$

So sánh tần số cơ bản tính theo thiết kế ban đầu và tần số thực đo từ thử tải động ở Bảng 4.1 cho thấy tương đồng nhau và độ cứng uốn EI của các nhịp dầm [4] được xác định theo f<sub>3</sub> của Hình 2.4.

- Theo lý thuyết động lực học kết cấu ở Mục 2.3, độ cứng uốn của kết cấu EI được tính toán và cường độ f<sub>c</sub> nhịp cầu theo tần số dao động riêng f<sub>i</sub> được xác định, kết quả tính f<sub>c</sub> lập thành ở Bảng 4.3.

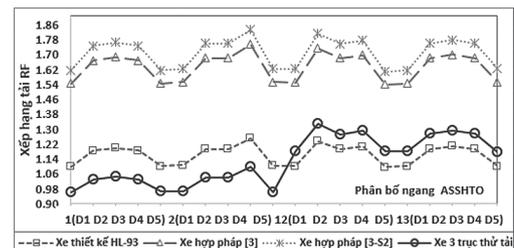
- Từ các mẫu nhịp dầm có f<sub>c</sub> xác định theo Bảng 4.3 và các thông số hình học ở Bảng 4.1, mạng ANN tối ưu của sức kháng và hiệu ứng tải trọng [3] được sử dụng.

Bảng 4.3. Cường độ bê tông nhịp (f<sub>c</sub>) xác định từ thử tải động (tần số riêng) cầu Ninh Chữ [4]

Kết cấu thử tải	Tần số riêng tại L/2	Số Pi	Khối lượng (kg.s <sup>2</sup> /cm)	Chiều dài nhịp (cm3)	Mô-men I <sub>tc</sub> (cm4)	Mô-đun (MPa/10)	f <sub>c</sub>
							f <sub>c</sub>
Nhịp	f <sup>2</sup>	Π <sup>2</sup>	mt	L <sup>3</sup>	I <sub>tc</sub>	E	f <sub>c</sub>
N12	3,81*2	9,859	635,939	3,339 E10	366778440	339726	45,2
N13	3,84*2	9,859	635,939	3,339 E10	366897041	344985	46,6
N1	3,65*2	9,859	635,939	3,339 E10	366517411	312013	38,1
N2	3,83*2	9,859	635,939	3,339 E10	366863540	343222	46,1

Theo [3], Đầu vào mạng ANN là "Số dầm, Chiều dày bản mặt cầu, Tọa độ cấp DUL, Số làn tải trọng xe, Cường độ f<sub>c</sub> dầm, Chiều cao dầm, Khoảng cách dầm". Đầu ra mạng là "Sức kháng - Hiệu ứng tải trọng".

Đánh giá xếp hạng tải RF cho nhịp dầm được thực hiện theo [6] cho kết quả như biểu đồ ở Hình 4.2.

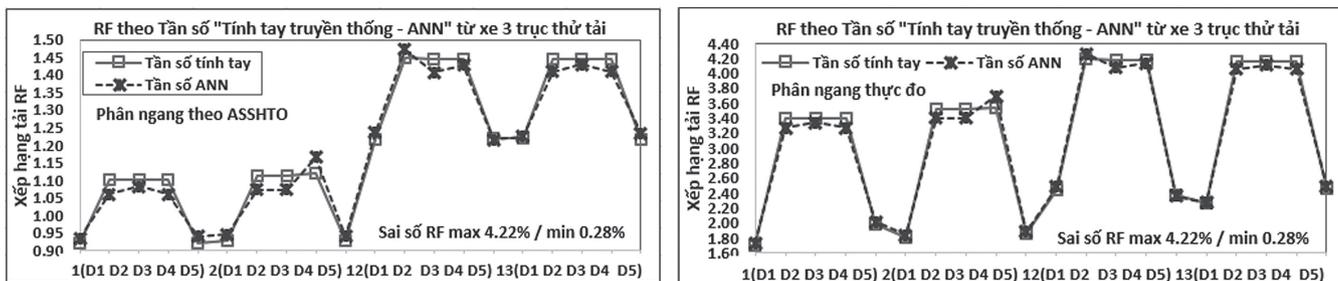


Hình 4.2: Đánh giá xếp hạng tải RF dầm bằng tham số dao động kết hợp mạng ANN theo [6]

### 4.2. So sánh

Đánh giá xếp hạng tải cầu dầm I bằng tham số dao động dùng “mạng ANN - tính tay truyền thống”

- Biểu đồ kết quả đánh giá xếp hạng tải ở Hình 4.3, kết quả cho thấy sự so sánh xếp hạng tải RF nhịp dầm cầu [4] bằng các tham số dao động được tính theo Tính tay truyền thống và mạng ANN dựa trên Hệ thống mẫu cầu dầm I DUL về Sức kháng và Hiệu ứng tải trọng [3].



Hình 4.3: So sánh xếp hạng RF nhịp dầm [4] tính theo tham số dao động dùng “mạng ANN - tính tay truyền thống”

- So sánh đánh giá cho Mục 4.2 được thể hiện Bảng 4.4.

Bảng 4.4. Sai số % RF tính theo tham số dao động của [4] dùng “mạng ANN với tính tay truyền thống”

Sai số % RF tính theo tham số dao động của nhịp dầm [8] bằng phương pháp "Tính tay truyền thống và mạng ANN" với xe thử tải 3 trục thực tế										
Dầm	1-D1	1-D2	1-D3	1-D4	1-D5	2-D1	2-D2	2-D3	2-D4	2-D5
theo $f_i$	1,57	3,70	1,84	3,70	1,93	1,71	3,49	3,49	4,22	1,38
Dầm	12-D1	12-D2	12-D3	12-D4	12-D5	13-D1	13-D2	13-D3	13-D4	13-D5
theo $f_i$	1,50	1,61	2,51	1,20	0,47	0,28	2,49	1,18	2,49	1,33

### 4.3. Đánh giá kết quả việc sử dụng các tham số dao động trong đánh giá xếp hạng tải cầu dầm I DUL [4]

Các tham số dao động được xác định trong thử tải động và các thông số hình học cầu thực đo được kết hợp với hệ thống mẫu ANN cầu dầm I DUL [3] đã Đánh giá xếp hạng tải RF khả quan cho cầu dầm Ninh Chữ [4] là cầu dầm I DUL chưa xác định được khả năng và thời gian hoạt động của cầu.

Biểu đồ Hình 4.2 cho thấy, nghiên cứu của bài báo đã dự đoán chính xác hệ số RF theo [6] cho nhịp dầm [4] bằng tải trọng xe 3 trục thực tế khi so với tải trọng xe thiết kế HL-93 và các xe hợp pháp loại [3] và [3-S2].

- Tải trọng xe thử = 34,52 tấn trên nhịp N1-N2 > tải trọng xe HL-93 thì RF do xe thử tải < RF do xe HL-93.

- Tải trọng xe thử = 28,08 tấn trên nhịp N12-N13 < tải trọng xe HL-93 thì RF do xe thử tải > RF do xe HL-93.

Đánh giá xếp hạng tải RF cho cầu dầm của bài báo cũng được tính độ sai số % khi so với RF theo phương pháp tính tay truyền thống từ thử tải động ở Hình 4.3. Kết quả sai số < 5% cho phép, thống kê ở Bảng 4.4.

### 5. KẾT LUẬN

Phương pháp nghiên cứu bài báo được kết luận sau:

- Đánh giá xếp hạng tải RF cho cầu dầm I DUL hoàn chỉnh theo TCVN 12882:2020 và MBE (Hoa Kỳ).

- Bất cứ điều kiện và tình trạng hiện hữu nào của công trình cầu, phương pháp nghiên cứu bài báo đều có khả năng đánh giá xếp hạng tải RF cho cầu dầm I DUL rất chính xác và hiệu quả.

- Ứng dụng nghiên cứu của bài báo để Đánh giá xếp

hạng tải cho cầu dầm I DUL sẽ ít chi phí, nhanh chóng và phù hợp theo TCVN 12882:2020 và MBE.

### Tài liệu tham khảo

[1]. AKM Anwarul Islam, Frank Li, Hiwa Hamid. (2014), *Bridge Condition Assessment and Load Rating using Dynamic Response*, Youngstown State University One University Plaza Youngstown, Ohio 44555.

[2]. Marco Gatti. (2019), *Structural health monitoring of an operational bridge: A case study*, Engineering Structures, (195), 200-209.

[3]. Đàm Minh Hùng, Nguyễn Hữu Hưng (2024), *Xếp hạng tải cho cầu dầm I DUL bằng Ứng dụng mạng nơ-ron nhân tạo (ANN)*, Tạp chí GTVT, số 5/2024, ISSN 2354-0818, 106-109.

[4]. Phòng Thí nghiệm trọng điểm đường bộ III (2014), *Báo cáo kết quả kiểm định cầu Ninh Chữ*, Viện Khoa học và Công nghệ GTVT, huyện Ninh Hải, tỉnh Ninh Thuận.

[5]. Bộ Khoa học và Công nghệ (2017), *Tiêu chuẩn thiết kế cầu TCVN 11823-2017*.

[6]. Bộ Khoa học và Công nghệ (2020), *Đánh giá tải trọng khai thác cầu đường bộ TCVN 12882-2020*.

[7]. *The Manual for Bridge Evaluation*, MBE-2:2011.

[8]. Bùi Công Cường, Nguyễn Doãn Phước (2006), *Hệ mờ mạng nơ-ron & ứng dụng*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật.

Ngày nhận bài: 10/7/2024  
 Ngày nhận bài sửa: 25/7/2024  
 Ngày chấp nhận đăng: 12/8/2024

# Xây dựng cơ sở thí nghiệm và phương pháp thí nghiệm xác định mức độ suy giảm mặt cắt của cọc thép trong môi trường biển Việt Nam

■ PGS. TS. NGUYỄN THỊ TUYẾT TRINH<sup>(1)</sup>

*Trường Đại học Giao thông vận tải*

■ ThS. NCS. LÊ TRUNG HIẾU<sup>(2)</sup>

*Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải*

Email: <sup>(1)</sup>tuyettrinh@utc.edu.vn; <sup>(2)</sup>hieult@utt.edu.vn

**TÓM TẮT:** Cọc thép trong môi trường biển thường chịu tác động mạnh mẽ từ các yếu tố như nước biển, sóng và các loại sinh vật biển, dẫn đến ăn mòn và suy giảm mặt cắt chịu lực của cọc. Đến nay, công tác đánh giá mức độ suy giảm mặt cắt cọc do ăn mòn vẫn chưa được nghiên cứu nhiều vì phải thực hiện thí nghiệm phơi mẫu, đòi hỏi nguồn lực tài chính đáng kể cho công tác lắp đặt mẫu và các thiết bị thí nghiệm hiện đại. Dựa trên mục đích nghiên cứu đánh giá sự suy giảm mặt cắt của cọc thép trong môi trường biển Việt Nam, bài báo đã phân tích, xây dựng các cơ sở thí nghiệm và lựa chọn phương pháp thí nghiệm phù hợp. Việc lựa chọn đúng phương pháp thí nghiệm không chỉ đảm bảo kết quả chính xác cho mục đích nghiên cứu mà còn giúp tối ưu hóa quá trình nghiên cứu và ứng dụng kết quả vào thực tế.

**TỪ KHÓA:** Cọc thép, suy giảm mặt cắt, môi trường biển Việt Nam, thí nghiệm ăn mòn, đặc tính ăn mòn.

**ABSTRACT:** Steel piles in the marine environment are often strongly affected by factors such as seawater, waves and marine organisms, leading to corrosion and cross-sectional deterioration of steel pile. Up to now, the work of assessing the degree of cross-sectional deterioration due to corrosion has not been studied much because it is necessary to conduct sample exposure experiments, requiring significant financial resources for sample installation and modern testing equipment. Based on the purpose of the study to evaluate the cross-sectional deterioration of steel piles in the marine environment of Vietnam, the article has analyzed, established experimental basis and selected appropriate experimental methods. Choosing the right experimental method not only ensures accurate results for the research purpose but also helps to optimize the research process and apply the results in practice.

**KEYWORDS:** Steel piles, cross-sectional deterioration, marine environment of Vietnam, corrosion testing, corrosion characteristics.

## 1. TỔNG QUAN VỀ ĂN MÒN CỌC THÉP TRONG MÔI TRƯỜNG BIỂN VIỆT NAM

Trong phát triển kinh tế biển, hạ tầng ven biển đóng vai trò quan trọng cho cảng biển, công nghiệp dầu khí và du lịch. Với đường bờ biển dài hơn 3.260 km và diện tích biển hơn 1 triệu km<sup>2</sup> [1], Việt Nam có nhiều khu vực khắc nghiệt gây ăn mòn nhanh cho công trình hàng hải, đặc biệt là với kết cấu cọc thép. Ăn mòn làm giảm độ bền cơ học và ảnh hưởng nghiêm trọng đến tuổi thọ và khả năng chịu tải của công trình.

Cọc thép trong công trình biển như cảng, cầu, bến tàu dễ bị ăn mòn do độ mặn, nhiệt độ, độ ẩm và dòng chảy biển đổi theo mùa. Các yếu tố như oxy, sinh vật biển và độ pH tác động khác nhau tùy thuộc vào các vùng tiếp xúc của cọc thép. Vùng ngập nước, vùng bắn nước và thủy triều là những vùng cọc thép bị ăn mòn mạnh nhất [4], dẫn đến suy giảm tiết diện và tính chất cơ học của cọc thép, gây ảnh hưởng đến tuổi thọ công trình. Do đó, nghiên cứu xác định mức độ suy giảm mặt cắt cọc thép trong môi trường biển Việt Nam là rất cần thiết để xác định được tuổi thọ còn lại của cọc thép.

## 2. PHÂN TÍCH CÁC PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM ĂN MÒN CỌC THÉP

Ăn mòn kim loại là quá trình tự phá hủy cấu trúc kim loại dưới tác dụng của môi trường xung quanh. Có nhiều nguyên nhân ảnh hưởng tới quá trình ăn mòn như: Bản chất và thành phần kim loại, thành phần và tính chất của môi trường xâm thực, điều kiện sử dụng vật liệu... Đối với môi trường biển, khi nghiên cứu ăn mòn cọc thép, có hai phương pháp thí nghiệm là thí nghiệm ngoài trời và thí nghiệm trong phòng.

### 2.1. Phân tích các phương pháp thí nghiệm ngoài trời

Tùy theo các vùng tác động khác nhau của môi trường biển (Hình 2.1) mà có các phương pháp thí nghiệm ngoài trời khác nhau.

- Phương pháp phơi mẫu trong vùng khí quyển ở môi trường biển:

Phương pháp phơi mẫu trực tiếp trong môi trường biển sẽ lắp đặt mẫu thép tại bờ biển, bến cảng hoặc gần công trình ngoài khơi, tiếp xúc với không khí biển, giúp phản ánh chính xác điều kiện ăn mòn thực tế mà cọc thép phải đối mặt. Tuy nhiên, thí nghiệm cần nhiều thời gian và khó kiểm soát các biến số môi trường.

- Phương pháp phơi mẫu ở vùng thủy triều và nước bắn:

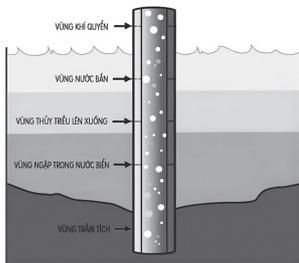
Phương pháp phơi mẫu ở vùng thủy triều đặt mẫu trong vùng ảnh hưởng của thủy triều, ngập nước khi thủy triều lên, lộ ra khi thủy triều xuống. Phương pháp này giúp nghiên cứu ảnh hưởng của sự thay đổi liên tục giữa ẩm ướt và khô ráo, nhưng khó kiểm soát mức độ ngập nước và thời gian phơi khô.

- Phương pháp phơi mẫu dưới biển:

Phương pháp này đặt mẫu hoàn toàn dưới nước biển, ở những độ sâu khác nhau để kiểm tra ảnh hưởng của áp suất, độ mặn và sinh vật biển, có thể cho phép kiểm tra ảnh hưởng của các yếu tố dưới biển sâu mà không bị tác động của không khí. Tuy nhiên, cần trang thiết bị, kỹ thuật đặc biệt và chi phí cao.

- Phương pháp phơi mẫu trong lòng đất tại đáy biển:

Phương pháp phơi mẫu trong lòng đất tại đáy biển sẽ lắp đặt mẫu trong môi trường nền đất trầm tích dưới đáy biển, cho phép kiểm tra ảnh hưởng của đất tại đáy biển đến quá trình ăn mòn của cọc thép.



Hình 2.1: Các vùng tác động của môi trường biển

## 2.2. Phân tích các phương pháp thí nghiệm trong phòng

- Phương pháp đo điện thế ăn mòn:

Là phương pháp phân tích điện hóa để nghiên cứu cơ chế và tốc độ ăn mòn, đồng thời đánh giá hiệu quả bảo vệ kim loại [3]. Ưu điểm của phương pháp là cho dữ liệu nhanh chóng, chính xác và giúp dự đoán ăn mòn cục bộ, nhưng yêu cầu thiết bị phức tạp và kiểm soát chặt chẽ.

- Phương pháp gia tốc điện hóa:

Là phương pháp sử dụng dòng điện để tăng tốc ăn mòn, giúp đánh giá nhanh độ bền vật liệu [9]. Phương pháp này có thời gian thí nghiệm ngắn và khả năng kiểm soát tốt, nhưng không phản ánh đầy đủ điều kiện tự nhiên và dòng điện có thể làm biến đổi cấu trúc vật liệu.

- Phương pháp phun muối:

Là phương pháp mô phỏng môi trường biển bằng cách phun sương dung dịch muối lên mẫu trong buồng kín để thu thập dữ liệu về tốc độ ăn mòn trong thời gian ngắn [6, 10]. Phương pháp này đơn giản, dễ thực hiện nhưng không phản ánh đầy đủ được các điều kiện thực tế và chỉ phản ánh khả năng chống ăn mòn ngắn hạn, không dự đoán chính xác độ bền dài hạn hoặc cơ chế chi tiết trên bề mặt vật liệu.



Hình 2.2: Thiết bị sử dụng trong thí nghiệm phun muối [8]

- Phương pháp chu kỳ ướt khô:

Là phương pháp kiểm tra độ bền ăn mòn của vật liệu qua các chu kỳ ướt và khô lặp lại, mô phỏng sự thay đổi độ ẩm và nhiệt độ [2]. Phương pháp này giúp đánh giá mức độ ăn mòn và hiệu quả của biện pháp bảo vệ, nhưng đòi hỏi thời gian dài và cần kiểm soát chặt chẽ các điều kiện thí nghiệm.

- Thí nghiệm phân tích hình ảnh:

Là phương pháp sử dụng kính hiển vi điện tử quét cung cấp hình ảnh chi tiết ở cấp độ nanomet và giúp phân tích thành phần hóa học của mẫu thử [7]. Tuy nhiên, nó yêu cầu điều kiện mẫu dẫn điện, cần chuẩn bị phức tạp, thời gian phân tích dài và không phù hợp cho phân tích số lượng mẫu lớn.

- Phương pháp tổng trở điện hóa:

Là phương pháp đo đặc tính điện hóa của vật liệu bằng dòng điện xoay chiều và đo tổng trở của hệ [5], cung cấp thông tin chi tiết về bề mặt và quá trình điện hóa mà không phá hủy mẫu. Phương pháp này áp dụng cho nhiều loại vật liệu và môi trường, nhưng yêu cầu kỹ năng chuyên môn cao, kiến thức mô hình mạch điện và kiểm soát chặt chẽ điều kiện thí nghiệm và để bị ảnh hưởng bởi yếu tố môi trường.

## 3. XÂY DỰNG CƠ SỞ VÀ PHÂN TÍCH LỰA CHỌN PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM PHÙ HỢP ĐỂ XÁC ĐỊNH MỨC ĐỘ SUY GIẢM MẶT CẮT CỦA CỌC THÉP TRONG MÔI TRƯỜNG BIỂN VIỆT NAM

Nghiên cứu ăn mòn cọc thép có thể thực hiện qua thí nghiệm phơi mẫu ngoài hiện trường và thí nghiệm trong phòng. Mỗi phương pháp có ưu, nhược điểm riêng và việc kết hợp chúng sẽ cung cấp cái nhìn toàn diện về ăn mòn và các biện pháp bảo vệ. Tuy nhiên, cần lựa chọn phương pháp phù hợp tùy theo mục tiêu nghiên cứu, điều kiện thực địa và nguồn lực sẵn có để đạt hiệu quả tốt nhất.

### 3.1. Xây dựng cơ sở thí nghiệm xác định mức độ suy giảm mặt cắt của cọc thép trong môi trường biển Việt Nam

#### 3.1.1. Môi trường mô phỏng thực tế

Trong môi trường biển, cọc thép đối mặt với nhiều yếu tố khắc nghiệt như độ ẩm, nhiệt độ, pH, các loại ion,  $O_2$ ,  $CO_2$  và các điều kiện tác động khác. Vì vậy, khi thí nghiệm xác định mức độ suy giảm mặt cắt của cọc thép trong môi trường biển phức tạp như Việt Nam, cần mô phỏng môi trường tương tự thực tế để đảm bảo độ chính xác:

- Thành phần hóa học: Mô phỏng nồng độ muối (NaCl) tương tự trong nước biển Việt Nam, trung bình từ 30‰ đến 35‰ và các ion khác như  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Mg^{2+}$  và  $Ca^{2+}$ .

- Nhiệt độ và độ ẩm: Mô phỏng nhiệt độ từ 20°C đến 30°C cùng độ ẩm cao theo đặc trưng của vùng biển Việt Nam.

- Chu kỳ ẩm ướt và khô: Mô phỏng chu kỳ ướt và khô,

tái tạo điều kiện ăn mòn mạnh nhất khi cọc thép ở vùng tiếp xúc liên tục giữa không khí và nước biển.

- Sóng và dòng chảy: Có thể sử dụng thiết bị tạo chuyển động nước để mô phỏng tác động liên tục của sóng đến cọc thép.

- Vi sinh vật: Có thể bổ sung vi sinh vật biển đặc trưng theo phạm vi của nghiên cứu.

### 3.1.2. Các đặc tính ăn mòn của cọc thép cần đánh giá

Các yếu tố từ môi trường và thành phần hợp kim có thể tác động riêng lẻ hoặc cùng kết hợp để gây ra ăn mòn với cọc thép. Để xác định mức độ suy giảm mặt cắt của cọc thép trong biển Việt Nam, cần xem xét đánh giá các đặc tính sau:

- Tốc độ ăn mòn: Là chỉ số quan trọng nhất, có thể được đo bằng mất trọng lượng, điện hóa hoặc cảm biến ăn mòn.

- Đặc điểm ăn mòn cục bộ: Gồm ăn mòn điểm và rỗ, gây ra sự suy giảm mặt cắt của cọc thép nhanh chóng và bất thường, vì vậy cần xác định kích thước, mật độ và độ sâu của điểm ăn mòn.

- Sự đồng đều của ăn mòn: Đánh giá mức độ đồng đều của ăn mòn trên toàn bộ bề mặt giữa các vùng, đặc biệt vùng ngập nước và vùng tiếp xúc không khí.

- Đặc tính ăn mòn điện hóa: Giúp đánh giá sự ăn mòn trong các điều kiện khác nhau, với các phương pháp đo thế điện cực và dòng điện ăn mòn.

- Sản phẩm ăn mòn: Cần phân tích các đặc tính của các sản phẩm ăn mòn như rỉ sét, do chúng có thể ảnh hưởng đến tốc độ ăn mòn theo thời gian.

- Ăn mòn sinh học: Cần kiểm tra sự hiện diện và hoạt động của vi sinh vật trong nước biển Việt Nam, do chúng có thể gây ăn mòn cho cọc thép, đặc biệt trong vùng ngập nước.

- Sự thay đổi của mặt cắt: Cần đo lường mức độ suy giảm về kích thước và hình dạng mặt cắt do ăn mòn thông qua các phương pháp như siêu âm hoặc đo độ dày.

- Tính chất cơ học còn lại: Cần đánh giá khả năng chịu lực, liên quan đến độ cứng và độ bền kéo, uốn của cọc thép sau ăn mòn.

### 3.1.3. Các tiêu chuẩn thí nghiệm cần tuân theo

Để xác định mức độ suy giảm mặt cắt của cọc thép trong môi trường biển Việt Nam, tuân thủ các tiêu chuẩn thí nghiệm là cần thiết để đảm bảo độ tin cậy và tính so sánh với các nghiên cứu quốc tế. Lựa chọn tiêu chuẩn cụ thể tùy thuộc vào môi trường ăn mòn, phương pháp thí nghiệm và mục đích nghiên cứu.

Các tiêu chuẩn phổ biến bao gồm ASTM, ISO, AASHTO, EN và TCVN. Đối với đánh giá sự suy giảm mặt cắt cọc thép do ăn mòn, cần xem xét tốc độ ăn mòn, ăn mòn cục bộ và ảnh hưởng của lớp phủ. Các tiêu chuẩn phù hợp có thể kể đến như:

- ASTM G1 (Standard Practice for Preparing, Cleaning and Evaluating Corrosion Test Specimens): Hướng dẫn chuẩn bị, làm sạch và đo lường sự mất trọng lượng mẫu sau thí nghiệm.

- ASTM G31 (Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals): Liên quan đến ăn mòn ngâm tĩnh, đo tốc độ ăn mòn và suy giảm mặt cắt.

- ISO 8407 (Corrosion of Metals and Alloys - Removal of Corrosion Products from Corrosion Test Specimens): Hướng dẫn làm sạch mẫu để loại bỏ sản phẩm ăn mòn.

- ASTM G46 (Standard Guide for Examination and

Evaluation of Pitting Corrosion): Hướng dẫn đo độ sâu và mật độ của các vết rỗ trong trường hợp ăn mòn cục bộ.

- ASTM E376 (Standard Practice for Measuring Coating Thickness by Magnetic-Field): Phương pháp không phá hủy để đo độ dày thép hoặc lớp phủ bằng từ trường hoặc dòng điện xoáy.

- ISO 9227 (Corrosion Tests in Artificial Atmospheres - Salt Spray Tests): Chủ yếu dùng cho thí nghiệm phun sương muối, nhưng cũng có thể áp dụng để đánh giá sự suy giảm mặt cắt thép sau thời gian thử nghiệm.

Với mục đích là xác định sự suy giảm mặt cắt cọc thép do ăn mòn, có thể áp dụng thêm phương pháp đơn giản và phổ biến là đo mất mát trọng lượng, đo lường trọng lượng mẫu trước và sau thí nghiệm, để tính toán sự suy giảm trọng lượng và từ đó suy ra sự suy giảm mặt cắt. Đối với phương pháp này, các tiêu chuẩn như ASTM G1 và ASTM G31 là lựa chọn phù hợp nhất vì những tiêu chuẩn này hướng dẫn chi tiết cho quá trình chuẩn bị, tiến hành thí nghiệm và đánh giá kết quả, giúp xác định chính xác mức độ suy giảm mặt cắt cọc thép.

### 3.2. Phân tích lựa chọn phương pháp thí nghiệm phù hợp để xác định mức độ suy giảm mặt cắt của cọc thép trong môi trường biển Việt Nam

Cần phải cân nhắc giữa tính phù hợp của phương pháp thí nghiệm ngoài trời và phương pháp thí nghiệm trong phòng, đặc biệt là với các nghiên cứu thí nghiệm có quy mô lớn hoặc cần thời gian dài.

- Đối với phương pháp thí nghiệm ngoài trời:

Với mục đích nghiên cứu mức độ suy giảm mặt cắt của cọc thép trong môi trường biển Việt Nam, phương pháp phơi mẫu cọc thép tại hiện trường cho phép đánh giá chính xác mức độ ăn mòn bằng cách tiếp xúc trực tiếp với các yếu tố thực tế như nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng mặt trời và các tác nhân ăn mòn từ không khí và nước biển. Tuy nhiên, như đã phân tích ở Mục 2, quá trình ăn mòn tự nhiên diễn ra chậm, cần thời gian dài để có kết quả đáng tin cậy. Hơn nữa, phương pháp này gặp khó khăn trong kiểm soát yếu tố môi trường, dễ bị ảnh hưởng bởi các tác động không mong muốn và chi phí triển khai cao, bao gồm vận chuyển, lắp đặt và bảo dưỡng mẫu cọc, làm hạn chế hiệu quả phương pháp này.

- Đối với phương pháp thí nghiệm trong phòng:

Phương pháp thí nghiệm trong phòng tuy không phản ánh đầy đủ điều kiện thực tế nhưng có thể kiểm soát tốt các yếu tố môi trường như nhiệt độ, độ ẩm và nồng độ chất ăn mòn, cho phép lặp lại thí nghiệm dễ dàng. Bên cạnh đó, kỹ thuật gia tốc ăn mòn giúp đẩy nhanh tiến độ nghiên cứu, chỉ cần mẫu thép nhỏ, tiết kiệm chi phí và phù hợp cho nghiên cứu phức tạp. Kết quả thí nghiệm trong phòng hiện nay có độ chính xác và tin cậy cao, là giải pháp hiệu quả trong bối cảnh nghiên cứu ăn mòn cọc thép thực tế phức tạp và tốn kém. Theo các tiêu chí chính sau đây, phân tích lựa chọn phương pháp thí nghiệm trong phòng phù hợp:

+ Theo tiêu chí về tính khả thi của thí nghiệm ở Việt Nam:

Các phương pháp như phân tích hình ảnh bằng kính hiển vi điện tử, đo điện thế ăn mòn và tổng trở điện hóa

tuy có thể đánh giá ăn mòn chi tiết nhưng chưa phổ biến tại Việt Nam do hạn chế về trang thiết bị và yêu cầu kỹ thuật cao.

Ngược lại, gia tốc điện hóa cũng áp dụng nguyên tắc sử dụng dòng điện ngoài để đánh giá cơ chế và mức độ ăn mòn với cốc thép, nhưng yêu cầu về mặt kỹ thuật và trang thiết bị đơn giản hơn. Bên cạnh đó, các phương pháp như phun muối, chu kỳ ướt-khô cũng là những phương pháp có quy trình đơn giản, dễ thực hiện trong các phòng thí nghiệm ở Việt Nam

+ Theo tiêu chí về sự phù hợp về mặt thời gian nghiên cứu:

Phương pháp phun muối và chu kỳ ướt-khô đơn giản, mô phỏng chính xác môi trường biển nhưng phương pháp chu kỳ ướt-khô mất nhiều thời gian và chỉ phù hợp với nghiên cứu khu vực thủy triều. Phương pháp phun muối là kỹ thuật truyền thống, hiệu quả, linh hoạt trong điều chỉnh thời gian thí nghiệm, có thể mô phỏng và cung cấp dữ liệu về tốc độ ăn mòn, hiệu quả bảo vệ trong điều kiện thực tế, đặc biệt ở khu vực khí quyển và vùng tiếp xúc liên tục với không khí và các tác nhân ăn mòn từ nước biển, nơi mà quá trình ăn mòn diễn ra một cách nghiêm trọng với kết cấu cốc thép [4].

Phương pháp gia tốc điện hóa không những giúp rút ngắn thời gian thí nghiệm, mà còn cho kết quả nhanh về ứng xử ăn mòn, mức độ ăn mòn và hiệu quả bảo vệ của cốc thép, cũng như mô phỏng tốt các yếu tố môi trường ăn mòn.

Vì vậy, để xác định mức độ suy giảm mặt cắt cốc thép trong môi trường biển Việt Nam, sự kết hợp giữa phương pháp gia tốc điện hóa và phun muối là lựa chọn phù hợp nhất.

+ Theo tiêu chí về chi phí thí nghiệm:

Chi phí thực hiện là một yếu tố quan trọng trong các nghiên cứu, nhất là nghiên cứu tại Việt Nam. Bên cạnh các phương pháp đòi hỏi thiết bị hiện đại và chi phí vận hành cao không phù hợp cho các nghiên cứu có ngân sách hạn chế, phương pháp gia tốc điện hóa và phương pháp thí nghiệm phun muối là hai phương pháp mang tính hiệu quả cao, không yêu cầu thiết bị phức tạp, có chi phí thấp hơn nên rất phù hợp cho các nghiên cứu cơ bản và quy mô vừa và nhỏ ở Việt Nam.

#### 4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu ăn mòn cốc thép hiệu quả nhất khi kết hợp nhiều phương pháp thí nghiệm để đánh giá toàn diện. Tuy nhiên, đối với mục tiêu đánh giá suy giảm mặt cắt cốc thép trong điều kiện thực tế tại Việt Nam, việc chọn phương pháp phù hợp cần cân nhắc khả năng thực hiện, thời gian và chi phí. Bài báo đề xuất các tiêu chí dựa trên môi trường mô phỏng, đặc tính ăn mòn và tiêu chuẩn thí nghiệm, nhằm chọn ra phương pháp tối ưu.

Phương pháp gia tốc điện hóa và phun muối được lựa chọn là phù hợp nhất. Đây là các phương pháp thí nghiệm truyền thống, có hiệu quả đã được kiểm chứng. Cả hai đều có ưu điểm về thời gian nghiên cứu hợp lý, trang thiết bị và chi phí phù hợp với điều kiện ở Việt Nam. Hai phương pháp này bổ sung cho nhau, cung cấp đánh giá chính xác

mức độ ăn mòn cốc thép trong các môi trường nước biển khác nhau.

Môi trường biển, với nhiều tác nhân gây ăn mòn, là một thách thức lớn đối với công trình sử dụng kết cấu cốc thép. Sử dụng kết hợp gia tốc điện hóa và phun muối giúp thu thập dữ liệu về cơ chế và tác động ăn mòn, cũng như hiệu quả bảo vệ của các biện pháp. Kết quả thí nghiệm này quan trọng trong việc kéo dài tuổi thọ công trình, giảm chi phí bảo trì và đảm bảo an toàn, góp phần vào sự phát triển bền vững của kinh tế và xã hội.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Giao thông vận tải trong Đề tài mã số T2024-CT-KDN-004.

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2021), *Báo cáo hiện trạng môi trường biển và hải đảo quốc gia giai đoạn 2016 - 2020*, NXB. Dân trí, Hà Nội.
- [2]. Artigas, A., Monsalve A., Sipos K., et al. (2015), *Development of accelerated wet-dry cycle corrosion test in marine environment for weathering steels*, Corrosion Engineering, Science and Technology, vol.50(8), pp.628-632.
- [3]. Esmailzadeh, Samaneh, Mahmood Aliofkhae and Hossein Sarlak (2018), *Interpretation of cyclic potentiodynamic polarization test results for study of corrosion behavior of metals: a review*, Protection of metals and physical chemistry of surfaces, vol.54, pp.976-989.
- [4]. KOCH, G. H., BEAVERS, J. A., & BERRY, W. E. (1988), *Marine Corrosion*, Materials for Marine Systems and Structures, pp.121-243.
- [5]. Lazanas, Alexandros Ch. and Mamas I. Prodromidis (2023), *Electrochemical Impedance Spectroscopy—A Tutorial*, ACS Meas. Sci. Au, vol.3, pp.162-193.
- [6]. Mendizza A. (1957), *The Standard Salt-Spray Test—Is it a Valid Acceptance Test?*, Symposium on Properties, Tests and Performance of Electrodeposited Metallic Coatings. Ed. Pinner, WL. 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959: ASTM International.
- [7]. Mohammad, S.M. and Arash, B. (2020), *A novel excitation scheme to enhance image resolution in dynamic atomic force microscopy*, Phys. Lett., vol.384, 126099.
- [8]. Qian Xiyang, Kunpeng Jin, Shenjie Lu, Longjin Lv (2013), *Research on salt spray test of power facilities based on standardized laboratory construction*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol.782.
- [9]. Shifler, David A. and Denise M. Aylor (April, 2005), *Factors Affecting Corrosion Performance and Testing of Materials and Components in Sea Water*, CORROSION 2005, Houston, Texas.
- [10]. Varga, G.; Török, T.; Felho, C.; Orosz-Szirmai, G.; Réz, I. (2019), *Surface features of chromium alloyed carbon steel specimens after salt-spray tests in NaCl solution*, Advances in Production Engineering & Management, vol.14, no.4, pp.449-460.

Ngày nhận bài: 29/7/2024

Ngày nhận bài sửa: 13/8/2024

Ngày chấp nhận đăng: 26/8/2024

# Nghiên cứu một số chỉ tiêu cơ lý của cát biển dùng trong xây dựng nền đường ô tô ở khu vực phía Nam

## ■ TS. NGUYỄN ĐỨC TRỌNG<sup>(\*)</sup>

Phân hiệu tại TP. Hồ Chí Minh, Trường Đại học Giao thông vận tải

## ■ KS. TRẦN TRỌNG NHÂN

Ban Quản lý dự án Đầu tư xây dựng huyện Tân Trụ, tỉnh Long An

Email: <sup>(\*)</sup>ndtrong@utc2.edu.vn

**TÓM TẮT:** Hiện nay, nguồn cát dùng cho xây dựng nền đường tại khu vực phía Nam ngày càng khan hiếm. Nhiều công trình trọng điểm bị chậm tiến độ do không tìm được nguồn vật liệu thay thế cát sông. Để khắc phục điều đó, việc sử dụng cát biển thay thế cát sông trong thi công nền đường là một giải pháp tiềm năng. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu các tính chất cơ lý của cát biển tại một số địa phương ở khu vực miền Tây Nam bộ dùng để đắp nền đường ô tô. Kết quả thực nghiệm cho thấy các chỉ tiêu kỹ thuật như: Thành phần hạt, hàm lượng hữu cơ, CBR, chỉ số lỏng dẻo, hàm lượng muối hòa tan của cát biển đáp ứng các yêu cầu cần thiết theo tiêu chuẩn hiện hành. Hơn nữa, giải pháp sử dụng cát biển có thể giảm chi phí xây dựng và cung cấp vật liệu kịp thời đảm bảo tiến độ xây dựng công trình.

**TỪ KHÓA:** Cát biển, vật liệu thay thế, xây dựng nền đường, tài nguyên biển, tính chất cơ lý.

**ABSTRACT:** Currently, the source of sand for roadbed construction in the southern region of Vietnam is becoming increasingly scarce. Hence, many key projects are delayed due to the lack of alternative materials to river sand. To overcome that, using sea sand as a substitute for river sand in roadbed construction is a potential solution. This study focuses on the physical-mechanical properties of sea sand from the Southwestern region of Vietnam used for roadbed construction. Experimental results indicate that such properties of grain composition, organic content, CBR, plasticity index and soluble salt content of sea sand meet current standards. Moreover, using sea sand can reduce construction costs and ensure a timely supply of materials to maintain construction progress.

**KEYWORDS:** Sea sand, alternative material, roadbed construction, marine resources, physical-mechanical properties.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay ở nước ta, nhu cầu đầu tư phát triển cơ sở hạ tầng là rất lớn, trong đó việc xây dựng các công trình hạ tầng giao thông luôn đòi hỏi một khối lượng lớn vật liệu, trong đó có vật liệu cát dùng để đắp nền đường. Phần lớn các dự án giao thông nói riêng và các dự án xây dựng nói chung bị chậm tiến độ mà nguyên nhân chính là do thiếu nguồn cát xây dựng hoặc giá cát tăng cao đã ảnh hưởng đến khả năng hoàn thành công trình đúng kế hoạch.

Giai đoạn 2021 - 2025 [1], khu vực đồng bằng sông Cửu Long và Đông Nam bộ triển khai thi công 16 dự án giao thông trọng điểm được áp dụng chính sách đặc thù cho việc khai thác khoáng sản làm vật liệu xây dựng. Tổng nhu cầu vật liệu đắp nền đường cho các dự án này khoảng 70 triệu m<sup>3</sup>. Đến nay đã xác định được nguồn cung ứng 37 triệu m<sup>3</sup>, nhưng đủ điều kiện khai thác chỉ có 18,3 triệu m<sup>3</sup>, còn thiếu 26 triệu m<sup>3</sup> chưa xác định được nguồn cung.

Việt Nam với 28 tỉnh, thành sở hữu 3.260 km chiều dài bờ biển bao bọc lãnh thổ với trữ lượng cát biển là rất lớn [2]. Do đó, các khu vực ven biển và lân cận có thể tận dụng được nguồn vật liệu địa phương là cát biển dồi dào.

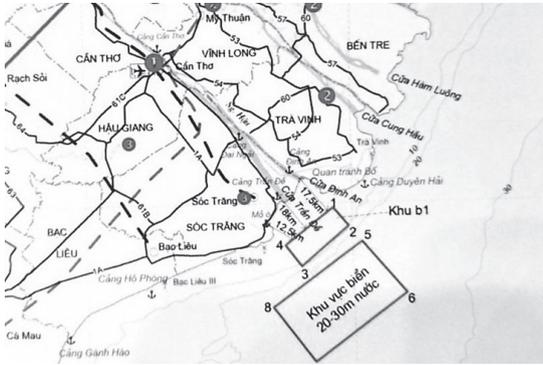
Từ số liệu thống kê [3] cho thấy, nhiều nước và vùng lãnh thổ trên thế giới đã triển khai nghiên cứu và sử dụng cát biển tại một số dự án xây dựng kết cấu hạ tầng giao thông đô thị như: Hồng Kông (Trung Quốc), Singapore, Nhật Bản, các nước Trung Đông... Mỗi năm [3], Nhật Bản, Hà Lan, Hồng Kông (Trung Quốc), Hàn Quốc, Anh, Mỹ khai thác tương ứng khoảng 39, 32,3, 32,0, 15,0, 12,8, 7,2 triệu tấn cát biển để xây dựng, trong đó hơn 90 % lượng cát biển được khai thác cho xây dựng và 45% được sử dụng để sản xuất bê tông.

Nghiên cứu của Gutt và cộng sự [4] đã khẳng định rằng nguồn gốc địa chất của cát biển cũng giống như cát sông. Do cấu tạo bề mặt hạt của cát biển có sự khác biệt so với cát sông, do đó khác nhau về nội ma sát, từ đó ảnh hưởng đến sản phẩm hình thành. Theo nghiên cứu Jianzhuang Xiao và cộng sự [5] thì cát biển chứa nhiều muối, vỏ sò và các tạp chất có hại khác hơn so với cát sông. Nghiên cứu [6] cho thấy chỉ số CBR và khối lượng thể tích đầm chặt lớn nhất của cát sông và cát biển là tương đương nhau nhưng độ ẩm tối ưu để đầm chặt của cát sông lớn hơn cát biển.

Tại khu vực đồng bằng sông Cửu Long, đến nay chưa có dự án đầu tư công về giao thông đường bộ nào sử dụng cát

biển đắp nền, ngoại trừ một số công trình đường trong nội bộ khu đô thị, đường nội bộ như: Các khu lấn biển Rạch Giá, Nhiệt điện Duyên Hải, Khu đô thị Saigon Sports City - Thủ Đức.

Trước tình hình thiếu nguồn cát dùng đắp nền đường, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã có quyết định giao mỏ cát biển B1.1 thuộc khu B1 với diện tích 99,95 ha, độ sâu được phép sử dụng đến 7,5 m, độ cao 5 m tính từ mặt nước biển trên vùng biển tỉnh Sóc Trăng cho nhà thầu khai thác phục vụ các công trình, dự án trọng điểm trong khu vực [7].



**Hình 1.1:** Khu vực khai thác cát biển trên vùng biển Sóc Trăng [7]

Từ thực tế nguồn cát sông ngày càng khan hiếm, đặc biệt là trong bối cảnh ngành GTVT đang triển khai các dự án xây dựng đường ô tô trên cả nước thì việc cung ứng kịp thời vật liệu cát phục vụ cho các dự án đang gặp nhiều khó khăn. Vì vậy, cần phải nghiên cứu, đánh giá các chỉ tiêu kỹ thuật của cát biển để xem vật liệu này có phù hợp để xây dựng nền đường ô tô hay không và đưa ra các kiến nghị sử dụng phù hợp.

## 2. CÁC YÊU CẦU CHUNG VẬT LIỆU CÁT BIỂN ĐẮP NỀN ĐƯỜNG

Tại Việt Nam hiện nay không có quy định nào cấm sử dụng cát biển làm vật liệu đắp nền đường. Cát biển có thể sử dụng làm vật liệu cho nền đường nếu như có các chỉ tiêu cơ lý, hóa thỏa mãn các tiêu chuẩn hiện hành theo TCVN 9436:2012 (hàm lượng hữu cơ không quá 10%, hàm lượng muối dễ hòa tan không quá 5%, tùy theo phạm vi nền đường tính từ đáy áo đường trở xuống mà CBR tối thiểu từ 2 - 8%) [8]. Tuy nhiên, cần phải có giải pháp để đảm bảo điều kiện thi công thuận lợi, chất lượng và đáp ứng yêu cầu về môi trường.

Do trong thành phần cát biển (cát nhiễm mặn) có chứa một hàm lượng muối nhất định nên khi sử dụng loại này làm vật liệu đắp nền đường ô tô thì lượng muối trong cát

có thể bị hòa tan vào nước và lan tỏa đến đất đai khu vực xung quanh. Tiêu chuẩn kỹ thuật nhiều nước trên thế giới đã đưa ra các quy định về độ nhiễm mặn đối với đất (nước) khu vực có vật nuôi, cây trồng.

Độ mặn là sự hiện diện của các loại muối hòa tan trong nước và đất. Các loại đất, nước nhiễm mặn và ảnh hưởng của đất mặn và nước nhiễm mặn đến cây trồng và vật nuôi được thể hiện như sau:

**Bảng 2.1. Phân loại nước theo độ mặn [3]**

Tình trạng độ mặn	Độ mặn mg/l	Mô tả sử dụng
Tươi	<500	Uống và tưới tiêu
Ngoài lề	500-1.000	Hầu hết việc tưới tiêu, tác động xấu đến hệ sinh thái trở nên rõ ràng.
Nước lợ	1.000-2.000	Chỉ tưới cho 1 số các cây trồng
Nước muối	2.000-10.000	Sử dụng cho vật nuôi
Mặn cao	10.000-35.000	Nước rất mặn
Nước muối	>35.000	Nước biển

Tại Việt Nam chưa có quy định chung về độ mặn đối với đất/nước khu vực có vật nuôi, cây trồng. Tuy nhiên theo TCVN 9167:2012: Công trình thủy lợi - Đất mặn quy trình rửa mặn có quy định về độ mặn của đất, độ mặn của nước dùng để rửa đất ở vùng đồng bằng ven biển để trồng lúa. Cụ thể quy định là: Độ mặn của nước dùng để rửa đất mặn phải đạt dưới 1 g trong 1 lít nước. Đối với vùng đất mặn nhiều, khan hiếm nguồn nước hoặc nước ở cuối hệ thống thủy lợi bị nhiễm mặn thì nồng độ mặn của nước rửa cho phép dưới 1,5 g trong 1 lít [3].

Như vậy, theo phạm vi áp dụng của TCVN 9167:2012, có thể sử dụng các quy định về độ mặn của nước/đất trong tiêu chuẩn này để đánh giá ảnh hưởng độ mặn của cát biển sử dụng đắp nền đường tới môi trường đất và nước trong khu vực thi công.

## 3. KẾ HOẠCH THỰC NGHIỆM

Mẫu cát biển lấy ở 3 cụm, gồm: 2 cụm ở tỉnh Trà Vinh (cụm 1 và cụm 2) và ở tỉnh Bến Tre (cụm 3), mỗi cụm lấy 3 mẫu ở 3 vị trí khác nhau. Mẫu được đóng gói, niêm phong và mang về thí nghiệm các chỉ tiêu kỹ thuật được trình bày ở Bảng 3.1.



**Hình 3.1:** Cát biển ở bãi tập kết

**Bảng 3.1. Các chỉ tiêu và tiêu chuẩn thí nghiệm**

Số thứ tự	Chỉ tiêu thí nghiệm	Số lượng mẫu thí nghiệm	Tiêu chuẩn thí nghiệm	Ghi chú
1	Thành phần hạt và mô-đun độ lớn của cát	09	TCVN 4198:2014	Trong đó: Cụm 1 (mẫu M1, M2, M3) lấy trên sà lan, cụm 2 (mẫu M4, M5, M6) lấy tại bãi tập kết, cụm 3 (mẫu M7, M8, M9) lấy trên sà lan
2	Hàm lượng hữu cơ	09	AASHTO T267	
3	Chỉ số lỏng, dẻo	09	TCVN 4197:2012	
4	<b>Đám nén tiêu chuẩn</b> (Theo phương pháp I-A)	09	TCVN 12790:2020	
5	Khối lượng riêng	09	TCVN 4195:2012	
6	CBR (K=0,95)	09	TCVN 12792:2020	
7	CBR (K=0,98)	09	TCVN 12792:2020	
8	Hàm lượng muối hòa tan	03	Phụ lục D TCVN9436:2012	



Sau đó, xử lý kết quả thí nghiệm và đưa ra nhận xét, kết luận.

**4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN**

**4.1. Kết quả thí nghiệm**

Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý được tổng hợp và đánh giá như sau:

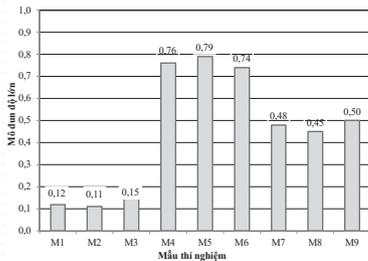
**4.1.1. Thành phần hạt và mô-đun độ lớn**

Trong đó, kết quả phân tích thành phần hạt được trình bày ở Bảng 4.1.

**Bảng 4.1. Phân tích thành phần hạt của cát biển**

Tên mẫu	Lượng lọt sàng (%) ở các mắt sàng							
	2,50	1,25	0,63	0,425	0,315	0,140	0,075	< 0,075
M1	100,0	100,0	99,9	99,8	99,7	88,4	16,9	0,0
M2	100,0	100,0	99,9	99,8	99,8	89,1	17,1	0,0
M3	100,0	100,0	99,8	99,7	99,4	86,1	14,9	0,0
M4	100,0	100,0	92,9	86,8	83,3	47,6	8,2	0,0
M5	100,0	100,0	92,2	86,5	82,4	46,1	7,1	0,0
M6	100,0	100,0	93,3	88,7	83,9	49,3	8,7	0,0
M7	100,0	99,9	99,8	99,7	98,5	53,6	9,1	0,0
M8	100,0	100,0	99,8	99,7	98,7	56,2	10,8	0,0
M9	100,0	99,9	99,7	99,5	97,5	53,0	7,9	0,0

Từ kết quả phân tích thành phần hạt của cát cho giá trị mô-đun độ lớn được thể hiện ở Hình 4.1.

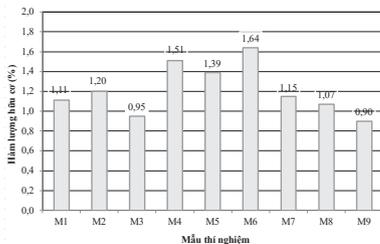


**Hình 4.1: Mô-đun độ lớn của cát biển**

Kết quả thí nghiệm cho thấy cát biển (cát nhiễm mặn) đã khảo sát có thành phần hạt phân bố kích thước tập trung trong khoảng 0,315 mm đến 0,075 mm (đối với mẫu M1, M2, M3, M7, M8, M9) và trong khoảng 0,63 mm đến 0,075 mm (đối với mẫu M4, M5, M6). Mẫu cát M1, M2, M3, M8 có lượng lọt sàng 0,075 mm trên 10% thuộc nhóm A-2, còn các mẫu cát còn lại lượng lọt sàng 0,075 mm dưới 10% thuộc nhóm A-3 theo AASHTO M145-91 [9]. Các loại mẫu cát biển trên thuộc nhóm cát hạt mịn có mô-đun độ lớn phân bố rộng từ  $M_{di} = 0,11 - 0,79$ .

**4.1.2. Hàm lượng hữu cơ, hàm lượng muối hòa tan và chỉ số lỏng, dẻo**

Kết quả thí nghiệm hàm lượng hữu cơ của cát biển được thể hiện ở Hình 4.2.



**Hình 4.2: Hàm lượng hữu cơ của cát biển**

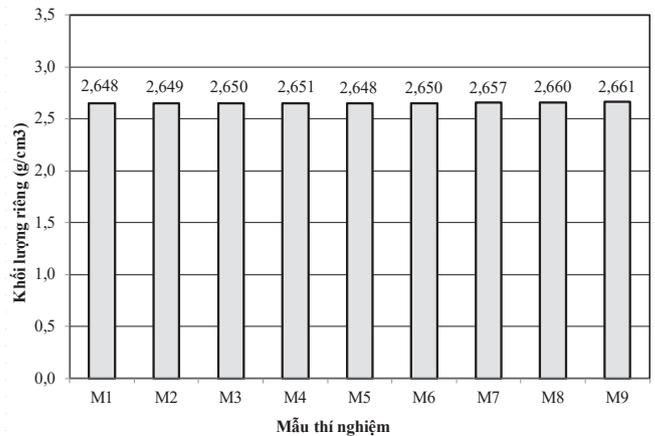
- Kết quả thí nghiệm cho thấy cát biển đã khảo sát hàm lượng hữu cơ dao động từ 0,90 - 1,64%. Hàm lượng này phù hợp với TCVN 9436:2012, đủ điều kiện trong thi công nền đường ( $\leq 10\%$ ).

- Tất cả các mẫu cát biển đều không thí nghiệm được giới hạn chảy, giới hạn dẻo, hay nói cách khác là cát biển không có tính dẻo.

- Hàm lượng muối hòa tan của cát biển và cát nhiễm mặn ở cụm 1, 2, 3 lần lượt là 0,18%, 0,35%, 0,11% đều thỏa mãn điều kiện tiêu chuẩn hiện hành dùng để đắp nền đường ô tô ( $\leq 5\%$ ).

**4.1.3. Khối lượng riêng**

Kết quả thí nghiệm khối lượng riêng của cát biển được thể hiện ở Hình 4.3.



**Hình 4.3: Khối lượng riêng của cát biển**

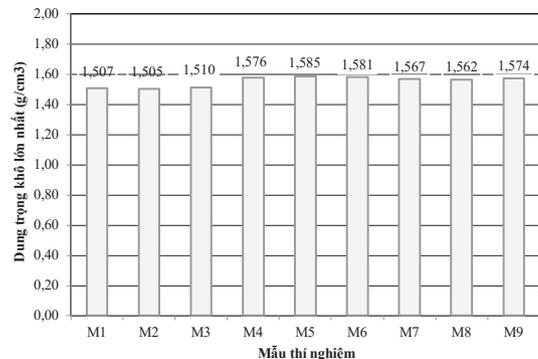
Kết quả thí nghiệm khối lượng riêng của cát biển dao động từ 2,648 - 2,661 g/cm<sup>3</sup>. Kết quả này cho thấy khối lượng riêng của cát biển tương đương với cát sông hạt mịn ở trong khu vực này.

**4.1.4. Độ ẩm tốt nhất và dung trọng khô lớn nhất**

Kết quả thí nghiệm độ ẩm tốt nhất và dung trọng khô lớn nhất của cát biển được thể hiện ở Bảng 4.2.

**Bảng 4.2. Kết quả thí nghiệm đầm nén tiêu chuẩn (phương pháp I-A)**

Chỉ tiêu thí nghiệm	Tên mẫu								
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Dung trọng khô lớn nhất (g/cm <sup>3</sup> )	1,507	1,505	1,510	1,576	1,585	1,581	1,567	1,562	1,574
Độ ẩm tốt nhất (%)	20,1	20,3	19,9	19,2	19,3	19,2	19,3	19,5	19,1

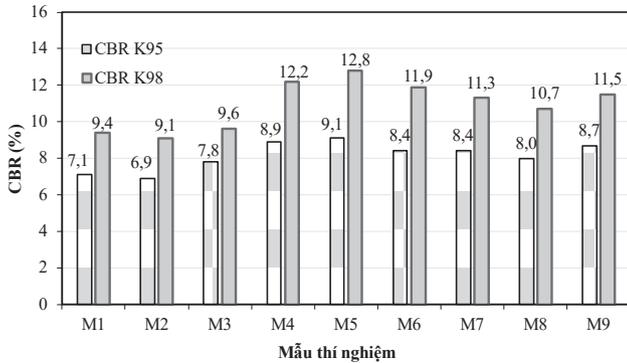


**Hình 4.4: Dung trọng khô lớn nhất của cát biển**

Kết quả đầm nén tiêu chuẩn của cát biển thể hiện ở *Bảng 4.2* và *Hình 4.4* cho thấy loại cát biển ở cụm 1 cho giá trị dung trọng khô lớn nhất đầm nén khá thấp ( $1,505 - 1,510 \text{ g/cm}^3$ ) và độ ẩm tốt nhất khá cao (19,9 - 20,3%) so với các loại cát đắp nền đường khác. Còn 2 cụm cát còn lại thì cho giá trị dung trọng khô lớn nhất có giảm so với cát sông thông thường có cùng mô-đun độ lớn.

#### 4.1.5. CBR (%)

Kết quả thí nghiệm CBR của cát biển ở độ chặt ( $K = 0,95$  và  $K = 0,98$ ) được thể hiện ở *Hình 4.5*.



**Hình 4.5: CBR của cát biển**

Từ kết quả thí nghiệm CBR cho thấy, khi mô-đun độ lớn của cát càng lớn cho giá trị dung trọng khô lớn và cường độ (CBR) của cát càng cao. Cát biển không trương nở, ở độ chặt  $K = 0,95$  thì CBR của cát đạt từ 6,9 - 9,1%, còn ở độ chặt  $K = 0,98$  thì CBR của cát đạt từ 9,1 - 12,8%. Kết quả này cho thấy chỉ số CBR cát biển đủ điều kiện đắp nền đường ô tô các loại.

#### 4.2. Thảo luận

Các kết quả thí nghiệm ở trên cho thấy cát biển có thành phần hạt thuộc nhóm A-2, A-3 theo AASHTO M145-91. Tuy nhiên, các mẫu cát biển có mô-đun độ lớn nhỏ đạt từ  $M_{dl} = 0,11 - 0,79$ . Các chỉ tiêu kỹ thuật như: Thành phần hạt, hàm lượng hữu cơ, chỉ số lỏng dẻo, hàm lượng muối hòa tan, CBR thỏa mãn tiêu chuẩn hiện hành dùng để đắp nền đường. Tuy nhiên, kết quả đầm nén cho thấy dung trọng khô lớn nhất của cát biển nhỏ hơn so với cát sông, điều này có thể là do các hạt cát biển tròn, đều hạt nên sẽ khó đầm chặt hơn so với cát sông. Cát biển trong nghiên cứu này khá sạch, lẫn ít hàm lượng bụi bùn sét, khả năng kết dính sau đầm nén kém nên có thể khó đảm bảo tính ổn định lâu dài cho nền đường khi chịu tác động của tải trọng động, nhất là trong điều kiện bị ngập nước. Vì vậy, cần tiếp tục nghiên cứu giải pháp đắp cát biển phù hợp để có thời gian theo dõi, quan trắc và rút kinh nghiệm.

### 5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Từ kết quả nghiên cứu có thể đưa ra một số kết luận như sau:

- Tất cả các mẫu cát biển trong nghiên cứu này thuộc nhóm A-2, A-3 theo AASHTO M145-91 [9] và có các chỉ tiêu cơ lý, hóa đủ điều kiện đắp nền đường theo TCVN 9436:2012 ( $CBR_{(K=0,95)} \geq 6\%$ ,  $CBR_{(K=0,98)} \geq 8\%$ , hàm lượng hữu cơ  $\leq 10\%$ , hàm lượng muối hoà tan  $\leq 5\%$ ) [8].

- Theo kết quả nghiên cứu thì cát biển không có trương nở, không có tính dính, dung trọng khô lớn nhất của cát biển nhỏ hơn so với cát sông nên có thể ảnh hưởng đến quá trình đầm chặt cũng như khả năng chịu tải trọng động của nền đường dùng cát biển. Do đó, trước mắt chúng ta không vội vàng sử dụng độc lập cát biển để xây dựng nền đường, đặc biệt là lớp nền thượng đường cao tốc mà phải kết hợp với các giải pháp khả thi khác.

- Ở những khu vực ngập nước nên dùng đất dẻo làm bờ bao hai bên và trải vải địa kỹ thuật nhằm ngăn chặn muối (nếu có) có thể lan ra ảnh hưởng đến độ mặn nguồn nước khu vực xung quanh. Ngoài ra, cần tiếp tục quan trắc, theo dõi các đoạn thử nghiệm cũng như các công trình đã thi công để đánh giá toàn diện về khả năng sử dụng rộng rãi cát biển trong thi công nền đường ô tô.

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. <https://vneconomy.vn/nghien-cuu-phuong-an-mo-rong-thi-diem-su-dung-cat-bien-lam-vat-lieu-san-lap-cho-mot-so-du-an-giao-thong-trong-diem.htm>, 12/5/2024.
- [2]. Nam, T. H., Phương, N. V., Trụ, V. N., & Tùng, H. (2023), *Khả năng áp dụng cát biển trong xây dựng nền đường ô tô với các chiều cao đắp nền khác nhau*, Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, 17 (4V), tr.1-10, [https://doi.org/10.31814/stce.huice2023-17\(4V\)-01](https://doi.org/10.31814/stce.huice2023-17(4V)-01).
- [3]. <https://tapchixaydung.vn/co-so-khoa-hoc-va-thuc-tien-cua-de-xuat-su-dung-cat-bien-thay-the-vat-lieu-dat-dap-nen-duong-20201224000018668.html>, 24/7/2023.
- [4]. W. Gutt, R.J. Collins, *Sea-dredged aggregates in concrete*, Build. Res.Establish Watford, UK (7), 1987.
- [5]. Jianzhuang Xiao, Chengbing Qiang, Antonio Nanni, Kaijian Zhang (2017), *Review- Use of sea-sand and seawater in concrete construction: Curent status and future opportunities*, Constr. Build. Mater, 155, pp.1101-1111.
- [6]. Văn. V. T. A., Nguyễn. V. P., Bùi. P. D., Hoàng. T. (2022), *Vật liệu đắp nền đường và khả năng sử dụng cát nhiễm mặn để đắp nền đường ô tô tại Việt Nam*, Tạp chí Khoa học Công nghệ Đại học Kiến trúc, 45, tr.29-33.
- [7]. <https://dantri.com.vn/xa-hoi/lan-dau-tien-khoi-cong-khai-thac-cat-bien-lam-duong-cao-toc-20240629081133302.htm>, 29/6/2024.
- [8]. Tiêu chuẩn Việt Nam, *Nền đường ô tô - Thi công và nghiệm thu*, TCVN 9436:2012, Việt Nam.
- [9]. AASHTO M145-91 (2021), *Standard Specification for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes*.

**Ngày nhận bài: 17/7/2024**

**Ngày nhận bài sửa: 02/8/2024**

**Ngày chấp nhận đăng: 14/8/2024**

# Đánh giá đặc trưng biến dạng của vật liệu bê tông nhựa mặt đường sử dụng phụ gia RWPLAST@S

■ TS. NGUYỄN PHƯỚC MINH

Trường Đại học Giao thông vận tải  
Email: minhnp\_ph@utc.edu.vn

**TÓM TẮT:** Việc thiết kế kết cấu mặt đường bằng vật liệu bê tông asphalt yêu cầu phải kiểm tra hai vấn đề quan hệ với thuộc tính của vật liệu. Thứ nhất, đó là quan hệ tải trọng-biến dạng (hay ứng suất-chuyển vị) dùng để phân tích ứng suất và chuyển vị tới hạn trong kết cấu; thứ hai đó là các đặc trưng làm việc của chính bản thân vật liệu trong kết cấu để xác định dạng thức phá hoại kết cấu. Nội dung bài báo đề cập đến đặc tính biến dạng và độ cứng của mẫu vật liệu bê tông nhựa (BTN) trong phòng thí nghiệm, đánh giá hai chỉ tiêu này thông qua thí nghiệm nén một trục đơn mẫu BTN sử dụng phụ gia RWplast@S theo tiêu chuẩn Static Creep Test - TxDOT-TEX-231-F của Texas Department of Transportation. Phụ gia RWplast@S do Roadway Solutions Group - Cộng hòa Pháp cung cấp, phụ gia này được khuyến nghị nên dùng cho vật liệu BTN nhằm để kháng biến dạng mặt đường. Nội dung thí nghiệm gồm hai loại hỗn hợp vật liệu có dùng và không dùng phụ gia RWplast@S của Công hòa Pháp sản xuất cho BTN chặt C16 theo TCVN13567-1-2022. Kết quả cho thấy độ cứng của mẫu BTN C16 sử dụng phụ gia RWplast@S tăng cao hơn trung bình là 5% so với mẫu BTN không sử dụng phụ gia.

**TỪ KHÓA:** Sở tay bitum Shell, bê tông nhựa, phụ gia bê tông nhựa.

**ABSTRACT:** The design of the road surface structure with asphalt concrete materials requires two relations issues with the property of the material; first, the load-formal relationship (or stress-taste) is used to analyze stress and gust of critical displacement in the structure, the second is the working characteristics of the material itself in itself, the structure to determine the structural sabotage form. The content of the article refers to the deformation and hardness of the asphalt concrete material sample in the laboratory, evaluating these two indicators through the compression test of a single plastic concrete model using Rwplast additives@S according to Static Creep Test-TXDOT-TEX-231-F of Texas Department of Transportation. Rwplast additives@s of Roadway Solutions Group - French Republic, this additive is

recommended for asphalt concrete materials to resist surface deformation. The experimental content consists of two types of materials used and not using RWplast@S of French Production for AC16 following TCVN13567-1-2022. The results show that the hardness of the AC16 uses Rwplast@S additives, which increases an average of 5% higher than the AC16, which does not use additives.

**KEYWORDS:** Handbook Shell bitum, asphalt concrete, asphalt additives.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hỗn hợp asphalt là vật liệu đàn hồi - dẻo, nghĩa là các thuộc tính cơ học của chúng phụ thuộc vào nhiệt độ và thời gian đặt tải. Sự phức tạp của vấn đề lại tăng thêm bởi thành phần vật liệu hỗn hợp, bitum quan hệ chặt chẽ với đặc tính đàn hồi - nhớt, trong khi đó khung cốt liệu khoáng ảnh hưởng tới đặc tính đàn hồi của vật liệu. Độ cứng đàn hồi thể hiện khi vật liệu làm việc trong điều kiện nhiệt độ thấp, thời gian tác dụng của tải trọng ngắn. Độ cứng đàn hồi dùng để tính toán biến dạng giới hạn của kết cấu; độ cứng dẻo-nhớt thể hiện khi vật liệu làm việc ở nhiệt độ cao, tải trọng tác dụng lâu, độ cứng dẻo-nhớt dùng để đánh giá khả năng chống biến dạng của vật liệu.

Vật liệu lớp mặt đường chủ yếu là BTN. Vật liệu BTN có đặc tính chung là dễ bị biến dạng dưới tác dụng của nhiệt độ và tải trọng. Việc phát triển ứng dụng phụ gia cho hỗn hợp vật liệu BTN nhằm cải thiện các đặc tính kỹ thuật khai thác là rất cần thiết, đặc biệt cho các tuyến đường thường xuyên bị ảnh hưởng bởi các tác động tải trọng nặng và biến đổi khí hậu hiện nay.

Tại Việt Nam có các phụ gia phổ biến để nâng cao chất lượng nhựa đường đã được sử dụng là SBS (Styrene-Butadiene-Styrene), SBR (Styrene Butadiene Rubber), EVA (Ethyl Vinyl Acetate) và polyethylene; SBS, TPP, Cerachip.

Phụ gia Rwelast®E xuất xứ từ Pháp là phụ gia được dùng để cải thiện chất lượng BTN, có khả năng tăng kháng hàn, kháng môi và chống các biến dạng vì nhiệt cho BTN; giảm độ nhạy cảm với nước cho BTN; tăng khả năng dính bám giữa cốt liệu và nhựa đường.

Phụ gia RWelast®E được đóng thành các gói nên có ưu thế cho việc bảo quản và vận chuyển; có thể sử dụng trộn

trực tiếp với cốt liệu trong quá trình sản xuất BTN tại trạm trộn; phụ gia RWelast®E đã được sử dụng ở Toulouse (Pháp), Guy-an (Pháp) và Các tiểu Vương quốc Ả rập Thống nhất.

## 2. KIỂM TRA THÀNH PHẦN VẬT LIỆU THÍ NGHIỆM

### 2.1. Kiểm tra thành phần vật liệu

Cốt liệu các cỡ: Được lấy từ mỏ Công ty TNHH MTV Đá Xây dựng Transmeco, Hà Nam.

- Nhựa đường: Nhựa đường Shell 60/70 do Công ty CP Thương mại và Xuất nhập khẩu Vật tư giao thông (Tratimex) cung cấp.

- Bột khoáng: Bột khoáng Hà Nam, do Công ty TNHH Quang Vân cung cấp.

- Phụ gia: Phụ gia RWelast®E do Công ty Roadway Solutions (Cộng hòa Pháp) cung cấp.

- Thí nghiệm tại: Trung tâm Khoa học công nghệ GTVT - Trường Đại học GTVT - Cầu Giấy, Hà Nội.

### 2.2. Chỉ tiêu cơ lý của thành phần cốt liệu, bitum và bột khoáng

Bảng 2.1. Chỉ tiêu kỹ thuật của cốt liệu

STT No.	Chỉ tiêu thí nghiệm - Testing items	Đơn vị Unit	Tiêu chuẩn thí nghiệm Testing method	Kết quả Test results	YCKT Specification TCVN 13567-1:2022
1	Độ kim lún ở 25°C, 0.1mm, 5s - Penetration at 25°C, 0.1mm, 5s	0,1mm	TCVN 7495:2005	61	60 ± 70
2	Chỉ số độ kim lún PI - Penetration Index	-	Mục A.2 - TCVN 13567-1:2022	-0,21	-1,5 + 1
3	Điểm hóa mềm (dung cụ vòng và bi) Softening Point (R&B method)	°C	TCVN 7497:2005	49,2	Min 46
4	Độ nhớt động lực ở 60°C, Pas - Dynamic viscosity at 60 °C	Pas	TCVN8818-5:2011	293,142	Min 180
5	Độ kéo dài ở 25°C, 5cm/phút - Ductility at 25°C, 5cm/min	cm	TCVN 7496:2005	>110	Min 100
6	Hàm lượng Paraffin (% khối lượng) - Wax Paraffin Content	%	TCVN 7503:2005	1,58	Max 2,2
7	Điểm chớp cháy (Cốc mở Cleveland) Flash Point (Cleveland Open Cup)	°C	TCVN 7498:2005	301	Min 232
8	Độ hòa tan trong - Solubility in Trichloroethylene	%	TCVN 7500:2005	99,86	Min 99
9	Khối lượng riêng ở 25°C - Specific gravity at 25°C	g/cm3	TCVN 7501:2005	1,030	1,00 - 1,05
	Tỷ trọng - Density	-	-	1,033	-
10	Các chỉ tiêu thí nghiệm trên mẫu nhựa sau khi thí nghiệm TFOI (Thin film oven test)	%	TCVN 11711:2017	-	-
10.1	Tổng thất khối lượng - Change of mass, %	%	TCVN 11711:2017	0,076	Max 0,8
10.2	Tỷ lệ độ kim lún còn lại so với độ kim lún ban đầu ở 25°C - Retained Penetration, % of original	%	TCVN 7495:2005	79,37	Min 54
10.3	Độ kéo dài ở 25°C, 5cm/phút - Ductility at 25°C, 5cm/min	cm	TCVN 7496:2005	>100	Min 50
11	Độ dính bám với đá - Coating criteria (Boiling method)	Cấp	TCVN 7504:2005	Cấp 3	Min cấp 3

Bảng 2.2. Chỉ tiêu kỹ thuật của bitum

Chỉ tiêu thí nghiệm Testing items	Loại cốt liệu / Aggregate			
	Đá/Aggregate 10x16	Đá/Aggregate 5x10	Đá/Aggregate 0x5	Bột khoáng / Filler
Tỷ trọng khối / Bulk specific gravity (Gsb)	2,794	2,786	2,760	2,726
Tỷ trọng khối của mẫu bảo hòa khô bề mặt / Bulk specific gravity SSD (Gssb)	2,810	2,804	2,794	-
Tỷ trọng biểu kiến / App. Specific gravity (Gsa)	2,838	2,838	2,856	-
Khả năng hấp phụ/Absorption (%)	0,554	0,662	1,225	-
Độ mài mòn LosAngles/ Abrasion LosAngeles (%)	21,1	25,0	-	-
Hàm lượng vật liệu nhỏ hơn 0,075mm bằng phương pháp rửa/ Clay, dust content (%)	0,54	0,67	2,76	-
Hàm lượng hạt thoi dẹt / Flat and elongation (%)	1,12	3,48	-	-
Mô đun độ lớn của cốt liệu mịn / Fineness modulus of fine aggregate	-	-	3,77	-
Hệ số đương lượng cát của cốt liệu mịn / ES Test (%)	-	-	84	-
Hàm lượng sét cục / Clay lump content T test (%)	-	-	0,0	-
Độ góc cạnh của cốt liệu / Fine aggregate angularity (%)	49,1	51,6	48,51	-
Hàm lượng hạt mềm yếu, phong hóa/ feeble & weathered particle content test (%)	0,3	0,5	-	-
Độ dính bám với đá - Coating criteria (Boiling method)	Cấp 3			

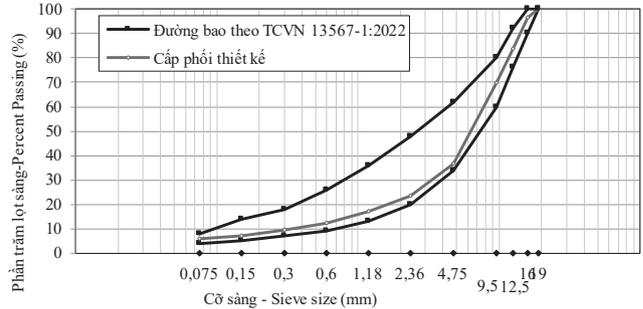
## 2.3. Thành phần cấp phối của cốt liệu

Bảng 2.3. Thành phần cấp phối cốt liệu thiết kế

STT No.	Loại cốt liệu Kind of Material	Cỡ sàng - Phần trăm lọt sàng (%) / Sieve size - Percent passing (%)										
		19	16	12,5	9,5	4,75	2,36	1,18	0,6	0,3	0,15	0,075
No.1	Đá/Aggregate 10x16	100,00	90,30	54,08	15,34	0,85	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
No.2	Đá/Aggregate 5x10	100,00	100,00	100,00	97,71	25,71	15,07	9,55	4,48	2,08	0,00	0,00
No.3	Đá/Aggregate 0x5	100,00	100,00	100,00	100,00	83,08	48,73	32,20	20,12	13,53	8,84	5,19
No.4	Bột khoáng / Filler	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	97,30	93,17	87,57	

STT No.	% Sử dụng Percent Use	Cỡ sàng - Phần trăm lọt sàng (%) / Sieve size - Percent passing (%)										
		19	16	12,5	9,5	4,75	2,36	1,18	0,6	0,3	0,15	0,075
No.1	35%	0,35	35,00	31,60	18,93	5,37	0,30	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
No.2	32%	0,32	32,00	32,00	32,00	31,27	8,23	4,82	3,06	1,43	0,67	0,00
No.3	28%	0,28	28,00	28,00	28,00	23,26	13,64	9,02	5,63	3,79	2,47	1,45
No.4	5%	0,05	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,87	4,66	4,38
Hỗn hợp/Combination		1,00	100,00	96,60	83,93	69,64	36,78	23,51	17,07	12,07	9,32	7,13
TCVN 13567-1:2022			100,00	90-100	76-92	60-80	34-62	20-48	13-36	9-26	7-18	5-14



Hình 2.1: Cấp phối thiết kế theo TC13567-1:2022

## 2.4. Chế bị mẫu BTN sử dụng phụ gia RW-plast®S trong phòng thí nghiệm [6,7]

- Chuẩn bị cốt liệu, nhựa 60/70, bột khoáng và phụ gia với khối lượng theo từng mẻ trộn:

+ Sấy nóng cốt liệu để khi bắt đầu trộn nhiệt độ cốt liệu đảm bảo 180°C - 190°C;

+ Sấy nóng nhựa 60/70 để khi bắt đầu trộn nhiệt độ cốt liệu đảm bảo 150°C - 160°C;

+ Không được sấy/gia nhiệt phụ gia RW-plast®S (bột khoáng có thể sấy nóng để đảm bảo nhiệt độ chung của hỗn hợp sau trộn);

- Tiến hành trộn mẫu:

+ Trộn cốt liệu và bột khoáng khoảng 15s trong cối trộn;

+ Cho thêm phụ gia Rwpplast®S vào cùng và trộn trong khoảng 45s;

+ Tiếp tục trộn với nhựa 60/70 cho đến khi hỗn hợp BTN đạt độ đồng đều thì dừng lại;

+ Hỗn hợp BTN sau khi trộn xong được cho vào tủ sấy và đảm bảo nhiệt độ để tiếp tục chế bị phục vụ các thí nghiệm theo đề cương.

## 2.5. Xác định hàm lượng nhựa tối ưu

- Thí nghiệm xác định các chỉ tiêu kỹ thuật của hỗn hợp BTNC và hỗn hợp BTNC-RWP theo TCVN 13567-1-2022.

Bảng 2.4. Chỉ tiêu kỹ thuật hỗn hợp BTNC theo TCVN13567-1-2022

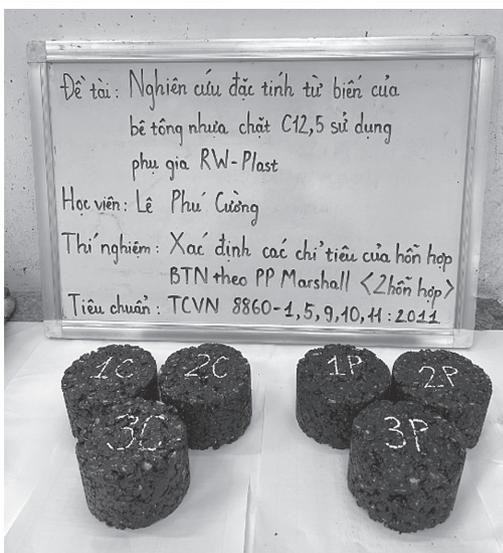
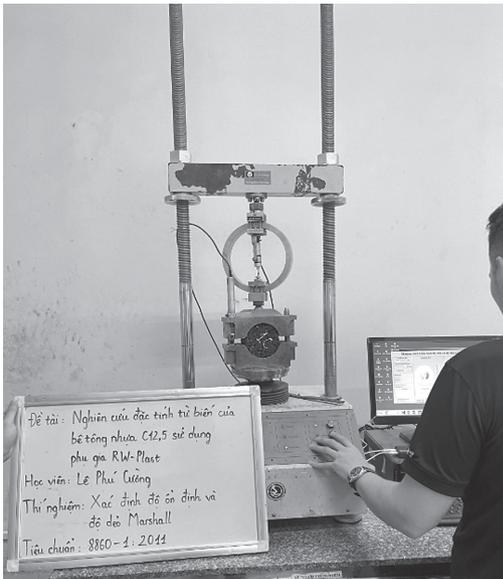
STT	Chiều cao mẫu (mm)				Khối lượng mẫu (g)			Nhiệt độ nước trong bể ngâm (°C)	Tỷ trọng khối BTNC đã đầm nén	Tỷ trọng rời lớn nhất của HHT BTN	Độ rỗng dư (%)	Độ ổn định Marshall (kN)	Hệ số hiệu chỉnh chiều cao mẫu	Độ ổn định Marshall sau hiệu chỉnh - mẫu ngâm 40 phút (kN)	Độ dẻo Marshall (mm)
					Khoá hoàn toàn trong nước	Cán	Khoá bề mặt								
1	63,5	63,2	63,2	63,5	1219,54	729,81	1223,02	2,473	-	4,6	10,45	1,004	10,49	3,5	
2	63,0	63,0	63,1	63,1	1212,83	725,99	1216,85	25,0	2,471	2,592	4,7	10,08	1,011	10,19	3,3
3	63,8	63,5	63,5	64,0	1217,60	728,60	1221,10	-	2,472	-	4,6	10,32	0,995	10,27	3,3
TB	-	-	-	-	-	-	-	-	2,472	-	4,6	-	-	10,32	3,3
Yêu cầu kỹ thuật											-	-	≥8,0	1,5 + 4,0	

**Bảng 2.5. Chỉ tiêu kỹ thuật hỗn hợp BTNC-RWP theo TCVN13567-1-2022**

VFA - Độ rỗng lấp đầy nhựa														
VMA - Độ rỗng cốt liệu:														
Air Void - Độ rỗng dư:														
Flow - Chỉ số dẻo:														
Stability - Độ ổn định Marshall:														
Khoảng hàm lượng nhựa đáp ứng các chỉ tiêu (% tính theo khối lượng hỗn hợp) Approximately selectable optimal bitumen targets (% count by weight of mixture) <b>(4,2 ÷ 4,7) %</b>														
Hàm lượng nhựa lựa chọn (% tính theo khối lượng hỗn hợp)/ Bitumen content selection (% count by weight of mixture) <b>4,5%</b>														
SIT	Chiều cao mẫu (mm)	Khối lượng mẫu (g)			Nhiệt độ nước trong bể ngâm (°C)	Tỷ trọng khối BTNC đã đầm nén	Tỷ trọng riêng của HHT BTNC	Độ cứng đá (%)	Độ ổn định Marshall (kN)	Hệ số hiệu chỉnh chiều cao mẫu	Độ ổn định Marshall sau hiệu chỉnh mẫu ngâm 40 phút (kN)	Độ dẻo Marshall (mm)		
1	63,1	63,2	63,0	63,1	1224,09	733,68	1228,41	-	2,474	4,3	11,41	1,010	11,52	2,9
2	63,1	63,2	63,1	63,2	1223,22	732,55	1227,29	25,0	2,472	4,4	11,43	1,009	11,53	2,8
3	64,1	64,0	64,1	64,2	1225,38	734,51	1229,61	-	2,475	4,3	10,85	0,985	10,69	3,1
TB	-	-	-	-	-	-	-	-	2,474	4,3	-	-	11,25	2,9
Yêu cầu kỹ thuật									4,0 ÷ 6,0	-	-	-	≥ 8,0	1,5 ÷ 4,0

**Hình 2.2: Biểu đồ xác định hàm lượng nhựa tối ưu**

Căn cứ vào bảng tính và đồ thị mối quan hệ các chỉ tiêu kỹ thuật và hàm lượng nhựa thì: Hàm lượng nhựa tối ưu là 4,5% theo khối lượng hỗn hợp.



**Hình 2.3: Chế bị mẫu và thí nghiệm chỉ tiêu kỹ thuật Marshall theo TCVN 13567:1:2022**

**3. PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ ĐẶC TRƯNG BIẾN DẠNG BTN [8]**

**3.1. Mục đích**

Sử dụng phương pháp thử nghiệm này để xác định khả năng chống biến dạng vĩnh viễn của hỗn hợp BTN với thông số nhiệt độ ở 40°C - 60°C và tải trọng tương tự như các vật liệu này gặp phải ở hiện trường. Các đặc tính từ biến được đo bao gồm độ cứng, biến dạng vĩnh viễn.

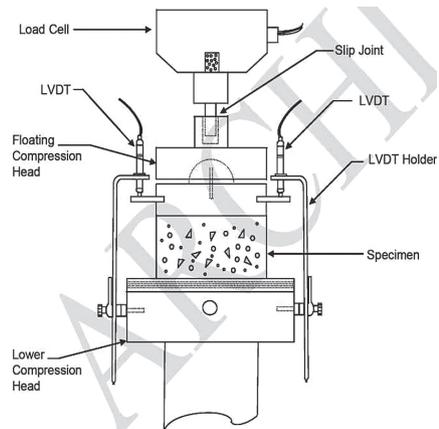
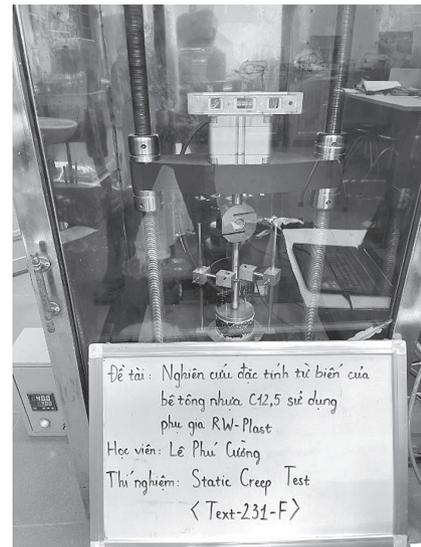
**3.2. Thiết bị**

- Máy nén, đo bằng cảm biến tải trọng điện tử có khả năng đo tải trọng thẳng đứng lên tới 500 lb. (2.224 N) với độ chính xác ± 1% tải trọng trực tác dụng. Hiệu chỉnh và kiểm tra cảm biến tải trọng trước khi bắt đầu thử nghiệm. Hệ thống kiểm soát nhiệt độ, có khả năng kiểm soát nhiệt độ trong phạm vi từ 40°C đến 60°C; nhiệt độ phải giữ trong khoảng ± 1°C so với nhiệt độ thử nghiệm đã chỉ định; bao gồm một tủ điều khiển nhiệt độ chứa ít nhất ba mẫu.

- Hệ thống đo lường và ghi chép: Đo biến dạng dọc bằng đồng hồ thiên phân kế;

- Liên tục ghi lại và theo dõi tải trọng và biến dạng dọc trực trong quá trình thử nghiệm (Hình 2.1).

- Mẫu đúc trong phòng thí nghiệm: Theo Tex-205-F và Tex-206-F, đường kính mẫu 101 mm và chiều cao mẫu phải là 51 ± 2mm.



**Hình 3.1: Thiết bị thí nghiệm xác định đặc tính biến dạng**

### 3.3. Trình tự thí nghiệm

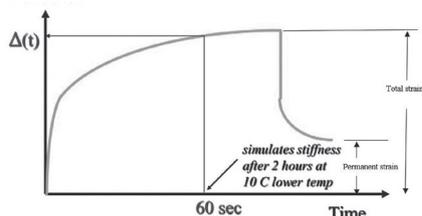
- Chuẩn bị mẫu: Phủ một lớp dầu khoáng hoặc chất bôi trơn nhẹ lên tấm phẳng hoặc mặt phẳng nhẵn để tránh vật liệu đóng nắp bị dính.

- Đặt mẫu vào buồng nhiệt độ được kiểm soát duy trì ở 40°C trong 3 đến 5 giờ trước khi bắt đầu thử nghiệm.

- Lắp mẫu lên đầu nén như trong Hình 2.1, duy trì nhiệt độ ở 40°C.

- Áp dụng ba chu kỳ tải trước với áp lực 556 N trong khoảng thời gian một phút, sau đó nghỉ một phút cho mỗi chu kỳ để các tấm tải đạt được sự tiếp xúc đồng đều hơn với mẫu.

- Tác dụng tải trọng 556 N lên mẫu trong 1h, sau 1h, dỡ tải và để mẫu ổn định lại trong 10 phút; trong toàn bộ thời gian chất tải và dỡ tải, theo dõi và ghi lại tải trọng tác dụng và các biến dạng thẳng đứng.



Hình 3.2: Biểu đồ mô phỏng thí nghiệm đặc tính biến dạng

### 3.4. Tính toán

Tính toán biến dạng trung bình cho từng mẫu bằng cách lấy trung bình số đọc từ hai thiên phân kế, theo công thức sau:

$$\text{Độ biến dạng} = \frac{\text{Biến dạng vĩnh cửu}}{\text{Chiều cao mẫu}} \quad (1)$$

$$\text{Độ cứng} = \frac{69 \text{ kPa (10 psi)}}{\text{Tổng biến dạng mẫu}} \quad (2)$$

Trong đó: - Tổng biến dạng tính theo mm/mm;

- Biến dạng vĩnh cửu tính theo mm/mm;

- Độ cứng tính theo mm/mm/sec.

## 4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

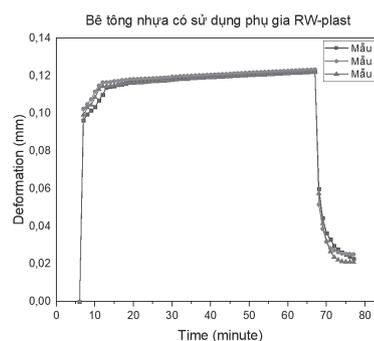
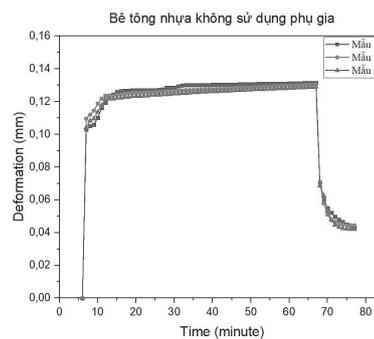
\* Kết quả:

Đặc tính biến dạng của của hỗn hợp BTN khi sử dụng nhựa 60/70 (BTNC) và hỗn hợp BTNC-RWP, khi thực nghiệm sử dụng 2 hỗn hợp có cùng cấp phối (thành phần hạt và hàm lượng nhựa tối ưu) được thiết kế theo TCVN 13567-1-2022 và thí nghiệm theo tiêu chuẩn Static Creep Test - TxDOT-Tex-231-F của Texas Department of Transportation-Mỹ); được xác định qua hai chỉ tiêu: Độ biến dạng và độ cứng.

Bảng 4.1. Bảng tổng hợp kết quả thí nghiệm theo tiêu chuẩn Static Creep Test - TxDOT-Tex-231-F

		Specimen thickness		Deformation	Total Strain	Creep stiffness
		Chiều cao mẫu		Biến dạng	Độ biến dạng	Độ cứng
		mm		mm		psi
BTN C12,5 không phụ gia	Mẫu 1	52,125	0,1315	0,002523	3963,88	
	Mẫu 2	52,375	0,1304	0,002490	4016,49	
	Mẫu 3	51,95	0,12885	0,002480	4031,82	
BTN C12,5 + 12%RW-plast	Mẫu 1	51,075	0,12265	0,002401	4164,29	
	Mẫu 2	52,05	0,1234	0,002371	4217,99	
	Mẫu 3	52,05	0,12185	0,002341	4271,65	

\* Độ biến dạng:



Hình 4.1: Biểu đồ xác định biến dạng cho hai mẫu vật liệu nghiên cứu

Nhận xét:

- Độ biến dạng của mẫu BTNC (không sử dụng phụ gia) sẽ giảm đi trung bình là 5% so với BTNC-RWP (sử dụng phụ gia RWplast@S).

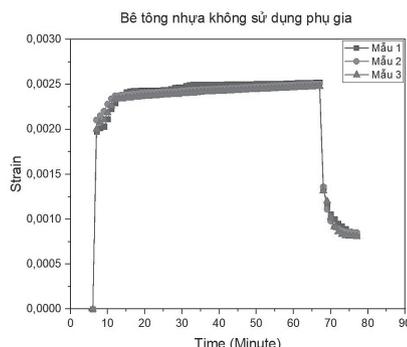
- Việc sử dụng phụ gia RWplast@S cho hỗn hợp BTN chặt theo TCVN13567-1-2022 đã nói lên ý nghĩa khai thác vật liệu về độ biến dạng, đặc biệt cho các tuyến đường có tải trọng nặng cũng như sự tác động của biến đổi khí hậu, đặc biệt là nhiệt độ khai thác vật liệu BTN trên các tuyến đường bộ.

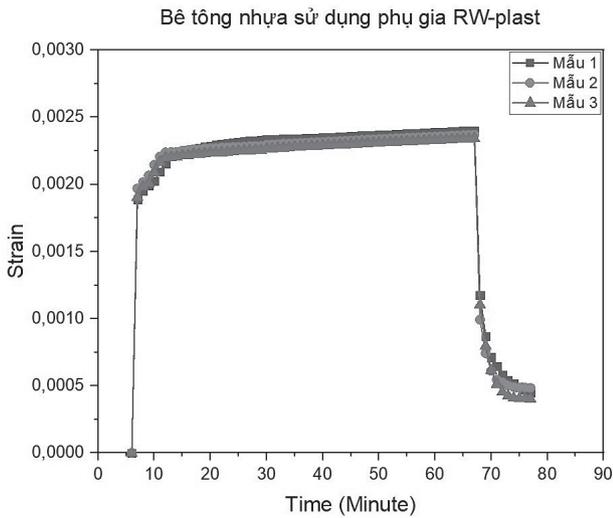
\* Độ cứng:

Nhận xét:

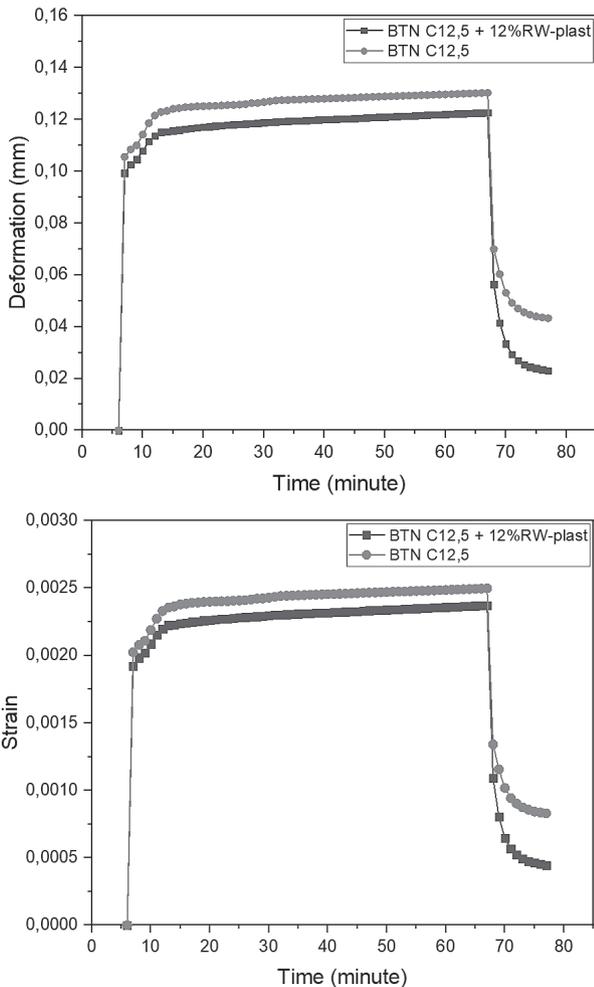
- Độ cứng của mẫu BTNC (không sử dụng phụ gia) sẽ giảm đi tương tự trung bình là 5% so với BTNC-RWP (sử dụng phụ gia RWplast@S).

- Từ kết quả độ cứng cho hai loại vật liệu BTNC và BTNC-RWP cho thấy: Việc sử dụng phụ gia RWplast@S có mối liên hệ, đó là đã cải thiện được đặc tính đàn hồi-nhớt thuần túy của bitum 60/70, điều đó dẫn đến vật liệu BTNC-RWP (sử dụng phụ gia RWplast@S) sẽ tăng phạm vi thời gian chịu tải dài hơn và ứng xử với sự biến thiên nhiệt độ môi trường tốt hơn.





**Hình 4.2: Biểu đồ xác định độ biến dạng cho hai mẫu vật liệu nghiên cứu**



**Hình 4.3: Biểu đồ tổng hợp độ biến dạng và độ cứng của hai mẫu vật liệu nghiên cứu**

**5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ**

**5.1. Kết luận**

Kết quả nghiên cứu vật liệu BTN chặt theo TCVN 13567-1-2022 sử dụng phụ gia RWplast®S cho thấy:

- Giá trị về độ biến dạng của BTNC16 cải thiện rõ rệt (tăng 5%) so với BTNC16 không sử dụng phụ gia; giá trị về độ cứng của BTNC16 cũng tăng hơn 5% so với BTNC16 không sử dụng phụ gia.

- Việc sử dụng phụ gia RWplast®S cũng đã cải thiện đặc tính đàn hồi-nhớt của bitum, làm tăng năng lực chịu tải cho BTN, tăng khả năng chịu tác động của nhiệt độ môi trường, tăng phạm vi chịu tải cho kết cấu nói chung. Từ đó càng cho thấy việc sử dụng phụ gia RWplast®S mang lại lợi ích khai thác cho các tuyến đường bộ Việt Nam, đặc biệt với chiến lược phát triển đường bộ cao tốc của Chính phủ đến năm 2030 nói chung, cũng như các tuyến quốc lộ nói riêng.

**5.2. Kiến nghị**

Nghiên cứu mẫu thử chỉ mới dừng lại bước trong phòng thí nghiệm, cần có các kết quả thử nghiệm khác ngoài hiện trường nhiều hơn theo thời gian, qua đó có thể đối chứng kết quả khai thác và đánh giá chất lượng BTN sử dụng RWplast®S theo thời gian cũng như kiểm soát quá trình sản xuất và khai thác phụ gia RWplast®S trong điều kiện làm việc của Việt Nam.

**Tài liệu tham khảo**

- [1]. TCVN 13567:1:2022, *Lớp mặt đường bằng hỗn hợp nhựa nóng - Thi công và nghiệm thu, phần 1: BTN chặt sử dụng nhựa đường thông thường.*
- [2]. TCVN 11193:2011, *Nhựa đường Polime - Yêu cầu kỹ thuật.*
- [3]. TCVN 8820:2011, *Hỗn hợp BTN nóng - Thiết kế theo phương pháp Marshall.*
- [4]. TCCS 43:2022, *Lớp mặt đường BTN chặt sử dụng nhựa đường thông thường có thêm phụ gia SBS theo phương pháp trộn khô tại trạm trộn - Thi công và nghiệm thu.*
- [5]. GS. TS. Phạm Duy Hữu, PGS. TS. Vũ Đức Chính, TS. Đào Văn Đông, ThS. Nguyễn Thanh Sang (2010), *Bê tông asphalt*, NXB. GTVT, Hà Nội.
- [6]. *Cẩm nang bitum Shell trong xây dựng công trình giao thông* (1990), Shell Bitum UK xuất bản, NXB. GTVT.
- [7]. Nguyễn Phước Minh (2013), *Nghiên cứu xác định thành phần vật liệu hợp lý BTN lớp tạo nhám mặt đường cấp cao tại Việt Nam*, Luận án TSKT, Trường Đại học GTVT, Hà Nội.
- [8]. *Tiêu chuẩn Static Creep Test - TxDOT-Tex-231-F của Texas Department of Transportation-Mỹ.*
- [9]. McDaniel, R. and A. Shah, *Asphalt Additives to Control Rutting and Cracking*, Publication FHWA/ IN/JTRP-2002/29, Joint Transportation Research Program, Indiana Department of Transportation and Purdue University, West Lafayette, Indiana.
- [10]. Terrel, Ronald L. and Jon A. Epps (1989), *Using Additives and Modifiers in Hot Mix Asphalt (Part A)*, National Asphalt Pavement Association, Lanham, MD, Report No. QIP 114A.

Ngày nhận bài: 26/7/2024

Ngày nhận bài sửa: 12/8/2024

Ngày chấp nhận đăng: 27/8/2024

# Phục hồi dữ liệu cảm biến trong giám sát sức khỏe kết cấu ứng dụng học mạng nơ-ron tích chập kết hợp mạng nơ-ron hồi qui

■ TS. NGUYỄN THỊ CẨM NHUNG<sup>(\*)</sup>

Trường Đại học Giao thông vận tải

■ ThS. NCS. TRẦN QUANG MINH

Trường Đại học Minho (Bồ Đào Nha)

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

**TÓM TẮT:** Bài báo trình bày một phương pháp tiếp cận mới dựa trên học sâu để phục hồi dữ liệu cảm biến trong giám sát sức khỏe kết cấu (SHM). Phương pháp được đề xuất tận dụng thế mạnh của cả mạng nơ-ron tích chập (CNN) và mạng nơ-ron hồi qui (RNN) để tái tạo chính xác dữ liệu cảm biến bị mất hoặc bị hỏng. Phương pháp được đề xuất tích hợp CNN để trích xuất đặc điểm không gian với RNN để nắm bắt các mối quan hệ thời gian, cho phép mô hình tái tạo dữ liệu cảm biến bị mất hoặc bị hỏng một cách hiệu quả. Phương pháp tiếp cận được xác thực thông qua dữ liệu giám sát công trình cầu thực tế, chứng minh độ chính xác cao trong việc khôi phục dữ liệu cảm biến ngay cả trong các điều kiện phức tạp. Kết quả cho thấy sự kết hợp CNN-RNN vượt trội hơn các phương pháp đơn lẻ khác, mang lại những cải tiến đáng kể về độ tin cậy cho các hệ thống SHM.

**TỪ KHÓA:** Phục hồi dữ liệu, giám sát sức khỏe kết cấu, học sâu.

**ABSTRACT:** This paper presents a novel hybrid deep learning-based approach for sensor data recovery in structural health monitoring (SHM). The proposed method leverages the strengths of both Convolutional Neural Networks (CNN) and Recurrent Neural Networks (RNN) to accurately reconstruct missing or corrupted sensor data. The proposed method integrates CNN for spatial feature extraction with RNN for capturing temporal relationships, enabling the model to reconstruct missing or corrupted sensor data effectively. The CNN extracts critical patterns from the data, while the RNN models time dependencies to recover the missing sequences. The approach is validated through case study real-world bridge monitoring data, demonstrating high accuracy in recovering sensor data even in complex conditions. The results indicate that the CNN-RNN combination

outperforms traditional methods, offering significant improvements in reliability for SHM applications. Future research will aim to optimize the model further and explore its use with diverse sensor data across different structures.

**KEYWORDS:** Data recovery, Structural health monitoring, Hybrid deep learning.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dữ liệu cảm biến đóng vai trò vô cùng quan trọng trong các hệ thống SHM, đặc biệt là đối với những cây cầu lớn, tòa nhà, đập thủy điện... Các cảm biến được lắp đặt trên các công trình có nhiệm vụ liên tục ghi lại và truyền thông tin về các yếu tố thiết yếu như rung động, tải trọng, chuyển vị, biến dạng, nhiệt độ và áp suất [1]. Các dữ liệu cảm biến này hỗ trợ ra quyết định chiến lược trong quản lý kết cấu theo thời gian thực, giúp nâng cao quy trình vận hành và cải thiện tính bền vững của công trình.

Tuy nhiên, một trong những thách thức mà hệ thống SHM phải đối mặt là sự phụ thuộc mạnh mẽ của chúng vào dữ liệu cảm biến liên tục và chính xác [2]. Khi các vấn đề như lỗi cảm biến, lỗi kết nối hoặc mất dữ liệu do các yếu tố bên ngoài (môi trường khắc nghiệt, nhiễu tín hiệu hoặc xung đột) xảy ra, quá trình giám sát có thể bị gián đoạn, làm giảm đáng kể độ tin cậy và hiệu quả của hệ thống. Dữ liệu bị thiếu hoặc gián đoạn, việc phân tích tình trạng thực tế của kết cấu trở nên khó khăn hơn và có thể gây ra rủi ro tiềm ẩn cho cả kết cấu và người sử dụng. Thách thức trở nên lớn hơn nữa trong các mạng cảm biến phức tạp, nơi mà sự cố của chỉ một vài cảm biến có thể ảnh hưởng rộng rãi đến hiệu suất chung của toàn bộ hệ thống [3].

Các giải pháp giải quyết vấn đề này được chia thành ba loại chính: Các phương pháp tiếp cận dựa trên mô hình, các phương pháp xác suất thống kê và các ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI). Phương pháp tiếp cận dựa trên mô hình là một trong những phương pháp sớm nhất được áp dụng. Ý tưởng của phương pháp tiếp cận này là xây dựng một mô hình số phản



ánh chính xác các đặc điểm và hành vi của cấu trúc thực tế. Từ mô hình này, dữ liệu bị thiếu có thể được tái tạo dựa trên sự tương tác giữa các bộ phận khác nhau của cấu trúc và dữ liệu cảm biến còn lại. Tuy nhiên, giải pháp này thường gặp khó khăn trong thực tế do tính phức tạp của các tham số đầu vào như tải trọng, điều kiện biên và các yếu tố bên ngoài khác. Để mô hình hoạt động chính xác, cần có một lượng lớn thông tin và giả định về các điều kiện vận hành của cấu trúc. Phương pháp xác suất thống kê đi theo một hướng khác, tập trung vào việc dự đoán và khôi phục dữ liệu dựa trên các mô hình toán học. Cụ thể, các phương pháp này sử dụng các mối quan hệ xác suất để dự đoán các giá trị bị thiếu hoặc bị hỏng trong tập dữ liệu cảm biến. Ưu điểm của phương pháp này là tính linh hoạt khi áp dụng cho nhiều loại dữ liệu khác nhau mà không cần phải xây dựng mô hình số chi tiết. Tuy nhiên, hạn chế lớn nhất là độ chính xác của phương pháp này giảm nếu thiếu quá nhiều dữ liệu hoặc nếu mối quan hệ giữa các điểm dữ liệu phức tạp và không tuân theo các mô hình xác suất đơn giản [4, 5]. Giải pháp trí tuệ nhân tạo (AI), đặc biệt là các mô hình học sâu (DL) đang ngày càng trở nên phổ biến trong việc xử lý dữ liệu bị thiếu trong SHM. Các phương pháp này tận dụng khả năng học từ các tập dữ liệu lớn, cho phép chúng hiểu và dự đoán các mối quan hệ phức tạp trong dữ liệu mà không yêu cầu các giả định chính xác như các phương pháp dựa trên mô hình hoặc thống kê. Việc tích hợp AI và ML đã dẫn đến những đột phá đáng kể, không chỉ trong việc xử lý các tập dữ liệu lớn mà còn trong việc giải quyết các vấn đề phức tạp mà trước đây rất khó giải quyết. Mạng nơ-ron sâu đã được áp dụng rộng rãi để xử lý các mẫu dữ liệu chuỗi thời gian phức tạp. Ngoài ra, các mô hình học sâu (DL) có thể tự động trích xuất các tính năng và khám phá các mối quan hệ ẩn trong dữ liệu mà không cần sự can thiệp của con người hoặc lập trình thủ công. Mặc dù AI, đặc biệt là các mô hình DL đã đạt được thành công đáng kể trong việc tái tạo dữ liệu, nhưng vẫn còn những hạn chế đáng kể. Khả năng khái quát hóa của AI bị hạn chế; khi không đưa ra được kết quả chính xác khi đối mặt với dữ liệu hoàn toàn mới hoặc trong các môi trường thực tế phức tạp khiến việc tái tạo dữ liệu đáng tin cậy và hiệu quả trở nên khó khăn hơn. Một hạn chế khác là các mô hình AI hiện đại đòi hỏi phần cứng mạnh mẽ và thời gian đào tạo dài, làm tăng chi phí và cản trở việc áp dụng trên diện rộng. Để khắc phục một số hạn chế liên quan đến các mô hình DL độc lập và tăng cường độ chính xác của quá trình khôi phục dữ liệu, nghiên cứu này đề xuất một phương pháp kết hợp tích hợp hai mô hình DL để tái tạo dữ liệu lỗi. Cụ thể, sự kết hợp của mạng nơ-ron tích chập (CNN) và mạng nơ-ron hồi quy (RNN) được sử dụng để giải quyết vấn đề này.

**2. PHƯƠNG PHÁP ĐỀ XUẤT**

**2.1. Mạng nơ-ron tích chập**

CNN [6, 7] là một loại mô hình DL được thiết kế riêng để xử lý dữ liệu có cấu trúc dạng lưới, chẳng hạn như hình ảnh hoặc dữ liệu chuỗi thời gian. CNN hoạt động dựa trên nguyên tắc tích chập, nghĩa là nó áp dụng các bộ lọc cho dữ liệu đầu vào để tự động trích xuất các tính năng quan trọng mà không cần sự can thiệp của con người. CNN bao gồm một số lớp khác nhau, chẳng hạn như lớp tích chập,

lớp gộp và lớp được kết nối đầy đủ. Lớp tích chập chịu trách nhiệm phát hiện các tính năng cục bộ từ dữ liệu, như cạnh, góc hoặc các hình dạng phức tạp hơn, thông qua việc sử dụng các bộ lọc nhỏ. Sau đó, các lớp gộp giúp giảm kích thước dữ liệu và số lượng tham số, cho phép mạng học hiệu quả hơn và giảm thiểu tình trạng quá khớp. Các lớp được kết nối đầy đủ ở cuối mạng thường được sử dụng để đưa ra dự đoán dựa trên các tính năng được trích xuất.

Công thức cơ bản của phép tích chập trong CNN có thể được biểu diễn như sau:

$$Y(i, j) = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N X(i+m, j+n) \cdot W(m, n) + b \tag{1}$$

Trong đó:  $Y(i, j)$  - Đầu ra của phép tích chập tại vị trí  $(i, j)$ ;  $X(i+m, j+n)$  - Giá trị đầu vào tại vị trí  $(i+m, j+n)$ ;  $W(m, n)$  - Trọng số của bộ lọc tại vị trí  $(m, n)$ ;  $b$  - Hằng tử độ lệch, được thêm vào kết quả sau tích vô hướng;  $M, N$  - Các chiều của bộ lọc. Công thức này về cơ bản tính toán tổng có trọng số của vùng đầu vào được bộ lọc bao phủ và độ lệch, tạo thành cơ sở cho việc trích xuất đặc điểm trong CNN.

**2.2. Mạng nơ-ron hồi quy (RNN)**

RNN [8] là một mô hình học sâu chuyên biệt được thiết kế để xử lý dữ liệu tuần tự, chẳng hạn như chuỗi thời gian, văn bản hoặc âm thanh. Không giống như các mô hình mạng nơ-ron truyền thống, RNN có khả năng lưu giữ thông tin từ các bước thời gian trước đó do cơ chế vòng phản hồi trong mạng. Điều này cho phép RNN ghi nhớ và học hỏi từ các phụ thuộc thời gian, cho phép mạng dự đoán các giá trị trong tương lai dựa trên thông tin đã xử lý trước đó.

Trong mạng nơ-ron hồi quy truyền thống (RNN), các công thức chính mô tả cách thông tin được tính toán và truyền từ bước thời gian này sang bước thời gian tiếp theo. Dưới đây là các công thức cơ bản của RNN truyền thống:

$$h_t = \phi(W_{xh}x_t + W_{hh}h_{t-1} + b_h) \tag{2}$$

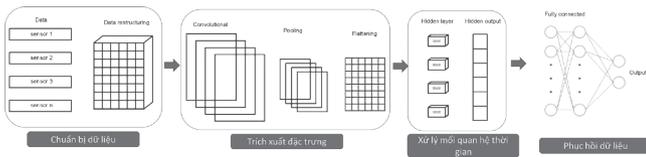
$$y_t = \sigma(W_{yh}h_t + b_y) \tag{3}$$

$$\frac{\partial L}{\partial W} = \sum_{t=1}^T \frac{\partial L}{\partial y_t} \frac{\partial y_t}{\partial h_t} \frac{\partial h_t}{\partial W} \tag{4}$$

Trong đó:  $h_t$  - Trạng thái ẩn tại bước thời gian  $t$ ;  $x_t$  - Đầu vào tại bước thời gian  $t$ ;  $W_{xh}$  và  $W_{hh}$  - Ma trận trọng số giữa đầu vào và trạng thái ẩn và ma trận trọng số giữa trạng thái ẩn trước đó và trạng thái ẩn hiện tại;  $b_h$  - Vector độ lệch;  $\phi$  - Hàm kích hoạt (thường là hàm tanh hoặc ReLU).

**2.3. Kết hợp CNN-RNN để phục hồi dữ liệu**

Sự kết hợp giữa CNN và RNN tạo ra một công cụ mạnh mẽ hơn để phục hồi dữ liệu cảm biến, mang lại những lợi thế đáng kể so với việc sử dụng từng mô hình riêng lẻ. Đầu tiên, CNN được sử dụng để trích xuất các đặc điểm không gian chính từ dữ liệu cảm biến, chẳng hạn như các mẫu hoặc cấu trúc ẩn trong ma trận dữ liệu, nhờ khả năng phát hiện và phân tích các đặc điểm cục bộ thông qua các lớp tích chập. Sau khi dữ liệu được tinh chỉnh thông qua các lớp CNN, bước tiếp theo là chuyển dữ liệu đến các lớp RNN, nơi các mối quan hệ thời gian trong các đặc điểm được trích xuất được xử lý. Với khả năng ghi nhớ và học hỏi từ dữ liệu tuần tự, RNN đóng vai trò quan trọng trong việc xác định các mẫu và xu hướng theo thời gian. Hình 2.1 cho thấy quá trình phục hồi dữ liệu.



Hình 2.1: Các bước thực hiện phục hồi dữ liệu

### 3. ỨNG DỤNG CNN-RNN TRONG PHỤC HỒI DỮ LIỆU CẢM BIẾN

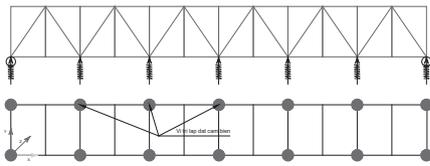
#### 3.1. Giới thiệu về công trình

Cầu Thăng Long (Hình 3.1) là một trong những cây cầu giàn thép lớn nhất và nổi bật nhất tại Thủ đô Hà Nội kết nối nội thành Hà Nội với các tỉnh phía Bắc như Bắc Ninh và Thái Nguyên, cũng như các cửa ngõ quốc tế quan trọng như sân bay Nội Bài và các cửa khẩu biên giới.



Hình 3.1: Cầu Thăng Long

Được thiết kế theo Tiêu chuẩn 22TCN18-79, cầu cho phép tàu T24 và xe H30-XB80 đi qua. Sau nhiều năm đưa vào sử dụng, cầu đã được kiểm tra và đánh giá an toàn theo các tiêu chuẩn mới. Trong nghiên cứu này, một cuộc thu thập dữ liệu rung động đã được tiến hành trên cầu Thăng Long cho mục đích nghiên cứu. Theo đó, một lưới đo đã được thiết lập và triển khai. Nhiệm vụ thu thập dữ liệu đã được thực hiện trên một nhịp của cầu Thăng Long. Các vị trí lắp đặt cảm biến đã được chỉ định tại các mối nối giàn. Thiết kế của các điểm đo được thể hiện trong Hình 3.2.



Hình 3.2: Thiết kế lưới đo cầu Thăng Long

Hình 3.3 trình bày trạm thu thập dữ liệu tại địa điểm và vị trí lắp đặt cảm biến. Tại hiện trường, thiết bị được lắp đặt an toàn tại các vị trí được chỉ định và tiến hành chạy thử để kiểm tra tính ổn định của hệ thống. Khi tín hiệu từ các cảm biến được xác nhận là ổn định, hệ thống lưu trữ dữ liệu được kích hoạt và quá trình thu thập dữ liệu chính thức bắt đầu. Sau khi hoàn tất việc thu thập dữ liệu, tất cả dữ liệu sẽ trải qua quá trình xử lý trước để đảm bảo chất lượng cao nhất trước khi chuyển sang phân tích chuyên sâu. Quá trình này bao gồm việc đánh giá mối tương quan giữa các cảm biến để xác nhận rằng tất cả dữ liệu thu thập được đều hợp lệ và phù hợp với các điều kiện thực tế. Nếu phát hiện bất kỳ sự khác biệt hoặc vấn đề nào về dữ liệu sẽ thực hiện các điều chỉnh cần thiết và thực hiện một vòng thu thập dữ liệu khác để đảm bảo kết quả cuối cùng đáp ứng các tiêu chuẩn kỹ thuật và yêu cầu của nghiên cứu.

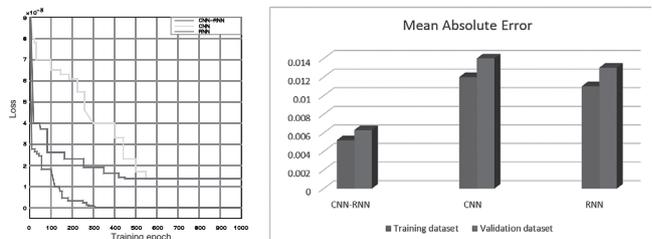


Hình 3.3: Thu thập dữ liệu tại cầu Thăng Long

#### 3.2. Phục hồi dữ liệu

Một trong các cảm biến sẽ được cho là bị trục trặc và dữ liệu của nó sẽ được thay thế bằng giá trị 0, biểu thị sự mất mát hoặc lỗi trong quá trình thu thập dữ liệu. Dữ liệu từ các cảm biến còn lại đang hoạt động bình thường sẽ được sử dụng làm đầu vào cho mạng CNN-RNN. Các cảm biến này cung cấp các đặc trưng quan trọng và mối tương quan với nhau trong kết cấu. Sau đó, tất cả dữ liệu từ các cảm biến đang hoạt động sẽ được đưa vào mạng CNN-RNN đã thiết kế. Theo cách này, mạng có thể dự đoán và tái tạo dữ liệu bị thiếu từ cảm biến bị hỏng

Sau khi dữ liệu được tái cấu trúc, nó sẽ được đưa vào mạng được đề xuất để đào tạo. Dữ liệu sẽ được chia theo tỷ lệ 80/20, với 80% được sử dụng để đào tạo mô hình và 20% còn lại để kiểm tra hiệu suất của nó. Các tham số mạng được lựa chọn và tinh chỉnh dựa trên kinh nghiệm và các thông lệ tốt nhất trong lĩnh vực này. Trong nghiên cứu này, kiến trúc mạng nơ-ron bao gồm 3 lớp CNN và 2 lớp RNN, được thiết kế riêng cho nhiệm vụ tái tạo dữ liệu. Mỗi lớp CNN sẽ có 512 bộ lọc, với kích thước hạt nhân là 5 và hàm kích hoạt được sử dụng là ReLU. Sau mỗi lớp CNN, một lớp Max-Pooling được thêm vào để giảm kích thước và độ phức tạp của dữ liệu cũng như thêm các tính năng quan trọng khác. Sau khi đi qua các lớp CNN và Max-Pooling, dữ liệu sẽ được làm phẳng và chuyển đến các lớp RNN. Mỗi lớp RNN sẽ có 256 đơn vị (nơ-ron) và sử dụng hàm kích hoạt ReLU để xử lý dữ liệu trình tự. Cuối cùng, đầu ra từ các lớp RNN sẽ được truyền vào một lớp Dense để tạo ra đầu ra cuối cùng của mô hình, đầu ra này sẽ được sử dụng để dự đoán hoặc tái tạo dữ liệu cảm biến khi cần thiết. Tất cả dữ liệu sẽ được đào tạo trong tối đa 1.000 epochs. Kết quả đào tạo mạng CNN-RNN và một số mạng khác có cùng tham số được thể hiện trong Hình 3.4.

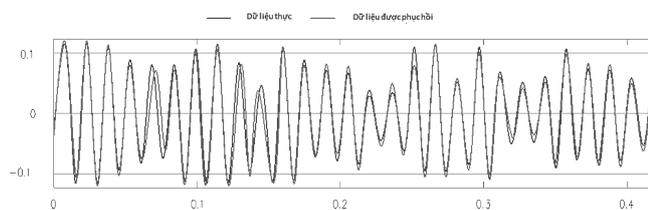


Hình 3.4: Kết quả đào tạo CNN-RNN

Hình 3.4a cho thấy sự thay đổi giá trị mất mát theo số kỹ nguyên đào tạo cho ba mô hình: CNN-RNN (đường thấp nhất), CNN (đường ở giữa) và RNN (đường trên cùng). Đầu tiên, giá trị mất mát cho cả ba mô hình giảm dần theo thời gian, cho thấy các mô hình đang học và cải thiện hiệu

suất của chúng. Tuy nhiên, mô hình CNN-RNN (đường dưới cùng) cho thấy sự giảm nhanh nhất, đặc biệt là trong các kỳ nguyên đầu, chứng tỏ rằng nó học hiệu quả hơn so với các mô hình khác. CNN-RNN nhanh chóng đạt được giá trị mất mát thấp nhất, làm nổi bật lợi thế của việc kết hợp kiến trúc CNN và RNN. Mô hình CNN (đường ở giữa) cho thấy sự giảm mất mát chậm hơn và không đạt được mức mất mát thấp như CNN-RNN. Điều này cho thấy rằng, trong khi CNN tốt trong việc trích xuất tính năng thì nó kém hiệu quả hơn RNN khi xử lý dữ liệu tuần tự hoặc các mối quan hệ phụ thuộc vào thời gian. Cuối cùng, mô hình RNN (đường trên cùng) giảm mất mát chậm hơn hai mô hình kia, nhưng sau một thời gian đào tạo dài, nó cũng đạt được giá trị mất mát tương đối thấp. Tuy nhiên, so với CNN-RNN, RNN mất nhiều thời gian hơn để hội tụ.

Hình 3.4b cho thấy giá trị sai số tuyệt đối trung bình (MAE) của 3 mô hình: CNN-RNN, CNN và RNN trên cả tập dữ liệu đào tạo và tập dữ liệu xác thực. Từ biểu đồ, có thể thấy rõ rằng mô hình CNN-RNN có MAE thấp nhất trên cả hai tập dữ liệu, cho thấy khả năng tái tạo dữ liệu chính xác nhất so với các mô hình khác. Nhìn chung, mô hình CNN-RNN cho thấy hiệu suất tốt nhất trong việc tái tạo dữ liệu, trong khi các mô hình CNN và RNN riêng lẻ hoạt động kém hiệu quả hơn. Hình 3.5 cho thấy một phân đoạn dữ liệu phục hồi.



Hình 3.5: Một đoạn dữ liệu được phục hồi

Kết quả phân tích dao động giữa dữ liệu thực và dữ liệu phục hồi cho thấy mức độ tương đồng tương đối cao, mặc dù có một số sai khác nhỏ. Ở chế độ đầu tiên, tần suất của dữ liệu được tái tạo là 1,09 Hz so với 1,05 Hz của dữ liệu thực, với sai số là 3,81% và giá trị MAC là 0,966, cho thấy mức độ tương đồng đáng kể giữa hai tập dữ liệu. Đối với chế độ thứ hai, sai số tăng lên 5,848% (tần suất thực là 1,71 Hz và tái tạo là 1,61 Hz), với giá trị MAC là 0,957, vẫn cho thấy mối tương quan tương đối tốt. Tuy nhiên, ở chế độ thứ ba, sai số tăng lên 7,353% và giá trị MAC giảm xuống 0,950, cho thấy độ chính xác của quá trình tái tạo giảm. Ở chế độ thứ tư, sai số là 5,705% và giá trị MAC là 0,936, vẫn cho thấy mức độ tương đồng có thể chấp nhận được. Nhìn chung, mặc dù có một số khác biệt về tần suất, các giá trị MAC ở mọi chế độ đều trên 0,9, cho thấy mô hình tái tạo dữ liệu có khả năng tái tạo chính xác các đặc điểm chính của dữ liệu thực.

#### 4. KẾT LUẬN

Mô hình đã chứng minh khả năng tái tạo dữ liệu chính xác ngay cả khi dữ liệu bị thiếu hoặc bị lỗi. Phương pháp này đã cho thấy tiềm năng to lớn trong việc cải thiện độ chính xác của dữ liệu đã phục hồi, giảm lỗi và cung cấp các phân tích chính xác hơn về tình trạng của kết cấu được giám sát. Mô hình CNN-RNN kết hợp tận dụng hiệu quả các

ưu điểm của cả hai mạng học sâu. Bằng cách tích hợp hai mô hình này, phương pháp đề xuất nâng cao độ chính xác và độ mạnh mẽ tổng thể của việc phục hồi dữ liệu, khiến nó phù hợp hơn với các tác vụ SHM phức tạp, đòi hỏi cả phân tích dữ liệu không gian và thời gian; dữ liệu cảm biến rung động có thể được xây dựng lại bằng mạng CNN-RNN. Kết quả nghiên cứu chứng minh rằng sự kết hợp giữa CNN và RNN có tiềm năng lớn trong các ứng dụng SHM, đặc biệt là trong việc đảm bảo tính toàn vẹn và độ chính xác của dữ liệu, do đó hỗ trợ bảo trì và quản lý cấu trúc hiệu quả hơn.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học GTVT (UTC) trong Đề tài mã số T2024-CT-KDN-003.

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. A. Rahim, S., Manson, G., & Aziz, M. A. (2021), *Data Clustering based on Gaussian Mixture Model and Expectation - Maximization Algorithm for Data-driven Structural Health Monitoring System*, International Journal of Integrated Engineering, doi: <https://doi.org/10.30880/ijie.2021.13.07.020>.
- [2]. Preethichandra DMG, Suntharavadivel TG, Kalutara P, Piyathilaka L, Izhar U. (2023), *Influence of Smart Sensors on Structural Health Monitoring Systems and Future Asset Management Practices*, Sensors, doi: <https://doi.org/10.3390/s23198279>.
- [3]. Sun et al. (2023), *Missing Structural Health Monitoring Data Recovery Based on Bayesian Matrix Factorization*, Sustainability, doi: <https://doi.org/10.3390/su15042951>.
- [4]. Lei X, Sun L, Xia Y. (2021), *Lost data reconstruction for structural health monitoring using deep convolutional generative adversarial networks*, Structural Health Monitoring, doi: 10.1177/1475921720959226.
- [5]. Zhang et al. (2024), *Missing measurement data recovery methods in structural health monitoring: The state, challenges and case study*, Measurement, doi: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2024.114528>.
- [6]. Yamashita, R., Nishio, M., Do, R.K.G. et al. (2018), *Convolutional neural networks: an overview and application in radiology*, Insights Imaging, doi: <https://doi.org/10.1007/s13244-018-0639-9>.
- [7]. Olga Mierzwa-Sulima, *Convolutional Neural Networks: An Introduction*, doi: <https://www.appsiilon.com/post/convolutional-neural-networks>.
- [8]. An Introduction to Recurrent Neural Networks and the Math That Powers Them and Mehreen Saeed (2023), *An Introduction to Recurrent Neural Networks and the Math That Powers Them*, doi: <https://machinelearningmastery.com/an-introduction-to-recurrent-neural-networks-and-the-math-that-powers-them/>.

Ngày nhận bài: 12/8/2024

Ngày nhận bài sửa: 22/8/2024

Ngày chấp nhận đăng: 06/9/2024

# Nghiên cứu đánh giá hiệu quả tiết kiệm năng lượng và giảm phát thải khí nhà kính của quá trình sản xuất hỗn hợp carboncor asphalt

■ TS. NGUYỄN NGỌC LÂN<sup>(\*)</sup>; ThS. MAI ĐÌNH LỘC

*Trường Đại học Giao thông vận tải*

■ TS. LƯU THỊ YẾN

*Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải*

■ TS. NGUYỄN VĂN TƯỜNG

*Công ty Cổ phần Carbon Việt Nam*

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

**TÓM TẮT:** Bài báo trình bày kết quả tính toán năng lượng tiêu thụ và phát thải khí nhà kính (KNK) ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  và  $\text{CH}_4$ ) trong quá trình sản xuất hỗn hợp bê tông carboncor asphalt (CA) và so sánh với hỗn hợp bê tông asphalt nóng. Kết quả tính toán cho thấy, năng lượng tiêu thụ để sản xuất 1 tấn bê tông CA là 52,4 MJ và phát thải 6,6  $\text{kgCO}_2$ /tấn, trong khi 1 tấn bê tông nhựa nóng (BTNN) tiêu thụ 323,9 MJ và phát thải 26,3  $\text{kgCO}_2$ /tấn. Như vậy, công nghệ sản xuất vật liệu CA sử dụng chất kết dính nhũ tương nhựa đường mang lại hiệu quả môi trường rõ rệt trong việc cắt giảm đến 83,8% năng lượng tiêu thụ và 74,8% lượng phát thải KNK so với hỗn hợp bê tông asphalt nóng.

**TỪ KHÓA:** Carboncor asphalt, bê tông trải nguội, năng lượng tiêu thụ, khí nhà kính.

**ABSTRACT:** This paper presents the results of calculating energy consumption and greenhouse gas emissions ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  and  $\text{CH}_4$ ) in the production process of carboncor asphalt concrete mixture and comparing with these values of hot asphalt mixture. The calculation results show that the energy consumption to produce 1 ton of Carboncor Asphalt concrete is 52,4 MJ and emits 6,6  $\text{kgCO}_2$ -eq, while 1 ton of hot asphalt mixture consumes 323,9 MJ and emits 26,3  $\text{kgCO}_2$ -eq. Thus, the technology of producing carboncor asphalt material using asphalt emulsion binder brings about clear environmental efficiency in cutting up to 83.8% of energy consumption and 74.8% of GHG emissions compared to hot asphalt concrete mixture.

**KEYWORDS:** Carboncor asphalt, cold mix asphalt, energy consumption, green house gases.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngành xây dựng cơ sở hạ tầng đường bộ nói riêng và ngành Xây dựng nói chung đã và đang chứng kiến sự thay đổi lớn nhằm tìm kiếm các giải pháp công nghệ tiên tiến hơn để tối ưu hóa tiêu thụ năng lượng và nguyên vật liệu. Những nỗ lực này đồng thời hướng tới việc giảm phát thải các KNK, góp phần thực hiện cam kết “đạt mức phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050” của Việt Nam tại Hội nghị các Bên tham gia Công ước khung của Liên hợp quốc lần thứ 26 (COP26) và tiếp tục được khẳng định tại Hội nghị COP28 [1].

Trong lĩnh vực sản xuất vật liệu xây dựng, bê tông asphalt nóng/BTNN là sản phẩm tiêu thụ năng lượng lớn do cốt liệu và chất kết dính nhựa đường phải được làm nóng ở nhiệt độ cao (vào khoảng 150 - 180°C), do vậy đã phát thải lượng lớn các KNK [2, 3]. Các công nghệ mới trong sản xuất hỗn hợp bê tông asphalt đã được nghiên cứu phát triển không chỉ nhằm mục đích cải thiện hiệu quả về kinh tế và kỹ thuật, mà còn nhằm cắt giảm lượng phát thải KNK cũng như các lợi ích khác về môi trường như tiết kiệm nguồn tài nguyên tự nhiên không tái tạo (cốt liệu và nhựa đường), giảm nhu cầu sử dụng năng lượng và cải thiện điều kiện làm việc của người lao động. Về nguyên tắc, việc giảm thiểu các tác động đến môi trường trong quá trình sản xuất hỗn hợp bê tông asphalt có thể đạt được bằng một số giải pháp [3] như giảm nhiệt độ trong quá trình sản xuất và thi công hỗn hợp hay sử dụng vật liệu tái chế.

Kết quả nghiên cứu của hầu hết các báo cáo đánh giá hiệu quả môi trường của công nghệ bê tông asphalt ấm cho thấy, mức giảm tiêu thụ năng lượng từ 25 - 35%, giảm hàm lượng KNK từ 25 - 40% so với BTNN truyền thống [3-5]. Công nghệ bê tông asphalt ấm là một ví dụ điển hình về ngành công nghiệp asphalt đã tìm ra các giải pháp kỹ thuật để giảm thiểu tác động đến môi trường, tuy nhiên cần có những giải pháp công nghệ tối ưu hơn. Công nghệ bê tông asphalt nguội là giải pháp công nghệ trong đó hỗn hợp bê

tông được sản xuất và thi công ở nhiệt độ môi trường, vì vậy cho phép cắt giảm tối đa tiêu thụ năng lượng và phát thải KNK. Công nghệ bê tông asphalt nguội đã được thế giới đánh giá là một trong những giải pháp mặt đường bền vững trong phát triển kết cấu hạ tầng đường bộ, mang lại các lợi ích về kinh tế, môi trường [6-7].

CA - một loại bê tông nhựa được sản xuất và thi công ở điều kiện nhiệt độ thường, đây là giải pháp công nghệ xây dựng xanh, thân thiện với môi trường, giảm phát thải KNK. Mặc dù công nghệ CA có những lợi ích về mặt môi trường so với công nghệ BTNN, tuy nhiên ở Việt Nam cho đến nay vẫn chưa có nghiên cứu đánh giá định lượng hiệu quả môi trường đạt được của công nghệ này. Vì vậy, nghiên cứu tính toán và lượng hóa được mức tiêu thụ năng lượng và phát thải KNK cần được thực hiện làm cơ sở để so sánh và đánh giá hiệu quả môi trường của công nghệ này so với công nghệ bê tông nóng truyền thống, hướng tới sự minh bạch hóa về các tác động môi trường cũng như đáp ứng tốt hơn các quy định về bảo vệ môi trường đối với vật liệu xây dựng.

**2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

**2.1. Nội dung nghiên cứu**

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu tính toán tổng năng lượng tiêu thụ và phát thải KNK (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O và CH<sub>4</sub>) trong quá trình sản xuất hỗn hợp bê tông CA và so sánh với hỗn hợp BTNN. Dữ liệu sử dụng cho tính toán năng lượng tiêu thụ và phát thải KNK được lấy trong thời gian 1 năm (từ tháng 1 đến tháng 12/2023).

**2.2. Phương pháp nghiên cứu**

**2.2.1. Phương pháp thu thập và tính toán lượng năng lượng tiêu thụ**

Tổng năng lượng tiêu thụ trong quá trình sản xuất hỗn hợp bê tông asphalt, được tính theo công thức:

$$E = \sum_{j=1} AD_j * Q_j$$

Trong đó:

- AD<sub>j</sub> - Lượng năng lượng j tiêu thụ cho một hoạt động trong quy trình sản xuất bê tông (lít dầu diesel/tấn bê tông, lít dầu FO/tấn bê tông, kWh/tấn bê tông, kg củi/tấn bê tông...);

- Q<sub>j</sub> - Hệ số chuyển đổi đơn vị của loại năng lượng j (MJ/lít dầu diesel, MJ/lít dầu FO, MJ/kWh điện, MJ/kg củi...).

Hệ số chuyển đổi đơn vị năng lượng Q<sub>j</sub> được tính toán dựa trên hệ số quy đổi các dạng năng lượng (điện, dầu diesel, dầu nhiên liệu, củi...) sang tấn dầu tương đương (TOE) [8] với giá trị chuyển đổi của 1TOE = 41,870 MJ bởi IPCC [9]. Các hệ số chuyển đổi đơn vị năng lượng sang MJ được thể hiện trong **Bảng 2.1**.

**Bảng 2.1. Các hệ số chuyển đổi đơn vị năng lượng**

Năng lượng	Củi	Dầu diesel (Dầu DO)	Dầu nhiên liệu (dầu FO)	Điện
Đơn vị	kg	Lít	Lít	kWh
Hệ số chuyển đổi đơn vị năng lượng, MJ	15,6	36,8	39,3	3,6

**2.2.2. Phương pháp tính toán lượng phát thải KNK**

Tính toán phát thải các KNK từ các nguồn phát thải trực tiếp được thực hiện theo Hướng dẫn của Ủy ban Liên Chính phủ về Biến đổi khí hậu (IPCC 2006) [9] và Thông tư 38/2023/TT-BCT [10] theo công thức:

$$KNK_k = \sum_{j=1} AD_j * Q_j * EF_{j,k}$$

Trong đó: EF<sub>jk</sub> - Hệ số phát thải của KNK k do sử dụng năng lượng j (g/MJ);

Hệ số phát thải KNK của tiêu thụ nhiên liệu được lấy theo giá trị mặc định [11] (**Bảng 2.2**).

**Bảng 2.2. Hệ số phát thải KNK**

KNK	Hệ số phát thải KNK			
	Dầu FO, g/MJ	Dầu DO đốt tại chỗ, g/MJ	Dầu DO đốt di động cho đường bộ, g/MJ	Củi, kg/kg
CO <sub>2</sub>	77,4	74,1	74,1	1,62
CH <sub>4</sub>	0,003	0,003	0,0039	0,000486
N <sub>2</sub> O	0,0006	0,0006	0,0039	0,0000648

Phát thải KNK gián tiếp từ quá trình sử dụng điện năng được tính theo công thức:

$$KNK = AD_{điện} * EF_{lưới điện} \tag{3}$$

Trong đó:

- AD<sub>điện</sub> - Lượng điện sử dụng trong quá trình vận hành các máy móc thiết bị (kWh);

- EF<sub>lưới điện</sub> - Hệ số phát thải của lưới điện Việt Nam do Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố năm 2022 là 0,6766 kg CO<sub>2</sub>/kWh [12].

Tổng lượng phát thải CO<sub>2</sub>td trong quá trình sản xuất các hỗn hợp bê tông asphalt được tính theo công thức [11]:

$$CO_{2td} = \sum_{k=1}^3 KNK_k * GWP_k$$

Trong đó: GWP<sub>k</sub> - Hệ số tiềm năng nóng lên toàn cầu của KNK k.

Hệ số GWP<sub>k</sub> của KNK k được lấy theo Báo cáo đánh giá lần thứ 6 (AR6) của Ủy ban Liên Chính phủ về Biến đổi Khí hậu và được thể hiện trong **Bảng 2.3** [13].

**Bảng 2.3. Hệ số GWP của KNK**

Khí	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Hệ số GWP	1	27,9	273

**3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VÀ PHÂN TÍCH**

**3.1. Kết quả tính toán năng lượng tiêu thụ trong quá trình sản xuất hỗn hợp bê tông**

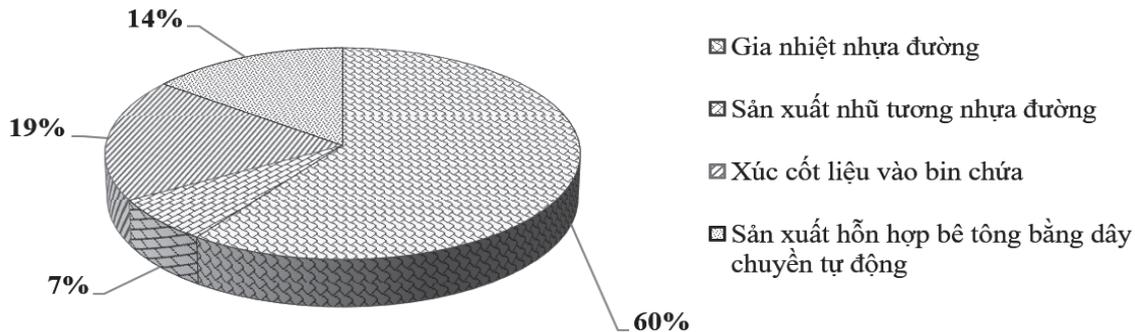
Từ số liệu thu thập, điều tra về các thiết bị phụ trợ không trực tiếp phục vụ cho sản xuất nhũ tương, bê tông CA, tổng sản lượng điện hàng tháng theo hóa đơn ở nhà máy sản xuất CA, sản lượng nhũ tương và CA của các tháng trong năm 2023, nhóm nghiên cứu đã tính toán lượng điện cho dây chuyền sản xuất CA. Kết quả tính toán tiêu thụ năng lượng trong quá trình sản xuất hỗn hợp bê tông asphalt CA và BTNN được thể hiện trong **Bảng 3.1**.

**Bảng 3.1. Kết quả tính toán tiêu thụ năng lượng trong quá trình sản xuất hỗn hợp bê tông asphalt**

Loại bê tông	Công đoạn	Loại năng lượng tiêu thụ	Mức tiêu thụ năng lượng		Năng lượng tiêu thụ, MJ/tấn bê tông	Tổng năng lượng tiêu thụ, MJ/tấn bê tông
			Giá trị	Đơn vị		
CA	Gia nhiệt nhựa đường	Củi	2,01	kg/tấn bê tông	31,32	52,39
	Sản xuất nhũ tương nhựa đường	Điện	0,99	kWh/tấn bê tông	3,57	
	Xúc cốt liệu vào bin chứa	Dầu DO	0,27	L/tấn bê tông	9,94	
	Sản xuất hỗn hợp bê tông bằng dây chuyền tự động	Điện	2,10	kWh/tấn bê tông	7,56	
BTNN	Gia nhiệt bitum	Dầu DO	1,45	kg/tấn bê tông	53,36	323,87
	Xúc cốt liệu vào phễu nhập liệu	Dầu DO	0,30	L/tấn bê tông	11,04	
	Tải cốt liệu lên tang sấy	Điện	0,20	L/tấn bê tông	0,72	
	Sấy cốt liệu mới	Dầu FO	6,30	kg/tấn bê tông	247,59	
	Trộn hỗn hợp cốt liệu+bitum	Điện	3,10	kWh/tấn bê tông	11,16	

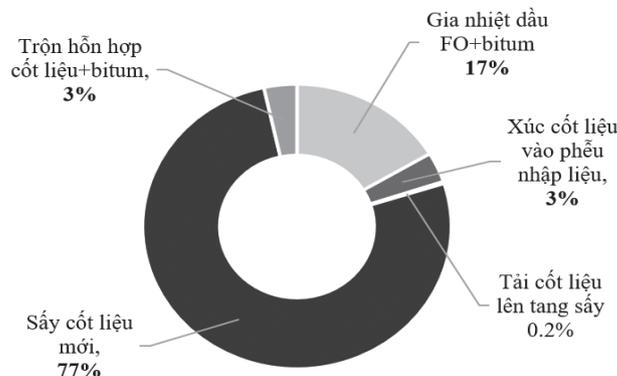
Kết quả tính toán cho thấy có sự khác biệt rõ rệt về mức tiêu thụ năng lượng trong quá trình sản xuất hỗn hợp CA so với hỗn hợp BTNN. Cụ thể, năng lượng tiêu thụ để sản xuất 1 tấn bê tông CA là 52,4 MJ, trong khi 1 tấn BTNN tiêu thụ 323,9 MJ, cao gấp 6,2 lần so với bê tông CA.

Phân tích tỷ trọng các hoạt động tiêu thụ năng lượng trong quá trình sản xuất hỗn hợp CA cho thấy việc đốt củi để gia nhiệt và duy trì trạng thái lỏng cho nhựa đường là công đoạn tiêu tốn nhiều năng lượng nhất, với tỷ lệ chiếm 60% tổng năng lượng tiêu thụ của giai đoạn (Hình 3.1).



**Hình 3.1: Tỷ trọng tiêu thụ năng lượng giữa các công đoạn trong quá trình sản xuất hỗn hợp CA**

Theo kết quả tính toán, mỗi công đoạn trong quy trình sản xuất BTNN có nhu cầu sử dụng năng lượng khác nhau, trong đó, việc cấp nhiệt để sấy nóng cốt liệu mới là nguồn tiêu thụ năng lượng chủ yếu, chiếm đến 77%, sau đó là gia nhiệt bitum chiếm 17% tổng mức tiêu thụ năng lượng (Hình 3.2). Kết quả tính toán này phù hợp với các nghiên cứu [14 - 15] đã công bố. Điều đó cho thấy rằng, các công nghệ để giảm nhiên liệu sấy cốt liệu và gia nhiệt bitum là giải pháp cắt giảm tiêu thụ năng lượng hiệu quả hơn cả so với các giải pháp khác. Các giải pháp thực tế có thể áp dụng để giảm nhiên liệu sấy cốt liệu hiệu quả là làm các mái che giảm độ ẩm của cốt liệu, áp dụng các công nghệ bê tông asphalt ẩm.



**Hình 3.2: Tỷ trọng tiêu thụ năng lượng giữa các công đoạn trong quá trình sản xuất hỗn hợp BTNN**

Mặc dù phát sinh thêm công đoạn chế tạo chất kết dính nhũ tương nhựa đường nhưng công nghệ bê tông CA vẫn cho phép cắt giảm 83,8% nhu cầu tiêu thụ năng lượng trong giai đoạn sản xuất so với công nghệ bê tông asphalt nóng truyền thống. Nguyên nhân chính là do công nghệ CA không yêu cầu gia nhiệt cốt liệu, không yêu cầu phối trộn hỗn hợp cốt liệu và nhũ tương nhựa đường ở nhiệt độ cao, vì vậy cho phép giảm tối đa nhu cầu tiêu thụ năng lượng. Kết quả nghiên cứu của Roger Lundberg và cộng sự cho thấy, tiêu thụ năng lượng để sản xuất hỗn hợp bê tông asphalt nguội (Cold mix asphalt) và bê tông asphalt nóng ở khu vực Björkdal thuộc thị trấn Skellefteå - Thụy Điển tương ứng là 37,4 kWh/tấn và 132,3 kWh/tấn [16]. Công nghệ bê tông asphalt nguội cho phép giảm 71,7% tiêu thụ năng lượng so với công nghệ bê tông asphalt nóng truyền thống. Kết quả tương tự cũng cho thấy công nghệ bê tông asphalt nguội được sản xuất ở nhiệt độ phòng, giúp giảm đáng kể (60%) mức tiêu thụ năng lượng [17].

**3.2. Kết quả tính toán phát thải KNK trong giai đoạn sản xuất hỗn hợp bê tông asphalt**

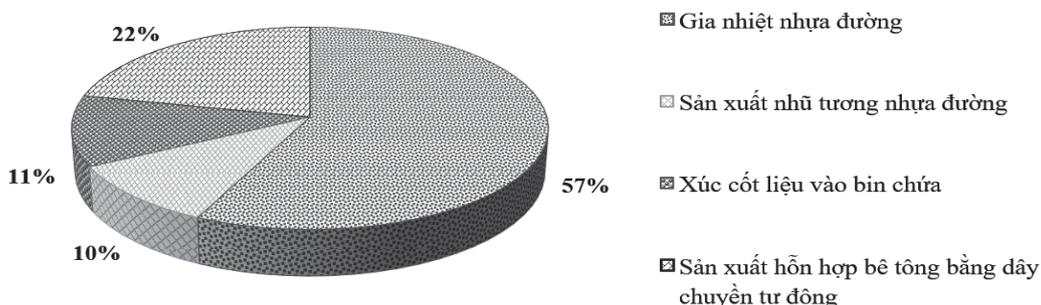
Kết quả tính toán phát thải KNK trong giai đoạn sản xuất các hỗn hợp bê tông asphalt tại nhà máy và trạm trộn thể hiện trong Bảng 3.2.

*Bảng 3.2. Kết quả tính toán phát thải KNK trong giai đoạn sản xuất hỗn hợp bê tông asphalt tại nhà máy và trạm trộn*

Loại bê tông	Công đoạn	Tải lượng các chất ô nhiễm, kg/tấn bê tông				Tổng CO <sub>2</sub> đ, kg/tấn bê tông
		CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub> đ	
CA	Gia nhiệt nhựa đường	3,51	9,40E-04	1,25E-04	3,77	6,61
	Sản xuất nhũ tương nhựa đường	0,67	-	-	0,67	
	Xúc cốt liệu vào bin chứa	0,74	3,88E-05	3,88E-05	0,75	
	Sản xuất hỗn hợp bê tông bằng dây chuyền tự động	1,42	-	-	1,42	
BTNN	Gia nhiệt bitum	3,95	3,20E-05	1,60E-04	3,97	26,26
	Xúc cốt liệu vào phễu nhập liệu	0,82	4,31E-05	4,31E-05	0,83	
	Tải cốt liệu lên tang sấy	0,14	-	-	0,14	
	Sấy cốt liệu mới	19,16	1,49E-04	7,43E-04	19,22	
	Trộn hỗn hợp cốt liệu+bitum	2,10	-	-	2,10	

Theo kết quả tính toán, quá trình sản xuất 1 tấn bê tông CA phát thải 6,61 kgCO<sub>2</sub>đ/tấn bê tông, trong khi sản xuất 1 tấn bê tông BTNN phát thải vào khí quyển 26,26 kg KNK. Như vậy, công nghệ sản xuất vật liệu CA sử dụng chất kết dính nhũ tương nhựa đường không yêu cầu gia nhiệt cốt liệu, bitum trong quá trình phối trộn, không yêu cầu thi công ở nhiệt độ cao như các công nghệ bê tông asphalt nóng truyền thống đã mang lại hiệu quả môi trường rõ rệt trong việc cắt giảm đến 74,8% lượng phát thải KNK trong quá trình sản xuất tại nhà máy.

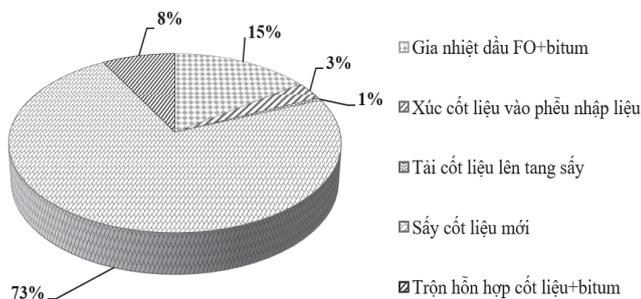
Lượng phát thải KNK ở mỗi công đoạn trong quy trình sản xuất CA là khác nhau, trong đó, công đoạn gia nhiệt nhựa đường để chế tạo chất kết dính nhũ tương nhựa đường là nguồn phát thải chủ yếu, chiếm đến 57% tổng lượng phát thải (Hình 3.3). Ở nhà máy sản xuất CA, nhựa đường được gia nhiệt bằng lò đốt củi, là nguồn phát sinh KNK trực tiếp. Mặc dù tận dụng các pallet hư hỏng làm củi đốt giúp tiết kiệm chi phí sản xuất cho nhà máy, tuy nhiên vì nhiệt trị của củi không cao (bằng 0,4 nhiệt trị của dầu FO, bằng 0,3 nhiệt trị của khí tự nhiên) nên lượng củi cần đốt để gia nhiệt cho nhựa đường lớn hơn các loại năng lượng khác. Vì vậy, mặc dù lượng phát thải KNK không quá cao nhưng nhà máy vẫn có thể giảm phát thải KNK hơn nữa bằng cách thay củi bằng các loại năng lượng thân thiện với môi trường hơn.



*Hình 3.3: Tỷ trọng phát thải KNK các công đoạn trong quá trình sản xuất hỗn hợp CA*

Phân tích tỷ trọng các nguồn phát thải KNK trong quá trình sản xuất BTNN (Bảng 3.2) cho thấy, công đoạn sấy cốt liệu mới là nguồn phát thải chủ yếu - chiếm đến 73% tổng lượng phát thải, sau đó là công đoạn gia nhiệt dầu FO và bitum - chiếm 15% tổng lượng phát thải (Hình 3.4). Điều đó cho thấy, giảm nhiệt độ sấy cốt liệu và bitum cũng như giảm nhiệt độ phối trộn

hỗn hợp là giải pháp cắt giảm phát thải KNK hiệu quả hơn cả so với các công đoạn khác.



**Hình 3.4: Tỷ trọng phát thải KNK các công đoạn trong quá trình sản xuất hỗn hợp BTNN**

Nghiên cứu LCA của Roger Lundberg và cộng sự đối với hỗn hợp bê tông asphalt nguội và bê tông asphalt nóng ở khu vực Björkdal thuộc thị trấn Skellefteå - Thụy Điển cũng cho thấy kết quả tương tự. Phát thải KNK trong quá trình sản xuất hỗn hợp BTNN là 35,5 kgCO<sub>2</sub> tđ/tấn, trong khi con số này đối với hỗn hợp CMA chỉ là 7,1 kgCO<sub>2</sub> tđ/tấn, tương ứng với lượng phát thải KNK giảm đến 80% [16]. Hầu hết các nghiên cứu tương tự cũng chỉ ra rằng, công nghệ bê tông asphalt rải nguội cho phép giảm đáng kể hàm lượng phát thải KNK so với công nghệ BTNN truyền thống [6-7], [17].

#### 4. KẾT LUẬN

Từ số liệu khảo sát, thu thập trực tiếp và kết quả tính toán mức độ tiêu thụ năng lượng và phát thải KNK trong quá trình sản xuất bê tông CA và bê tông asphalt nóng truyền thống, một số kết luận sau được đưa ra:

- Công nghệ tông CA cho phép giảm 83,8% tiêu thụ năng lượng và cắt giảm 74,8% phát thải KNK so với công nghệ bê tông asphalt nóng truyền thống;

- Công nghệ bê tông asphalt trải nguội CA giảm được nhu cầu khai thác và sử dụng tài nguyên tự nhiên không tái tạo do một phần cốt liệu mới được thay thế bằng vật liệu xít than. Việc tái sử dụng xít than - vốn được xem là chất thải của quá trình tuyển than cho phép áp dụng sử dụng đất để chôn lấp phế thải.

- Các lợi ích về môi trường đạt được của công nghệ CA đã góp phần cải thiện và giảm thiểu các vấn đề về môi trường cho ngành công nghiệp sản xuất vật liệu xây dựng và trở thành công nghệ xanh, thân thiện với môi trường hơn các công nghệ trộn nóng. Bên cạnh hiệu quả về giảm phát thải KNK, công nghệ bê tông CA cũng mang lại hiệu quả tiết kiệm tiêu thụ năng lượng, đồng nghĩa với giảm chi phí sản xuất. Điều này giúp công nghệ bê tông CA có triển vọng được xã hội và thị trường chấp nhận tốt hơn.

#### Tài liệu tham khảo

[1]. Các tiểu Vương quốc Ả-Rập Thống nhất (2024), *Kết quả Đoàn Việt Nam tham dự Hội nghị lần thứ 28 các bên tham gia Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu tại Dubai*, (<https://www.monre.gov.vn/>).

[2]. Chehovits J. et al. (April 2010), *Energy Usage and Greenhouse Gas Emissions of Pavement Preservation Processes for Asphalt Concrete Pavements*, Compendium of Papers from the First International Conference on Pavement Preservation, Newport Beach CA, United States, pp.27-42.

[3]. M. Reza Pouranian, M. Shishebor (2019), *Sustainability Assessment of Green Asphalt Mixtures: A Review*, *Environments*, 6, pp.73-128.

[4]. L. P.Thives et al. (2017), *Asphalt mixtures emission and energy consumption: a review*, *Renew Sustain Energy Rev.*

[5]. Yue Huang, Roger Bird, Oliver Heidrich (2009), *Development of a life cycle assessment tool for construction and maintenance of asphalt pavements*, *Journal of Cleaner Production*, 17 (2), pp.283-296.

[6]. Jain S, Singh B. (2021), *Cold mix asphalt: An overview*, *Journal of Cleaner Production*, 280, p.124378.

[7]. Shanbara H.K. et al. (2021), *The future of eco-friendly cold mix asphalt*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 149, p.111318.

[8]. Thông tư số 20/2016/TT-BCT (2016), *Quy định mức tiêu hao năng lượng trong ngành công nghiệp thép*, Bộ Công thương, Hà Nội.

[9]. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006), *Institute for Global Environmental Strategies (IGES)*, Hayama, Japan on behalf of the IPCC.

[10]. Thông tư số 38/2023/TT-BCT, *Quy định kỹ thuật đo đạc, báo cáo, thẩm định giảm nhẹ phát thải KNK và kiểm kê KNK ngành Công thương*.

[11]. Quyết định số 2626/2022/QĐ-BTNMT, *Công bố danh mục hệ số phát thải phục vụ kiểm kê phát thải KNK*.

[12]. Công văn số 327/BĐKH-PTCCT ngày 19/3/2024 về việc công bố kết quả tính toán hệ số phát thải của lưới điện Việt Nam năm 2022.

[13]. C. Smith, *The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks and Climate Sensitivity Supplementary Material*, In *Climate Change 2021*, Available from <https://www.ipcc.ch/>.

[14]. F.G. Pratico et al. (2020), *Energy and environmental life cycle assessment of sustainable pavement materials and technologies for urban roads*, *Sustainability* 12 (2), p.704.

[15]. F.G. Pratico et al. (2021), *Measuring the Sustainability of Transportation Infrastructures Through Comparative Life Cycle and Energy Assessment*, In book: *New Metropolitan Perspectives*, pp.1491-1499.

[16]. Roger Lundberg, Torbjörn Jacobson, Per Redelius (1-3, June, 2016), *Production and durability of cold mix asphalt*, E&E Congress 2016, 6<sup>th</sup> Eurasphalt & Eurobitume Congress, Prague, Czech Republic.

[17]. Guoqiang Sun et al. (2024), *A comprehensive review on asphalt fume suppression and energy saving technologies in asphalt pavement industry*, *Science of The Total Environment*, 913, p.169726.

**Ngày nhận bài: 12/8/2024**

**Ngày nhận bài sửa: 23/8/2024**

**Ngày chấp nhận đăng: 04/9/2024**



# Xây dựng đường cong cắt và phân tích các tham số của đường cong cắt từ thí nghiệm cắt phẳng dính bám lớp phủ bê tông asphalt trên bản mặt cầu bê tông

■ ThS. NCS. ĐINH QUANG TRUNG<sup>(\*)</sup>

Công ty CP Đại lý hàng hải Việt Nam

■ PGS. TS. TRẦN THỊ KIM ĐĂNG; TS. NGÔ NGỌC QUÝ

Trường Đại học Giao thông vận tải

Email: <sup>(\*)</sup>quangtrung.vsa@gmail.com

**TÓM TẮT:** Dính bám của lớp phủ bê tông asphalt trên bản mặt cầu bê tông ở Việt Nam hiện nay được qui định giống như dính bám giữa các lớp bê tông asphalt của kết cấu mặt đường, khá đa dạng về chủng loại và gần đây chủ yếu sử dụng nhũ tương nhựa đường polime gốc axit CRS-1P. Bài báo trình bày về kết quả thí nghiệm cắt theo mô hình Leutner, xây dựng đường cong cắt và tính toán các chỉ tiêu của đường cong cắt. Vật liệu dính bám CRS-1P cho lớp phủ bê tông asphalt trên bản bê tông xi măng (BTXM) có chống thấm được đánh giá và đối chứng với hai loại vật liệu dính bám mới: Nhựa đường epoxy (BE) và epoxy hai thành phần (HP) thông qua các chỉ tiêu của đường cong cắt. Các điều kiện thí nghiệm bao gồm nhiệt độ và tải trọng được mô phỏng để đánh giá mức độ ảnh hưởng của chúng đến cường độ kháng cắt của các vật liệu dính bám. Kết quả cho thấy, CRS-1P không có cường độ ở điều kiện nhiệt độ 60°C. Hai loại vật liệu mới BE và HP có khả năng kháng cắt, được thể hiện qua cường độ cắt, mô-đun độ cứng cắt và năng lượng cắt vượt trội hơn so với CRS-1P.

**TỪ KHÓA:** Dính bám lớp phủ mặt cầu bê tông và bê tông UHPC, mô hình cắt phẳng Leutner, nhựa đường epoxy, Hyper Primer Epoxy, cường độ cắt, độ cứng cắt, năng lượng cắt.

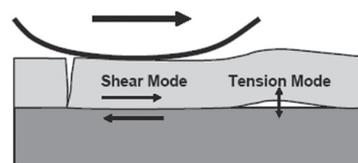
**ABSTRACT:** The bond coat between asphalt surfacing layer and concrete bridge decks in Vietnam is currently required as similar as bonding requirement between asphalt concrete layers of flexible pavement structure. There are some types of material could be used for the bond coat and recently acid-based polymer asphalt emulsion (CRS-1P) has been used. The article experimental research results using Leutner model shearing test, creating shear curves, calculating and analysing shear curve parameters. The CRS-1P bond coat on waterproofed cement concrete slabs is evaluated

and compared with two advanced adhesion materials of epoxy asphalt (BE) and Hyper Prime Epoxy (HP) based on the shear curve parameters. The experimental conditions including temperature and load are simulated to evaluate their influence on the shear strength of the bonding materials. The results show that CRS-1P has no strength at 60°C. Two other advanced materials BE and HP have excellent shear resistance, demonstrated by their superior shear strength, shear modulus and shear energy.

**KEYWORDS:** Bond coat on concrete and UHPC bridge deck, Leutner shearing test, Epoxy bitumen, Hyper Primer Epoxy, shearing strength, shearing stiffness, shearing energy.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hư hỏng chủ yếu của kết cấu lớp phủ mặt cầu bê tông là hiện tượng bong rời và kéo nứt do tác động trượt ngang của lớp phủ bê tông asphalt trên mặt tiếp xúc với bản mặt cầu. Nguyên nhân của hư hỏng thường do dính bám kém hoặc mất mát dính bám do các yếu tố nhiệt ẩm. Hình 1.1 thể hiện kết quả phân tích từ nghiên cứu của Shahin MY và các cộng sự [1] để giải thích cơ chế trượt cho trường hợp giữa hai lớp bê tông nhựa bị mất mát dính bám và có thể xem là cùng cơ chế gây hư hỏng của lớp phủ bê tông asphalt trên mặt cầu bê tông.

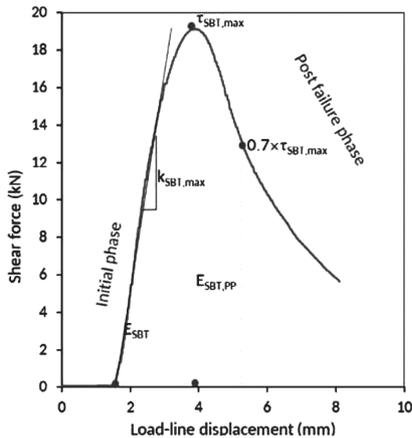


Hình 1.1: Cơ chế trượt khi dính bám kém hoặc mất mát dính bám giữa lớp phủ và lớp dưới

Thí nghiệm cắt phẳng theo mô hình cắt Leutner không có và có áp lực pháp tuyến đã được áp dụng ở các nghiên cứu trong nước [2, 3] và đã công bố trong báo cáo hội thảo

quốc tế ở Việt Nam cho bê tông asphalt trên tấm bê tông [4]. Các nghiên cứu này thực hiện cắt phẳng tại mặt tiếp xúc dính bám giữa hai lớp, đọc số liệu xác định lực lớn nhất vào thời điểm mẫu bị phá hoại để tính ra cường độ cắt. Kết quả từ các nghiên cứu này đều cho thấy yếu tố ảnh hưởng lớn nhất đến cường độ cắt là loại vật liệu và nhiệt độ. Nghiên cứu [2] tập trung chính vào tỉ lệ tưới dính bám và xác định được tỉ lệ tối ưu cho dính bám giữa hai lớp bê tông nhựa. Nghiên cứu [3] phân tích ảnh hưởng của áp lực pháp tuyến đến cường độ cắt. Nghiên cứu [4] khẳng định dính bám nhũ tương nhựa đường polime không có khả năng kháng cắt ở nhiệt độ 60°C. Ngoài ra, yếu tố tải trọng mô phỏng bằng thí nghiệm lún vệt bánh, đặc tính nhám bề mặt lớp dưới đều có ảnh hưởng đến cường độ kháng cắt.

Thí nghiệm cắt phẳng Leutner theo dõi và ghi số liệu lực và chuyển vị trong quá trình thí nghiệm đã được thực hiện ở một số nghiên cứu ở nước ngoài. Somé S. C. et.al [5] đã sử dụng thiết bị cắt Leutner để thực hiện cắt với tốc độ 50 mm/phút để phân tích đường cong quan hệ giữa lực cắt và chuyển vị cắt. Các chỉ tiêu thí nghiệm thu thập được gọi là tham số của đường cong cắt bao gồm cường độ cắt, độ cứng cắt, năng lượng cắt và năng lượng cắt (Hình 1.2).



Hình 1.2: Đường cong lực cắt - chuyển vị cắt phẳng và các tham số thể hiện trên đường cong cắt

Với các tham số đường cong cắt, đánh giá đặc trưng kháng cắt của vật liệu dính bám sẽ tổng quát hơn. Ví dụ trường hợp hai mẫu có cùng lực lớn nhất đạt được ở thời điểm tương ứng mức chuyển vị cắt khác nhau sẽ có đặc tính kháng cắt khác nhau thể hiện qua độ cứng cắt và năng lượng cắt.

Bài báo công bố kết quả thí nghiệm cắt phẳng có theo dõi lực cắt và chuyển vị cắt, xây dựng đồ thị đường cong cắt và xác định các tham số đường cong cắt trên các mẫu hình trụ đường kính 100 mm. Các tổ hợp mẫu bao gồm: [2 loại tấm bê tông (BTXM và UHPC)] x [3 loại vật liệu dính bám với tỉ lệ tối ưu đã được xác định trước, bao gồm nhũ tương nhựa đường polime (CRS-1P); nhựa đường epoxy (BE); nhựa epoxy Hyper Primer (HP)] x [1 loại lớp phủ asphalt (BTNP19)]. Điều kiện thí nghiệm bao gồm: Điều kiện phối hợp (tải trọng + nước + nhiệt độ, được mô phỏng bằng thí nghiệm lún vệt bánh xe); tải trọng lạp; độ nhám bề mặt bê tông và nhiệt độ.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Thí nghiệm cắt duy trì lực với tốc độ không đổi 2,54 mm/phút theo tiêu chuẩn [6] có theo dõi và ghi số liệu lực - chuyển vị để xây dựng được đường cong cắt (Hình 1.2). Các tham số đường cong cắt được xác định bao gồm:

- Mức chuyển vị tương ứng lực lớn nhất - ( $d_{F_{SBT,max}}$ ) là chuyển vị tương ứng với lực lớn nhất ở thời điểm mẫu bị phá hoại.

- Lực lớn nhất ( $F_{SBT,max}$ ) và chuyển vị tương ứng lực lớn nhất ( $d_{F_{SBT,max}}$ ) là lực và chuyển vị tại điểm phá hoại, là đỉnh của đường cong quan hệ giữa lực và chuyển vị trong thí nghiệm cắt phẳng duy trì tốc độ cắt không đổi;

- Cường độ cắt ( $\tau_{SBT,max}$ ) tính toán theo:

$$\tau_{SBT,max} = \frac{4 * F_{SBT,max}}{\pi * \varnothing^2} \quad (1)$$

Trong đó:

$\tau_{SBT,max}$  - Cường độ cắt, Mpa;

$F_{SBT,max}$  - Lực cắt lớn nhất, N;

$\varnothing$  - Đường kính mẫu, mm<sup>2</sup>.

- Độ cứng của vật liệu dính bám là độ dốc của phần tuyến tính của đường cong lực - chuyển vị chia cho diện tích mẫu ban đầu.

Độ cứng cắt ( $k_{SBT,max}$ ) được xác định theo công thức (2).

$$k_{SBT,max} = \frac{4 * F'_{SBT}}{\pi * \varnothing^2} \quad (2)$$

Với:

$k_{SBT,max}$  - Độ cứng của vật liệu dính bám, MPa/mm;

$F'_{SBT}$  - Độ dốc của phần tuyến tính trên đường cong lực - chuyển vị, N/mm;

$\varnothing$  - Đường kính mẫu, mm<sup>2</sup>.

Năng lượng cắt là diện tích nằm phía dưới của đường cong cắt tính từ điểm đầu đến đỉnh của đường cong tương ứng với lực cắt lớn nhất.

Năng lượng cắt sau phá hủy được giả thiết là diện tích của đường cong phía sau điểm cực đại tính đến điểm lực cắt giảm xuống còn 70% lực cắt lớn nhất.

Áp dụng để xử lý một kết quả thí nghiệm đại diện, có thể thu được kết quả như trong Hình 2.1 cho một mẫu vật liệu dính bám CRS-1P ở 30°C trên tấm BTXM có tạo nhám bằng phương pháp xẻ khe tương ứng với quá trình tính toán sau:

- Xác định phương trình của đường cong lực cắt - chuyển vị cắt, thể hiện là phương trình bậc 2, với hệ số xác định cao.

$$y = -314,82 * x^2 + 801,14x$$

Có hệ số xác định  $R^2 = 0,9325$ .

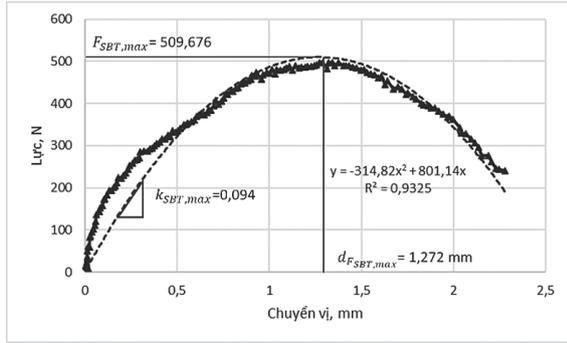
- Lấy đạo hàm và xác định giá trị cực đại,  $y_{max}$  là lực lớn nhất  $F_{SBT,max}$  và tương ứng  $x_{y_{max}}$  là chuyển vị  $d_{F_{SBT,max}}$ . Giá trị này được xác định là  $F_{SBT,max} = 509,676$  N và  $d_{F_{SBT,max}} = 1,272$  mm.

- Cường độ cắt được tính toán theo công thức (1), đạt giá trị  $\tau_{SBT,max} = 0,065$  MPa.

- Độ cứng cắt được tính theo công thức (2), đạt giá trị  $k_{SBT,max} = 0,094$  MPa/mm.

- Năng lượng cắt tương ứng với diện tích đường cong tính từ điểm đầu đến điểm cực đại của đường cong  $F_{SBT,max}$  đạt giá trị 432,334 N\*mm.

- Năng lượng cắt sau phá hủy, là diện tích dưới đường cong, tương ứng khi lực giảm còn 70% của lực lớn nhất, đạt giá trị 319,679 N\*mm.



**Hình 2.1: Đường cong cắt, mẫu CRS-1P trên bản BTXM có tạo nhám ở 30°C**

**3. VẬT LIỆU THÍ NGHIỆM**

Vật liệu dính bám được thí nghiệm gồm: Nhũ tương nhựa đường polime CRS-1P, nhựa đường Epoxy (BE), Epoxy Hyper Prime (HP). Các chỉ tiêu của nhũ tương nhựa đường CRS-1P thỏa mãn tiêu chuẩn [7]. BE có thành phần 50% nhựa đường 60/70 và 50% Epoxy. Epoxy dùng cho BE có thành phần hóa học, tính chất cơ lý cơ bản theo công bố

của nhà cung cấp [8]. BE sau khi trộn với nhựa đường 60/70, bảo dưỡng trong 2h có các tính chất theo [9]. HP cũng là một loại epoxy có thành phần và tính chất theo công bố của nhà cung cấp [10].

Các mẫu tấm BTXM và tấm UHPC được đúc trong xưởng. Thành phần cho mẫu tấm BTXM được lấy theo thiết kế bê tông mặt cầu dự án xây dựng cầu Tân Vũ - Lạch Huyện [11]. Thành phần cho mẫu tấm bê tông UHPC được lấy theo thiết kế thành phần trong dự án cầu Thăng Long [12].

Các mẫu tấm được xử lý tạo nhám, quét dính bám với tỉ lệ đã được xác định, đổ và đầm bê tông asphalt polime nung nóng [13] trên máy đầm lăn. Theo khuyến cáo của nhà cung cấp, vật liệu BE sau khi quét dính bám sẽ đúc bê tông asphalt ngay, còn vật liệu HP được bảo dưỡng ở nhiệt độ trong phòng 24h, mới đúc bê tông asphalt. Khoan mẫu trụ đường kính 100 mm từ các mẫu tấm đã được chế tạo.

**4. THÍ NGHIỆM VÀ PHÂN TÍCH KẾT QUẢ**

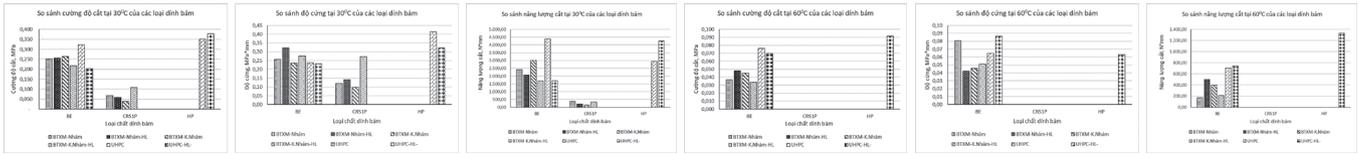
Kết quả các tham số đường cong cắt của các mẫu thí nghiệm tính trung bình cho mỗi tổ hợp mẫu và điều kiện thí nghiệm được thể hiện trong Bảng 4.1.

**Bảng 4.1. Các tham số đường cong cắt của các tổ hợp mẫu thí nghiệm và điều kiện thí nghiệm**

STT	Mẫu	Nhiệt độ TN					Năng lượng cắt
		°C	N	mm	MPa	MPa/mm	N.mm
1	BE/BTXM/ Nhám	30	1.982,53	1,805	0,253	0,257	2.420,54
2	BE/BTXM/ Nhám/HL		2.013,80	1,509	0,257	0,322	2.073,50
3	BE/BTXM/ K.Nhám		2.073,23	2,233	0,264	0,237	3.013,75
4	BE/BTXM/ K.Nhám/HL		1.709,46	1,495	0,218	0,275	1.692,63
5	CRS-1P/BTXM/ Nhám		534,81	1,054	0,068	0,121	373,64
6	CRS-1P_BTXM_Nhám_HL		455,2	0,683	0,058	0,141	216,71
7	CRS-1P_BTXM_K.Nhám		312,27	0,661	0,04	0,098	138,74
8	CRS-1P/BTXM/ K.Nhám/HL		843,84	0,593	0,107	0,273	349,76
9	BE_UHPC		2.528,90	2,609	0,322	0,238	4.390,81
10	BE_UHPC_HL		1.588,08	1,579	0,202	0,232	1.700,91
11	HP_UHPC		2.758,36	1,603	0,351	0,413	2.939,51
12	HP_UHPC_HL		2.969,46	2,072	0,378	0,322	4.262,12
13	BE_BTXM_Nhám	60	288,12	0,798	0,037	0,08	169,89
14	BE_BTXM_Nhám_HL		376,08	1,822	0,048	0,042	498,13
15	BE_BTXM_K.Nhám		352,08	1,54	0,045	0,046	396,52
16	BE_BTXM_K.Nhám_HL		265,75	1,104	0,034	0,051	210,11
17	BE_UHPC		598,85	1,829	0,076	0,086	706,55
18	BE_UHPC_HL		547,11	2,048	0,07	0,065	747,54
19	HP_UHPC*		-	-	-	-	-
20	HP_UHPC_HL		718,69	2,75	0,092	0,063	1.329,26

\*Ghi chú: Mẫu thí nghiệm bị lỗi ghi số liệu.

So sánh đặc tính kháng cắt qua các tham số: Cường độ cắt, độ cứng cắt và năng lượng cắt của 3 loại vật liệu dính bám ở nhiệt độ 30°C và 60°C trong các đồ thị tương ứng dưới đây:



**Hình 4.1: So sánh các tham số đường cong cắt**

Các đồ thị so sánh tham số đường cong cắt thể hiện sự vượt trội của hai loại vật liệu dính bám mới, BE và HP so với vật liệu CRS-1P. Tại nhiệt độ 30°C, với các loại mẫu trên tấm BTXM, nhựa đường epoxy BE vượt trội hơn về cường độ cắt so với CRS-1P. Cũng ở nhiệt độ này, HP có cường độ cắt vượt trội hơn BE. Quan sát chung các đồ thị cho thấy, chỉ tiêu năng lượng cắt thể hiện sự ưu việt của hai loại dính bám mới và CRS-1P rõ ràng hơn chỉ tiêu cường độ cắt và độ cứng cắt.

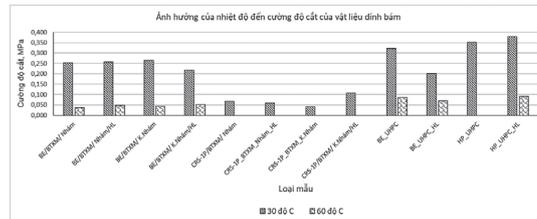
Ở cả hai mức nhiệt độ thí nghiệm, vật liệu HP thể hiện xu thế chung là có các chỉ tiêu kháng cắt tốt hơn BE. Ưu thế này thể hiện rõ nhất qua chỉ tiêu năng lượng cắt, tiếp đến là cường độ cắt và cuối cùng ít rõ ràng nhất là độ cứng cắt. BE có độ cứng nhìn chung không chênh lệch nhiều so với HP, đặc biệt là ở nhiệt độ 60°C, với cùng một loại mẫu và điều kiện thí nghiệm, BE còn có độ cứng lớn hơn.

Ở nhiệt độ 60°C, vật liệu CRS-1P không có khả năng kháng cắt. Ở 60°C, HP có ưu thế hơn do có thể duy trì cường độ cắt khi chuyển vị cắt khá lớn. Các yếu tố khác như tải trọng (mẫu qua thí nghiệm lún vệt bánh), điều kiện nhám của tấm BTXM không thể hiện rõ mức độ ảnh hưởng.

Để đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ, các mẫu được so sánh theo từng cặp tương ứng với nhiệt độ 30°C và 60°C. Các so sánh cho thấy nhiệt độ là yếu tố ảnh hưởng đến lớn đến các chỉ tiêu kháng cắt của vật liệu. Giữa HP và BE, có thể thấy HP có khả năng ổn định nhiệt cao hơn, rõ rệt nhất qua năng lượng cắt.

**Bảng 4.2. Tỷ lệ cường độ cắt ở hai nhiệt độ thí nghiệm**

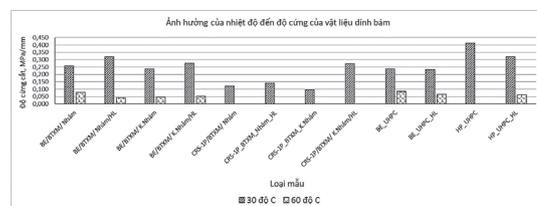
Loại mẫu \ Nhiệt độ	Loại mẫu								Loại mẫu			
	BE/BTXM/Nhám	BE/BTXM/Nhám/HL	BE/BTXM/K.Nhám	BE/BTXM/K.Nhám/HL	CRS-1P/BTXM/Nhám	CRS-1P_BTXM/Nhám_HL	CRS-1P_BTXM_K.Nhám	CRS-1P/BTXM/K.Nhám/HL	BE_UHPC	BE_UHPC_HL	HP_UHPC	HP_UHPC_HL
30°C	0,253	0,257	0,264	0,218	0,068	0,058	0,04	0,107	0,322	0,202	0,351	0,378
60°C	0,037	0,048	0,045	0,051					0,086	0,07		0,092
Tỉ lệ, %	14,62	18,68	17,05	23,39					26,71	34,65		24,34



**Hình 4.2: Cường độ cắt ở 30°C và 60°C**

**Bảng 4.3. Tỷ lệ độ cứng cắt ở hai nhiệt độ thí nghiệm**

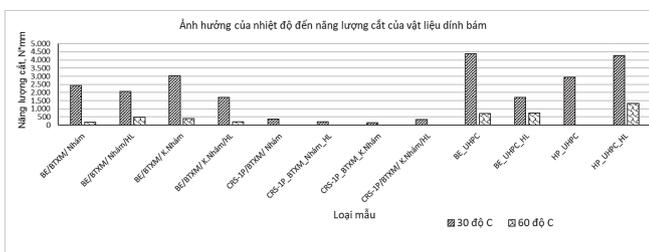
Loại mẫu \ Nhiệt độ	Loại mẫu								Loại mẫu			
	BE/BTXM/Nhám	BE/BTXM/Nhám/HL	BE/BTXM/K.Nhám	BE/BTXM/K.Nhám/HL	CRS-1P/BTXM/Nhám	CRS-1P_BTXM/Nhám_HL	CRS-1P_BTXM_K.Nhám	CRS-1P/BTXM/K.Nhám/HL	BE_UHPC	BE_UHPC_HL	HP_UHPC	HP_UHPC_HL
30°C	0,257	0,322	0,237	0,275	0,121	0,141	0,098	0,273	0,238	0,232	0,413	0,322
60°C	0,08	0,042	0,046	0,051					0,086	0,065		0,063
Tỉ lệ, %	31,13	13,04	19,41	18,55					36,13	28,02		19,57



**Hình 4.3: Độ cứng cắt ở 30°C và 60°C**

**Bảng 4.4. Tỷ lệ năng lượng cắt ở hai nhiệt độ thí nghiệm**

Loại mẫu	BE/BTXM/ Nhám	BE/BTXM/ Nhám/HL	BE/BTXM/ K.Nhám	BE/BTXM/ K.Nhám/HL	CRS-1P/BTXM Nhám	CRS-1P_BTXM Nhám_HL	CRS-1P_BTXM K.Nhám	CRS-1P/BTXM/ K.Nhám/HL	BE_UHPC	BE_UHPC_HL	HP_UHPC	HP_UHPC_HL
30°C	2.420,5	2.073,5	3.013,7	1.692,6	373,6	216,7	138,7	349,7	4.390,8	1.700,9	2.939,5	4.262,1
60°C	169,89	498,13	396,52	210,11					706,55	747,54		1.329,3
Tỉ lệ, %	7,02	24,02	13,16	12,41					16,09	43,95		31,19



**Hình 4.4: Năng lượng cắt ở 30°C và 60°C**

**5. KẾT LUẬN**

- Các tham số đường cong cắt bao gồm lực cắt lớn nhất và chuyển vị tương ứng tại thời điểm mẫu phá hoại cắt, cường độ cắt, độ cứng cắt, năng lượng cắt và năng lượng sau phá hoại cắt. Các chỉ tiêu này đều thể hiện đặc tính kháng cắt của vật liệu. Cũng như chỉ tiêu cường độ cắt, độ cứng cắt, năng lượng cắt phụ thuộc nhiều nhất vào loại vật liệu dính bám và nhiệt độ.

- Vật liệu dính bám CRS-1P không thí nghiệm được cường độ kháng cắt ở 60°C.

- Nhựa đường epoxy BE (50% nhựa đường 60/70 và 50% nhựa epoxy) có khả năng đáp ứng yêu cầu cường độ dính bám trong điều kiện nhiệt độ cao. Kết quả này tạo tiền đề cho các nghiên cứu tiếp tục về quy trình pha trộn, thi công lớp dính bám BE cho lớp phủ mặt cầu.

- Nhựa epoxy Hyper-Primer đã được sử dụng thành công làm dính bám chức năng kép trong dự án sửa chữa mặt cầu Thăng Long có khả năng dính bám tốt ở nhiệt độ 60°C. Yêu cầu kỹ thuật và chỉ dẫn thi công có sẵn từ dự án sửa chữa cầu Thăng Long cho phép ứng dụng ngay vật liệu và công nghệ này.

- Cả hai loại vật liệu BE và HP đều có thể sử dụng trên bản mặt cầu BTXM và bê tông tính năng cao UHPC như lớp chức năng kép - chống thấm và dính bám.

**Tài liệu tham khảo**

[1]. Shahin MY, Kirchner K and Blackmon E (1987), *Analysis of asphalt concrete layer slippage and its effect on pavement performance and rehabilitation design*, Proceedings of 6th Inter-national Conference Structural Design of Asphalt Pavements, vol.987.

[2]. Nguyễn Ngọc Lan (2016), *Nghiên cứu ứng xử dính bám và đề xuất giới hạn cường độ dính bám giữa hai lớp bê tông asphalt trong kết cấu mặt đường mềm ở Việt Nam*, Luận án Tiến sĩ.

[3]. Bùi Thị Quỳnh Anh (2020), *Nghiên cứu ảnh hưởng của áp lực pháp tuyến đến khả năng chịu cắt trượt giữa hai lớp bê tông nhựa*, Luận án Tiến sĩ.

[4]. Dinh Quang Trung et.al (2023), *Factors affecting the shearing strength of bond coat of asphalt surfacing on concrete bridge deck*, 1st International Conference on Sustainable Development and Climate Change Adaptation in Transport (SDCAT 2023).

[5]. S.C SOMÉ., A. FEESER, M. JAOUA, T. LE CORRE (May, 2020), *Mechanical Characterization of Asphalt Mixes Interlayer Bonding based on Reptation Theory*, Construction and Building Materials, vol.242.

[6]. AASHTO TP114, *Standard Method of Test for Determining the Interlayer Shear Strength (ISS) of Asphalt Pavement Layers*.

[7]. TCVN 8816:2011, *Nhũ tương nhựa đường polime gốc axit*.

[8]. TAIYU KENSETSU CO., LLD (2015), *Material safety data sheet consists of RESIN and HADENER*, TEJ22010EP, Nagoya City, Japan.

[9]. Trần Thị Cẩm Hà (6/2020), *Nghiên cứu thành phần, tính chất cơ học và khả năng sử dụng bitum epoxy làm chất kết dính cho hỗn hợp asphalt tại Việt Nam*, Luận án Tiến sĩ kỹ thuật.

[10]. TAIYU KENSETSU CO., LTD (4/2008), *Vật liệu dính bám và chống thấm bản mặt cầu Hyper-Primer - Tài liệu kỹ thuật: Thi công lớp Hyper-Primer bằng thủ công*.

[11]. Dự án cầu Tân Vũ - Lạc Huyện, *Thiết kế kỹ thuật và chỉ dẫn kỹ thuật thi công*.

[12]. Dự án cải tạo sửa chữa cầu Thăng Long (2020), *Chỉ dẫn kỹ thuật thi công*, Liên danh Công ty Tư vấn giao thông, Trường Đại học GTVT và TECCO2, Hà Nội, Việt Nam.

**Ngày nhận bài: 13/8/2024**  
**Ngày nhận bài sửa: 23/8/2024**  
**Ngày chấp nhận đăng: 06/9/2024**

# Nghiên cứu tổng quan về vật liệu khoáng tự nhiên và nhân tạo làm đường ô tô sử dụng vật liệu địa phương tỉnh Ninh Thuận

## ■ ThS. PHẠM MINH TÂN

Ban Quản lý dự án các công trình giao thông tỉnh Ninh Thuận

## ■ TS. VÕ NHẬT LUÂN(\*)

Trường Đại học Văn Hiến

Email: (\*)luanvn@vhu.edu.vn

**TÓM TẮT:** Việt Nam cũng như các nước trên thế giới đang phải đối mặt với thách thức biến đổi của khí hậu do bờ biển dài. Tỉnh Ninh Thuận thuộc Nam Trung bộ giáp biển có khí hậu thuộc vùng Duyên hải. Hệ thống đường bộ đóng góp vai trò quan trọng trong sự phát triển kinh tế - xã hội, quốc phòng - an ninh của quốc gia, đặc biệt đối với đường ven biển và hành lang biên giới. Công trình đường ô tô sử dụng chủ yếu vật liệu địa phương là một sự lựa chọn đáng lưu ý để phát triển đường bộ ven biển khi lưu lượng xe lớn, cũng như hệ thống đường cao tốc sắp tới. Ninh Thuận là một tỉnh có nguồn vật liệu địa phương phong phú như cát mịn, đất đắp, tro bay và các thải phẩm từ mỏ sản xuất đá. Nghiên cứu này trình bày tổng quan về một số khảo sát ban đầu về vật liệu khoáng tự nhiên cũng như nhân tạo để có thể kết hợp làm vật liệu đắp K95, vật liệu đắp K98 và các lớp của kết cấu mặt đường. Vật liệu khoáng địa phương Ninh Thuận và phế thải công nghiệp như tro xỉ nhiệt điện có thể đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật của vật liệu đắp nền đường và kết cấu mặt đường ô tô thuộc địa bàn tỉnh Ninh Thuận và phụ cận.

**TỪ KHÓA:** Kết cấu mặt đường, vật liệu đắp, tro xỉ nhiệt điện, vật liệu khoáng tự nhiên, vật liệu khoáng nhân tạo.

**ABSTRACT:** Vietnam, like many countries around the world, is facing the challenges of climate change due to its extensive coastline. Ninh Thuan Province, located in the South Central Coast, has a coastal climate that significantly impacts its development. The road system plays a vital role in the socio-economic advancement and national defense of the country, particularly concerning coastal roads and border corridors. The use of local materials in road construction is a noteworthy option for developing coastal roads, especially given the high traffic volumes and the upcoming highway system.

Ninh Thuan is rich in local material resources, including fine sand, fill soil, fly ash, and by-products

from stone quarry operations. This study provides an overview of initial surveys on both natural and artificial mineral materials that can be combined to produce K95 and K98 fill materials, as well as layers for pavement structures. The local mineral resources and industrial waste, such as thermal power ash and slag, are capable of meeting the technical requirements for road embankment materials and automotive pavement structures in Ninh Thuan Province and its neighboring areas.

**KEYWORDS:** Road surface structure, backfill materials, thermal power ash and slag, natural mineral materials, artificial mineral materials.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Từ khi nghiên cứu mới của George W. Bartholomew đề xuất kết cấu mặt đường bê tông xi măng (BTXM) lần đầu tiên ở trung tâm Bellfontain, Ohio, USA cho đến nay, mặt đường BTXM được phát triển rộng rãi ở hầu hết các nước trên thế giới. Ở Úc, đường cao tốc bằng BTXM chiếm 67%, ở Trung Quốc đường cao tốc bằng BTXM chiếm 60%, Hàn Quốc đường cao tốc bằng BTXM chiếm 65%. Kết cấu mặt đường cứng hoặc móng cứng của mặt đường asphalt sử dụng một lượng lớn vật liệu khoáng tự nhiên và vật liệu gốc khoáng nhân tạo. Theo quy hoạch phát triển GTVT đường bộ Việt Nam đến năm 2020 và định hướng đến năm 2030 [1], đến năm 2020 đã đặt mục tiêu xây dựng 24 đoạn tuyến, tuyến cao tốc với tổng chiều dài 2.381 km. Ở Việt Nam đang triển khai hệ thống đường Tuần tra biên giới với khoảng 11.000 km và dự án đường Đông Trường Sơn có chiều dài khoảng 400 km sử dụng kết cấu mặt đường BTXM. Lượng xi măng sản xuất trong nước hiện nay đang dư thừa so với nhu cầu thực dùng trong xây dựng, đặc biệt là nhiều dự án bất động sản xây dựng nhà đang bị đình trệ, việc đưa vào xây dựng đường BTXM là đúng chủ trương của ngành GTVT. Sử dụng tối đa được vật liệu khoáng tự nhiên và khoáng nhân tạo nên sử dụng chất kết dính là xi măng. Kết cấu mặt đường BTXM hoặc móng cứng của mặt đường asphalt là một lựa chọn đối với các đường nội bộ

khu xe tải nặng, điều kiện khí hậu khắc nghiệt cũng như hệ thống cao tốc hiện nay.

Hiện nay, theo Quy hoạch điện VIII cho thấy ngày càng nhiều phát thải từ nhà máy nhiệt điện. Để thúc đẩy tiến trình sử dụng tro xỉ từ nhà máy nhiệt điện nhanh hơn thì một trong những giải pháp là sử dụng lượng tro xỉ làm vật liệu xây dựng công trình giao thông. Theo tính toán sơ bộ, nếu làm đường cấp 3 đồng bằng từ đất nền lên đến kết cấu có sử dụng tro bay thì có thể dùng đến 1.000 tấn tro xỉ/1 km đường, nếu sử dụng cho đường giao thông nông thôn thì khoảng 500 tấn tro xỉ/1km đường. Như vậy, tận dụng triệt để nguồn tro xỉ làm vật liệu xây dựng công trình giao thông sẽ giải quyết được bài toán tồn đọng bãi xỉ thải ở các nhà máy nhiệt điện.

Về vấn đề này, ngày 12/4/2017, Thủ tướng Chính phủ đã có Quyết định số 452/QĐ-TTg phê duyệt Đề án đẩy mạnh xử lý, sử dụng tro, xỉ, thạch cao; Chỉ thị số 08/CT-TTg ngày 26/3/2021 về “Đẩy mạnh xử lý, sử dụng tro, xỉ thạch cao của các nhà máy nhiệt điện, hóa chất, phân bón làm nguyên liệu sản xuất vật liệu xây dựng và các công trình xây dựng”; Báo cáo số 2859/BC-EVN ngày 26/5/2021 của Tập đoàn Điện lực Việt Nam trình Bộ GTVT để phối hợp xử lý trong việc xây dựng công trình cơ sở hạ tầng giao thông và nhiều đề tài dự án có liên quan đến tro xỉ nhiệt điện... địa bàn tỉnh Ninh Thuận gắn sát với trung tâm điện lưới lớn của quốc gia là Vinh Tân nên thuận lợi trong việc cung cấp nguồn vật liệu khoáng nhân tạo như tro xỉ nhiệt điện trong xây dựng giao thông.

## 2. THỰC TRẠNG SỬ DỤNG VẬT LIỆU KHOÁNG TRONG XÂY DỰNG Ở NINH THUẬN

Thực trạng sử dụng vật liệu khoáng gốc xi măng vào xây dựng đường bộ hiện nay chủ yếu tập trung vào mạng đường giao thông nông thôn từ cấp xã trở xuống (đường xã, đường thôn xóm). Theo số liệu thống kê của Cục Đường bộ Việt Nam, tổng số km đường BTXM là 22.227 km (đạt khoảng 9%, chưa kể tới đường đô thị và đường chuyên dùng), trong đó tỉ lệ đường quốc lộ có 626 km, chiếm 2,82% (chủ yếu là đường Hồ Chí Minh và một vài đoạn tuyến quốc lộ bị ngập trong mùa mưa lũ), thấp nhất là tỉnh lộ (211 km, chiếm 0,95%), đường BTXM làm cho đường giao thông nông thôn đạt cao nhất (18.898 km, chiếm trên 85%). Về tiêu chuẩn hướng dẫn để thiết kế, thi công nghiệm thu mặt đường BTXM cũng còn đang hạn chế, hiện tại mới có các hướng dẫn tạm thời về thiết kế mặt đường BTXM theo QĐ3230 năm 2012 và thi công nghiệm thu mặt đường BTXM theo QĐ1951 năm 2012.

*\*) Khả năng cung cấp vật liệu khoáng tự nhiên và nhân tạo của tỉnh Ninh Thuận:*

Tỉnh Ninh Thuận nằm trong phạm vi đới cấu trúc kiến

tạo uốn nếp Mesozoi, tham gia vào cấu trúc địa chất khu vực gồm các thành tạo trầm tích lục nguyên, trầm tích phun trào, các thành tạo macma xâm nhập và các trầm tích trẻ Neogen - Đệ tứ. Giới Mesozoi gồm các đá cát kết, cát, bột kết, sét kết. Chúng phân bố chủ yếu trên diện tích các xã Ma Nới, Hòa Sơn thuộc huyện Ninh Sơn; Phước Tân, Phước Tiến, Phước Bình thuộc huyện Bác Ái. Hệ tầng Nha Trang gồm các đá andesit, andesitodacit, dacit, trachirylit, felsit và tuf. Đá lộ ra ở Nhơn Sơn và phường Đô Vinh các đá macma xâm nhập và các thành tạo xâm nhập được thành tạo trong giới Mézozoi, hệ Kreta, thống trung gồm các phức hệ Định Quán, Đèo Cả và Cà Ná, chiếm 3/4 diện tích toàn tỉnh. Các trầm tích trẻ neogen - đệ tứ và các trầm tích trẻ này được thành tạo có liên quan chặt chẽ đến hoạt động của các sông suối và biển trong vùng. Các đất tàn tích các thành tạo này được hình thành từ các đá gốc khác nhau.

Các đặc điểm về địa chất cho thấy tỉnh Ninh Thuận có tiềm năng về vật liệu đất xây dựng của tỉnh Ninh Thuận là rất lớn. Các thành tạo trầm tích trẻ, tàn tích trên đá gốc thuộc các hệ tầng đá phun trào, các thành tạo tàn tích trên đá gốc thuộc hệ tầng La Ngà và các thành tạo tàn tích trên đá gốc thuộc các phức hệ đá xâm nhập. Điều đó cho thấy Ninh Thuận là tỉnh có điều kiện địa lý tự nhiên đa dạng, cho nên khí hậu tỉnh Ninh Thuận chịu sự chi phối của những quy luật khá phức tạp và độc đáo, tạo thành những tình huống riêng tách rời khỏi những khuôn mẫu chung của nền khí hậu nhiệt đới gió mùa, ẩm.

## 3. NGUỒN VẬT LIỆU KHOÁNG TỰ NHIÊN TẠI TỈNH NINH THUẬN

### 3.1. Nguồn vật liệu đất, đá tự nhiên tại tỉnh Ninh Thuận

Nguồn đất, đá xây dựng ở Ninh Thuận có trữ lượng khá lớn và phân bố rộng khắp trên tất cả các huyện. Trong đó, nguồn đá thiên nhiên ở tỉnh đều có chất lượng tốt, trữ lượng tài nguyên dự báo nhiều, trong đó các loại đá nguồn gốc magma phun trào chủ yếu phân bố trong huyện Thuận Bắc và Bác Ái, ít hơn có mặt trong huyện Ninh Sơn. Hiện nay, trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận đã phát hiện, điều tra khảo sát khoảng 22 mỏ và điểm mỏ đá xây dựng với tổng tài nguyên dự báo (TNDB) vào khoảng 2.828,6 triệu m<sup>3</sup>, trên tổng diện tích phân bố khoảng 43,3 km<sup>2</sup>. Nguồn nguyên liệu này được phân bố ở các khu vực khác nhau, do địa hình và khí hậu chi phối nên đặc điểm phân bố đất ở Ninh Thuận cũng có những đặc thù riêng. Nhóm đất tàn tích phong hóa từ các đá xâm nhập thường mỏng hoặc không gặp trên bề mặt đá gốc. Nguyên nhân chính là địa hình phát triển trên các đá này thường dốc nên bị rửa trôi mạnh.

**Bảng 3.1. Diện tích phân bố và tài nguyên dự báo của một số loại đất đã và đang sử dụng làm vật liệu xây dựng tỉnh Ninh Thuận [2]**

STT	Loại đất	Vị trí (huyện)	Diện tích (ha)	TNDB (triệu m <sup>3</sup> )
1	Núi Bà Râu, Ông Ngài, Tây Hòn Dung	Thuận Bắc	5.800	23,5
2	Mỏ đá Núi Ông Câu (xã Thanh Hải), Núi Quýt (xã Tri Hải)	Ninh Hải	3.300	19,8
3	Phước Tiến, Sô Ngang, Núi Nai, Phước Chính	Bác Ái	4.800	24,2
4	Tân Bình, Lâm Sơn (thôn Lập Lá), Hòn Ngang, Núi Ngỗng, Lương Tri, Hòa Sơn, Hòn Giải, Mỹ Hiệp, Ma Nới (thôn Do), Hạnh Trí, Tân Lập 2	Ninh Sơn	4.300	28,5

STT	Loại đất	Vị trí (huyện)	Diện tích (ha)	TNDB (triệu m <sup>3</sup> )
5	Hòa Thạnh, An Hải, Hoài Trung, Phước Thái núi Chông, Phước Hữu, Phước Vinh	Ninh Phước	16.200	162,36
6	Nam núi Mavieck, Tây Bắc núi Mavieck, Phước Dinh, Tây Núi Chà Bang	Thuận Nam	4.200	16,84

Miền Nam Trung bộ như Ninh Thuận có một lượng cát mịn rất lớn hầu như chưa khai thác để làm giao thông mà chủ yếu vẫn khai thác cát sông. Cát mịn ở đây đạt mô-đun độ lớn không cao  $M_k$  từ 1,0 đến 2,0.

### 3.2. Nguồn vật liệu tro bay và xỉ lò cao khu vực Ninh Thuận

Hiện nay, các nhà máy điện đốt than đang áp dụng các công nghệ sau: Đốt than phun, đốt than tầng sôi tuần hoàn. Năm 2018, Việt Nam có 22 nhà máy nhiệt điện than đang hoạt động, trong đó 8 nhà máy dùng công nghệ đốt lò hơi tầng sôi tuần hoàn (CFB) sử dụng than nội địa chất lượng thấp (cám 6), 14 nhà máy dùng công nghệ than phun (PC) sử dụng than nội địa chất lượng tốt hơn (cám 5), than nhập bitum và á bitum với tổng công suất lắp đặt khoảng 15.554 MW [3] thì lượng tro xỉ phát thải khoảng 15 triệu tấn. Dự kiến sau năm 2020, với số lượng 43 nhà máy sẽ thải ra hơn 30 triệu tấn tro xỉ/năm [4]. Tro bay là phụ gia khoáng hoạt tính được sử dụng trong bê tông thông thường, bê tông khối lớn và bê tông đầm lăn [5]. Yêu cầu kỹ thuật đối với tro bay được quy định trong các tiêu chuẩn TCVN 10302:2014 [5], ASTM C618 [6]. Mẫu tro bay của Nhà máy Nhiệt điện Vĩnh Tân được lấy trực tiếp từ silo và bảo quản theo tiêu chuẩn TCVN 10320:2014 [7].

**Bảng 3.2. Chỉ tiêu chất lượng tro bay của Nhà máy Nhiệt điện Vĩnh Tân 4 ở sát Ninh Thuận [8]**

STT	Tên chỉ tiêu	Kết quả
1	Khối lượng riêng của tro bay	2,28 (g/cm <sup>3</sup> )
2	Thí nghiệm độ mịn dựa trên lượng lọt sàng	16,1 (%)
3	Thí nghiệm tỷ diện bề mặt của tro bay	3.517 (cm <sup>2</sup> /g)

Xỉ lò cao được tạo thành trong quá trình sản xuất gang. Tùy thuộc vào qui trình làm nguội xỉ lò cao được phân làm hai loại: Xỉ lò cao (XLC) làm nguội chậm (air cooled blast furnace slag viết tắt là xỉ ABSF) được làm nguội tự nhiên từ không khí hoặc nước và xỉ hạt lò cao (XHLC) (Granulated blast furnace slag), viết tắt là GBFS. Xỉ GBFS là nóng chảy hình thành từ lò cao được tháo chảy ra các mương dẫn và được phun nước với áp lực cao để làm lạnh nhanh tạo nên các hạt giống như hạt cát có cấu trúc xốp. Các hạt xỉ này trộn với nước tạo nên hỗn hợp lỏng được bơm ra bãi khử nước, tại đó các hạt xỉ được róc nước tự nhiên. Thành phần hóa của xỉ lò cao thông thường gồm canxi oxyt (CaO) và silic oxyt (SiO<sub>2</sub>) là các thành phần chính. Chúng chứa nhiều vôi khi so sánh với đất và đá trong tự nhiên. Ngoài ra, chúng còn chứa nhôm oxyt (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) và magiê oxyt (MgO) có thể dùng ở dạng chất kết dính trong gia cố móng cứng của mặt đường ô tô hoặc kết hợp làm mặt đường BTXM.

### 4. KẾT LUẬN

Điều kiện tự nhiên Ninh Thuận đã quyết định đến sự hình thành nguồn VLXD KTN. Ninh Thuận có >3/4 là diện tích núi thấp và đồi, khí hậu nhiệt đới nóng và khô với lượng bức xạ và nhiệt độ cao, lượng mưa thấp (bạc nhất cả nước), lượng bốc

hơi cao hơn lượng mưa... Ninh Thuận có điều kiện địa chất khá phức tạp, gồm phần lớn là đá xâm nhập, một diện tích nhỏ hơn là đá phun trào và trầm tích lục nguyên; các thành tạo trẻ (đất các loại) ít phổ biến cả về diện và chiều sâu phân bố. Vì vậy, nguồn VLKTN có một số nét nổi bật:

- Ninh Thuận là tỉnh giàu tài nguyên đá xây dựng, đặc biệt là các đá xâm nhập. Đá làm VLXD gồm có: Xâm nhập granit các loại (axit và trung tính), đá trầm tích (núi lửa và lục nguyên) thuộc các phức hệ và hệ tầng khác nhau, với trữ lượng lớn, chất lượng khá tốt, điều kiện khai thác khá thuận lợi phục vụ xây dựng giao thông.

- Đất làm VLXD của tỉnh không nghèo nhưng cũng không giàu, gồm chủ yếu là đất có nguồn gốc tàn tích phong hóa từ các đá phun trào (phổ biến trên đá gốc thuộc hệ tầng Đơn Dương), trầm tích lục nguyên; các đất nguồn gốc sông và sông lũ (áp). Các nghiên cứu về đất còn mang tính thực tế, chưa đầy đủ và hệ thống nên khả năng tận dụng các loại đất còn hạn chế.

- Trong số các loại đất sử dụng làm vật liệu đắp đường, đất tàn tích phong hóa trên đá phun trào thuộc hệ tầng Đơn Dương có phạm vi phân bố rộng, một số tuyến đường đã sử dụng đất để đắp. Thực tế đã xác nhận đất có tính trương nở và co ngót. Trong đất có thể có thành phần đặc biệt. Để sử dụng chúng cần có những nghiên cứu bổ sung thêm.

### Tài liệu tham khảo

- [1]. Quy hoạch phát triển giao thông vận tải đường bộ Việt Nam đến năm 2020 và định hướng đến năm 2030 theo Quyết định số 1327/QĐ-TTg ngày 24/8/2009 của Thủ tướng Chính phủ.
- [2]. Quang Tuấn, Ngọc Tiên (2023), *Ninh Thuận: Phát triển và bảo tồn đa dạng sinh học*, Báo điện tử VTV.
- [3]. *Môi trường nhiệt điện than: Hiện trạng và giải pháp* (Kỳ 1), Báo Năng lượng Việt Nam, 17/5/2019.
- [4]. <http://tapchimoitruong.vn/Giai-bai-toan-tro-xi-tai-cac-nha-may-nhiet-dien-than>, 21/10/2019.
- [5]. TCVN 10302:2014, *Phụ gia hoạt tính tro bay dùng cho bê tông, vữa xây và xi măng*.
- [6]. ASTM C618 *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*.
- [7]. TCVN 8262:2009, *Tro bay - Phương pháp phân tích hóa học*.
- [8]. Nguyễn Thanh Bằng, Nguyễn Tiến Trung, Đinh Hoàng Quân, *Nghiên cứu đánh giá chất lượng tro bay, xỉ lò cao của các nhà máy nhiệt điện và luyện kim ở Việt Nam*.

Ngày nhận bài: 17/6/2024  
Ngày nhận bài sửa: 17/7/2024  
Ngày chấp nhận đăng: 02/8/2024



# Ứng dụng thuật toán D8 và GIS xác định lưu vực thoát nước mưa tại TP. Hồ Chí Minh

■ **ThS. NGUYỄN HỮU ĐỨC<sup>(\*)</sup>; ThS. NGUYỄN VĂN TUẤN**  
Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh  
Email: <sup>(\*)</sup>nhduc@hcmunre.edu.vn

**TÓM TẮT:** TP. Hồ Chí Minh là khu vực có hệ thống sông ngòi và kênh rạch dày đặc, với mật độ 3,38 km/km<sup>2</sup>. Lượng mưa hàng năm tại TP. Hồ Chí Minh khá cao với vũ lượng 1.949 mm/năm. Việc tính toán các lưu vực thoát nước mưa chính xác có thể giúp cho các nhà quy hoạch định hướng xây dựng các công trình thoát nước theo từng lưu vực nhỏ, từ đó tăng khả năng giải quyết bài toán ngập lụt một cách triệt để và khoa học. Trong bài báo này, chúng tôi nghiên cứu sử dụng dữ liệu độ cao từ nguồn ảnh Aster GDEM, sử dụng thuật toán D8 trong các công cụ phân tích trên ArcGIS để xác định hướng dòng chảy và đường tụ thủy, từ đó xác định các lưu vực thoát nước mưa.

**TỪ KHÓA:** Lưu vực, Aster GDEM, D8, Watershed.

**ABSTRACT:** Ho Chi Minh City is an area with a density system of rivers and canals, about 3.38 km/km<sup>2</sup>. The rainfall of HCMC is high with an average annual rainfall of 1,949 mm/year. The calculation of rainwater drainage basins can help planners orient the construction of drainage works in each small basin, thereby increasing the ability to solve the problem of flooding thoroughly and scientifically. In this paper, we study and use elevation data from Aster GDEM image source, use the D8 algorithm in analysis tools on ArcGIS to determine flow direction and hydro-condensation from which to determine flows and rainwater drainage area.

**KEYWORDS:** Basin, Aster GDEM, D8, Watershed.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc xác định chính xác lưu vực của dòng chảy có nhiều giá trị trong việc xác định vị trí, quy mô xây dựng các công trình thoát nước. Với sự hỗ trợ của các công cụ GIS thì việc xác định chính xác lưu vực của dòng chảy được xác định một cách nhanh chóng và chính xác. Việc ứng dụng GIS trong công tác xác định lưu vực sông được ứng dụng từ khá lâu, như ứng dụng ArcView xác định lưu vực sông Đồng Nai [1], hay ứng dụng MapWindow GIS và SWAT phân chia lưu vực sông Đồng Nai [2]. Trong bài báo này, tác giả sử dụng các công cụ có sẵn trong ArcGIS và nguồn dữ liệu DEM có sẵn và miễn phí để xác định nhanh vị trí, diện tích của các lưu vực của dòng chảy cho khu vực TP. Hồ Chí Minh.

## 2. MÔ TẢ VÙNG NGHIÊN CỨU

TP. Hồ Chí Minh có tổng diện tích 2.061 km<sup>2</sup>, nằm ở hạ lưu sông Đồng Nai và sông Sài Gòn, mạng lưới sông ngòi, kênh rạch ở Thành phố khá dày đặc với mật độ 3,38 km/km<sup>2</sup>.

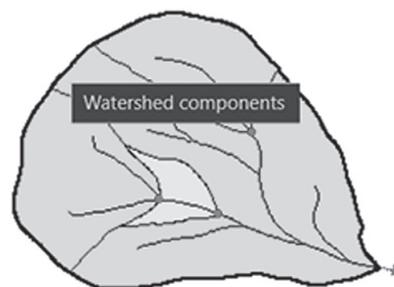
Lượng mưa trung bình của TP. Hồ Chí Minh đạt 1.949 mm/năm, trong đó năm 1908 đạt cao nhất 2.718 mm, thấp nhất xuống 1.392 mm vào năm 1958.

Một năm, ở Thành phố có trung bình 159 ngày mưa, tập trung nhiều nhất vào các tháng từ 5 tới 11, chiếm khoảng 90%, đặc biệt hai tháng 6 và 9. Trên phạm vi không gian thành phố, lượng mưa phân bố không đều, khuynh hướng tăng theo trục Tây Nam - Đông Bắc.

Lưu vực là phần diện tích bề mặt (được giới hạn bởi đường phân thủy) đón nhận lượng nước rơi và hội tụ dòng chảy về một điểm chung nào đó thuộc một thực thể chứa nước cụ thể như: Sông, suối, ao, hồ, đầm, lầy.

Lưu vực được xác định dựa vào ranh giới của nó, đó là một đường khép kín tính theo điểm đầu ra của lưu vực. Trong mỗi lưu vực có thể bao gồm nhiều lưu vực nhỏ hơn (gọi là tiểu lưu vực).

Các đặc điểm của lưu vực: Gồm các lưu vực nhỏ hợp thành (subbasin), nước chảy về các đường tụ thủy (stream network), các điểm thấp nhất trong tụ thủy (Outlet), phân tách các lưu vực là các đường phân thủy (drainage divides).



- Watershed boundary
- Subbasin
- Drainage divides
- Stream network
- Outlets (pour points)

Hình 2.1: Các thành phần của lưu vực

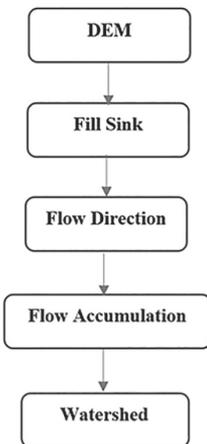
## 3. DỮ LIỆU NGHIÊN CỨU

Dữ liệu độ cao khu vực được tải từ trang Aster GDEM [3] với độ phân giải là 1"x1" (tương ứng (30x30)m cho khu vực TP. Hồ Chí Minh.



Hình 3.1: Dữ liệu DEM của khu vực TP. Hồ Chí Minh

#### 4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

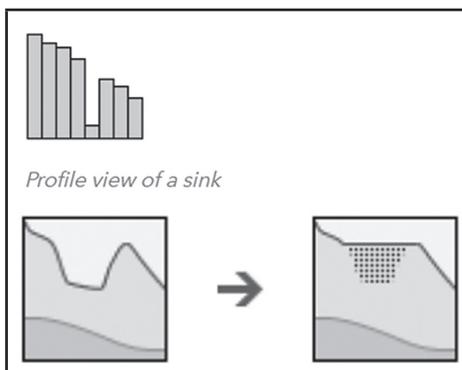


Hình 4.1: Quy trình xác định lưu vực và dòng chảy trên ArcGIS

Phương pháp cơ bản trong nghiên cứu bao gồm 4 bước chính được thể hiện ở Hình 4.1, cụ thể: (1) Xử lý các điểm Sink; (2) Xác định hướng dòng chảy với Flow Direction; (3) Xác định đường tụ thủy với công cụ Flow Accumulation; (4) Xác định lưu vực với công cụ Watershed.

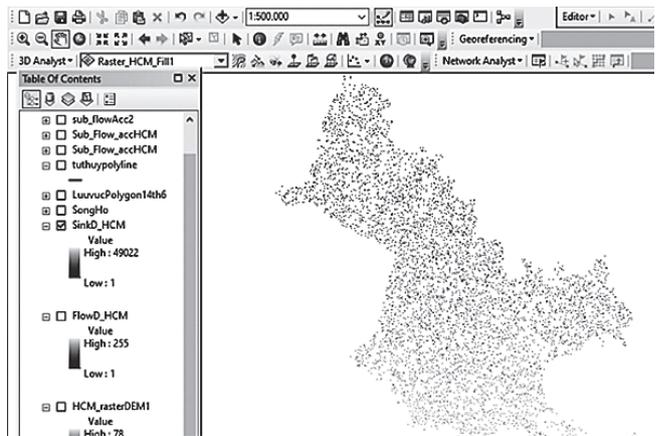
##### 4.1. Xử lý các điểm Sink

Các điểm Sink là các điểm mà các cell xung quanh đều cao hơn, nên không xác định được hướng nước chảy từ cell đó. Do đó, trước khi xác định hướng nước chảy từ các cell của dữ liệu DEM cần xử lý các điểm Sink này trong dữ liệu DEM thu thập được. Sử dụng công cụ Fill để "lấp" các điểm sink.



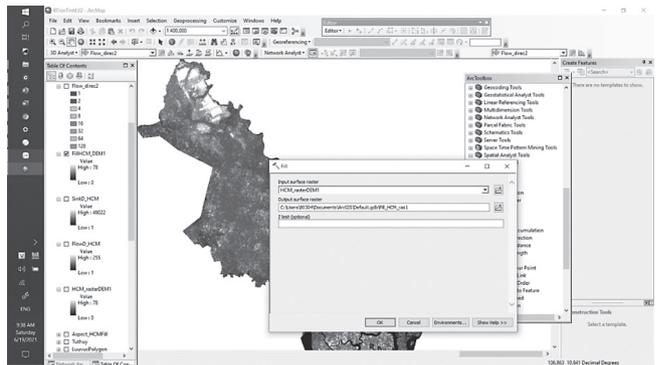
Hình 4.2: Điểm Sink và cách xử lý các điểm Sink trước khi xác định hướng dòng chảy

Sử dụng công cụ Sink để xác định các điểm này trong dữ liệu DEM.



Hình 4.3: Phát hiện các điểm Sink trong dữ liệu DEM của khu vực

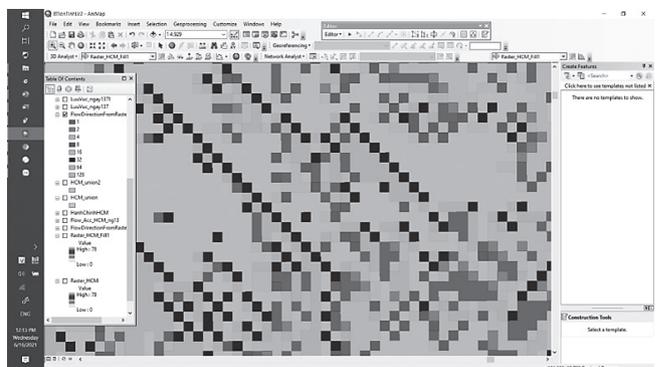
Sử dụng công cụ Fill để "lấp" các sink. Khi sử dụng Fill thì phần mềm sẽ "lấp" các pixel sink.



Hình 4.4: Kết quả Fill cho dữ liệu DEM

##### 4.2. Xác định hướng dòng chảy với Flow Direction

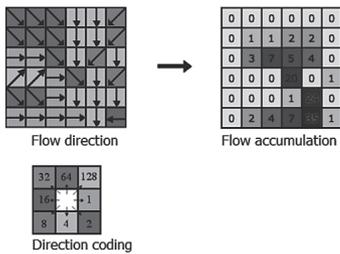
Sau khi xử lý các điểm sink thì tiến hành xác định hướng dòng chảy với công cụ Flow Direction. Việc xác định hướng dòng chảy theo mô hình D8 [4]. Trong mô hình D8 thì từ cell cần xác định sẽ có 8 hướng khác nhau mà nước có thể chảy ra, được mã hóa bằng 8 giá trị khác nhau.



Hình 4.5: Kết quả xác định hướng nước chảy cho các cell từ dữ liệu DEM

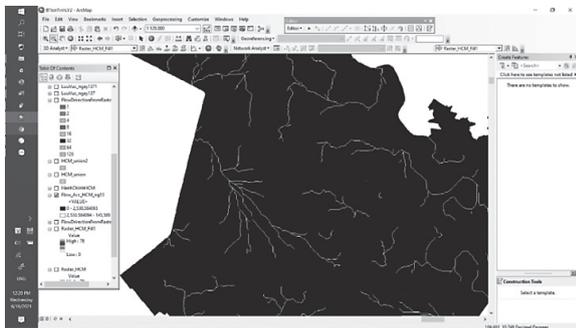
##### 4.3. Xác định đường tụ thủy với công cụ Flow Accumulation

Giá trị cell sau khi thực hiện Flow Accumulation là tổng số cell chảy vào. Do đó, tập hợp các điểm cell có trị số lớn chính là các điểm tụ thủy.



**Hình 4.6:** Xác định đường tụ thủy với công cụ Flow accumulation

Sau khi chạy thì tạo được lớp dữ liệu hướng dòng chảy Flow Accumulation nhưng giá trị của các cell trải rộng nên khó xác định các cell có trị số lớn (là các điểm nằm trên đường tụ thủy) nên cần chọn phân loại lại theo 2 classes.

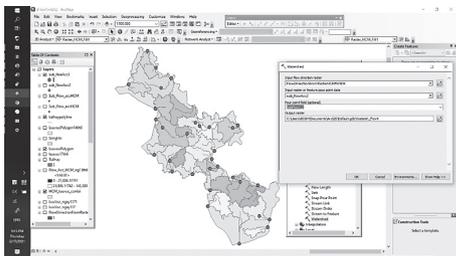


**Hình 4.7:** Kết quả xác định các đường tụ thủy

**4.4. Xác định lưu vực với công cụ Watershed**

Để xác định được lưu vực cần hướng chảy của các Cell (tạo từ Flow Direction) và điểm Outlet nằm trên tụ thủy (tạo từ Flow Accumulation).

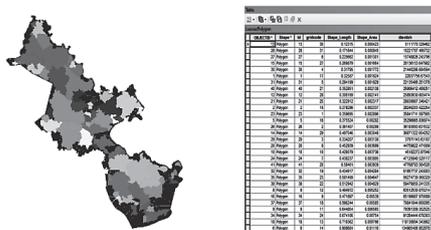
Cần tạo 1 lớp dữ liệu shape file mới và xác định các điểm outlet (pour point) dựa vào đường tụ thủy. Các điểm này nằm ở các vị trí gốc của các đường tụ thủy.



**Hình 4.8:** Xác định lưu vực với dữ liệu là hướng dòng chảy và các điểm Pour point

**5. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

Với các công cụ có sẵn trên ArcGIS thì ta dễ dàng xác định vị trí cụ thể và tính toán được diện tích các lưu vực một cách nhanh chóng và chi tiết (Hình 5.1).



**Hình 5.1:** Kết quả xác định các lưu vực nhỏ

Tuy nhiên, khu vực TP. Hồ Chí Minh có mật độ xây dựng cao nên độ chính xác của DEM và hướng dòng chảy thực tế sẽ bị ảnh hưởng, do đó đường tụ thủy xác định trên dữ liệu có thể không trùng hoàn toàn hệ thống thủy hệ thực tế. Tổng số lưu vực con của kết quả phân tích là 40 lưu vực, với diện tích dao động 0,5 - 135 ha, diện tích lưu vực nhỏ trung bình là 34,5 ha (Bảng 5.1), diện tích chênh lệch giữa các lưu vực là lớn, có thể gộp các lưu vực nhỏ lân cận mà không có độ chênh cao lớn.

**Bảng 5.1.** Kết quả tính toán các lưu vực

Lưu vực	Diện tích (m <sup>2</sup> )
Lưu vực nhỏ nhất	5.111.770,329
Lưu vực lớn nhất	134.905.406,953
Tổng diện tích lưu vực tính	1.380.920.547,674
Diện tích trung bình	34.523.013,456

**6. KẾT LUẬN**

Kết quả tính toán và xác định các lưu vực nước mưa của khu vực TP. Hồ Chí Minh bằng việc sử dụng dữ liệu Aster GDEM và thuật toán D8 bằng phần mềm ArcGIS cung cấp các vị trí, diện tích lưu vực nước mưa một cách nhanh chóng, độ chính xác của phương pháp này phụ thuộc vào độ chính xác của mô hình DEM. Để tăng độ chính của việc xác định vị trí và diện tích này cần thêm dữ liệu về các công trình xây dựng, hệ thống thoát nước, đồng thời có thể tiến hành đo bổ sung dữ liệu độ cao để hiệu chỉnh độ cao của mô hình Aster GDEM.

Chúng ta hoàn toàn có thể dựa vào các lưu vực được xác định và số liệu lượng mưa hàng năm kết hợp hệ thống kênh mương trên khu vực có thể tính toán mở rộng các kênh mương cho hợp lý hơn. Cũng từ kết quả này có thể xây dựng các quy hoạch về thoát nước mưa, các quy hoạch xây dựng để tránh việc ngập lụt cục bộ do bít dòng chảy.

**Tài liệu tham khảo**

- [1]. Đỗ Đức Dũng (2009), *Phương pháp xác định lưu vực sông*, Viện Quy hoạch thủy lợi Miền Nam.
- [2]. Nguyễn Duy Liêm, Nguyễn Kim Lợi, Lê Tú Hoàng (2010), *Ứng dụng MapWindow GIS và SWAT phân chia lưu vực tại lưu vực sông Đồng Nai*, Hội thảo Ứng dụng GIS toàn quốc.
- [3]. AsterGDEM, [https://gdemdl.aster.jspacesystems.or.jp/index\\_en.html](https://gdemdl.aster.jspacesystems.or.jp/index_en.html), [Accessed 20 04 2024].
- [4]. Jenson and Domingue (1988), *Extracting Topographic Structure from Digital Elevation Data for Geographic Information System Analysis*, Photogrammetric engineering & Remote sensing.

**Ngày nhận bài: 26/7/2024**  
**Ngày nhận bài sửa: 12/8/2024**  
**Ngày chấp nhận đăng: 26/8/2024**

# Nghiên cứu xây dựng bản đồ chuyên đề bằng phương pháp Cartogram

■ **ThS. MAI THỊ DUYÊN<sup>(\*)</sup>; ThS. LÊ THÙY LINH**  
 Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh  
 Email: <sup>(\*)</sup>duyenmt@hcmunre.edu.vn

**TÓM TẮT:** Bản đồ chuyên đề có vai trò rất quan trọng trong khoa học và đời sống. Nội dung bản đồ chuyên đề rất đa dạng và phong phú nên các phương pháp thể hiện nội dung bản đồ cũng đa dạng không kém, trong đó phương pháp Cartogram (theo trường phái Mỹ - Tây Âu) là phương pháp thể hiện hoàn toàn khác biệt, khi mà đối tượng không gian bị thay đổi kích thước, vị trí tùy theo giá trị của hiện tượng xảy ra tại đó. Bài báo này, nhóm tác giả nghiên cứu sử dụng phương pháp Cartogram để thể hiện mật độ dân số các tỉnh, thành cả nước bằng cách sử dụng các phần mềm GIS (QGIS, ArcGIS) và các công cụ mở rộng trên đó. Sản phẩm của bài báo góp phần đa dạng hóa phương pháp thể hiện nội dung bản đồ, cho ta cái nhìn trực quan và nhanh chóng về đối tượng thể hiện.

**TỪ KHÓA:** Cartogram, ArcGIS, QGIS.

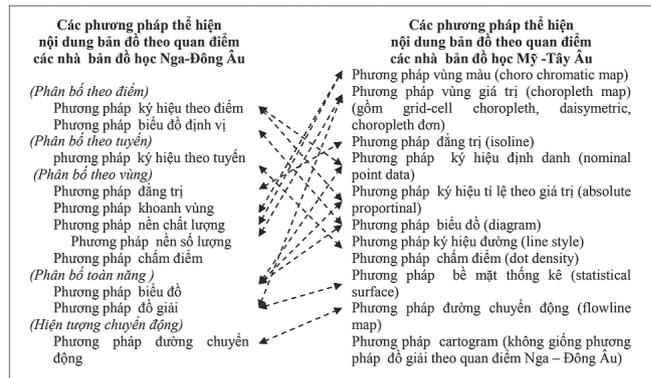
**ABSTRACT:** Thematic maps play a very important role in science and life. Thematic map content is very diverse and rich, so the methods of expressing map content are equally diverse, in which the Cartogram method (following the American - Western European school) is a completely different method of expression. In particular, when spatial objects change size and position depending on the value of the phenomenon occurring there. In this topic, the authors researched using the Cartogram method to represent the population density of provinces and cities nationwide using GIS software (QGIS, ArcGIS) and extension tools thereon. The product of the project contributes to diversifying methods of representing map content, giving us a quick and intuitive view of the object being displayed.

**KEYWORDS:** Cartogram, ArcGIS, QGIS.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bản đồ là một kênh thông tin quan trọng giúp truyền đạt thông tin không gian và thông tin thuộc tính của các đối tượng tự nhiên, kinh tế - xã hội tới con người một cách dễ dàng. Nó được coi là "ngôn ngữ thứ hai của nhà Địa lý" (Xalisiep K.A.). Ngày nay, nhờ sự ra đời và phát triển như vũ bão của công nghệ thông tin cùng các phần mềm GIS mà các loại bản đồ chuyên đề được tạo ra ngày một nhanh chóng,

đáp ứng nhiều nhu cầu, mục đích khác nhau trong cuộc sống. Chính vì vậy, việc nghiên cứu và sáng tạo ra nhiều phương pháp thể hiện nội dung bản đồ là một trong những yêu cầu đối với ngành Bản đồ học. Trên thế giới, hiện nay có nhiều cách phân loại và đặt tên khác nhau, chia làm 2 trường phái: Nga - Đông Âu và Mỹ - Tây Âu. Mặc dù chúng có tên gọi khác nhau song cũng có sự tương đồng giữa các phương pháp.



**Hình 1.1:** Vinh, L.M., Lựa chọn phương pháp thể hiện nội dung bản đồ khi sử dụng các phần mềm làm bản đồ chuyên dụng

Ngành Bản đồ học Việt Nam chịu ảnh hưởng lớn từ các nước Nga - Đông Âu nên trong các tài liệu có nhắc tới phương pháp đồ giải, một số tài liệu còn gọi là phương pháp Cartogram, song với trường phái Mỹ - Tây Âu thì phương pháp Cartogram lại hoàn toàn khác biệt. Phương pháp này được sử dụng phổ biến ở các nước Tây Âu song lại ít được sử dụng ở các nước Đông Âu nói chung và Việt Nam nói riêng (Lê Minh Vĩnh, 2015).

Bên cạnh việc có nhiều các phương pháp thể hiện nội dung bản đồ thì sự phát triển của các phần mềm như MapInfo, ArcGIS, QGIS... đã tạo điều kiện thuận lợi cho việc thành lập và biên tập các loại bản đồ được dễ dàng và nhanh chóng hơn. Trong bài báo này, nhóm tác giả tiến hành nghiên cứu sử dụng phương pháp Cartogram để biên tập bản đồ chuyên đề thể hiện mật độ dân số các tỉnh, thành trên lãnh thổ Việt Nam bằng phần mềm GIS chuyên dụng.

## 2. TỔNG QUAN LÝ THUYẾT VỀ CARTOGRAM

### 2.1. Định nghĩa

Cartogram được tạm gọi là bản đồ hay sơ đồ mô tả thuộc tính của các đối tượng địa lý thông qua diện tích hoặc chiều dài của đối tượng. Thông thường, các lãnh thổ được thể hiện bằng phương pháp Cartogram được biến đổi để kích thước của chúng tỉ lệ thuận với quy mô thuộc tính nào

đó có các đối tượng địa lý, tức là các đối tượng dạng vùng được thể hiện với hình dạng, kích thước không đúng với kích thước thật của chúng, nên nó không thể hiện chính xác thuộc tính không gian địa lý của đối tượng, làm cho bản đồ trở nên “méo mó”, do đó theo quan điểm của một số nhà bản đồ học thì đây không được coi là bản đồ. Nhưng với hình dạng đặc thù, Cartogram lại có lợi thế nhất định, được coi là một cách hữu hiệu để thể hiện trực quan dữ liệu thống kê của bản đồ mà bản đồ truyền thống chưa nổi bật được.

Ví dụ, bản đồ thể hiện kết quả bầu cử Tổng thống Mỹ năm 2008. Trong đó, màu đen đậm thể hiện cho Đảng Cộng hòa (John McCain), màu xám thể hiện cho Đảng Dân chủ (Barack Obama). Nhìn vào Hình 2.1 bên trên ta thấy, phần diện tích màu đen đậm nhiều hơn màu xám. Tuy nhiên trên thực tế, kết quả bầu cử Đảng Dân chủ lại có số phiếu nhiều hơn. Lý giải điều này vì bản đồ không tính đến sự phân bố dân cư. Phần lớn những khu vực màu đen là khu vực ít dân cư, trong khi màu xám mặc dù diện tích nhỏ nhưng là nơi có nhiều dân cư. Điều đó lại xuất hiện trái ngược ở hình bên dưới (thể hiện bằng phương pháp Cartogram) khi tạo nên một bản đồ dựa vào số phiếu đại cử tri.



Hình 2.1: Bản đồ thể hiện kết quả bầu cử Tổng thống theo các quận (trên) và Cartogram thể hiện Kết quả bầu cử Tổng thống theo số phiếu đại cử tri (dưới) <https://public.websites.umich.edu/~mejn/election/2008/>

## 2.2. Phân loại Cartogram

Theo nhà bản đồ Zachary F. J, hình ảnh Cartogram xuất hiện lần đầu vào năm 1868 trong cuốn Địa lý kinh tế của tác giả Emile Levasseur nhưng cho tới những năm 70, bản đồ loại này mới được phổ biến do có ra đời và phát triển của máy tính.

Có nhiều cách phân loại Cartogram khác nhau, nhưng chung quy thì có 2 loại chính là: Cartogram đường thể hiện khoảng cách tương đối như thời gian di chuyển, chi phí di chuyển, mức tiêu thụ nhiên liệu... Cartogram vùng thể hiện số liệu gắn với vùng lãnh thổ cụ thể, ví dụ số liệu thống kê GDP, dân số, bầu cử Tổng thống... Cartogram vùng có thể được phân chia làm nhiều loại khác nhau dựa vào khả năng bảo toàn hình dạng lãnh thổ hay khả năng bảo toàn tính liên tục của các vùng. Ví dụ như: Cartogram đồ họa, liền kề, không liền kề, lưới (Lê Thanh Hậu, Lê Minh Vĩnh, 2016).



Hình 2.2: Cartogram sử dụng hình vuông và hình tròn thể hiện cho kết quả bầu cử Tổng thống Mỹ năm 2012 (<https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/2018-quarter-01/cartograms>)



Hình 2.3: Cartogram không liên tục (trên) và Cartogram liên tục (dưới) thể hiện kết quả bầu cử Tổng thống Mỹ năm 2012 (<https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/2018-quarter-01/cartograms>)



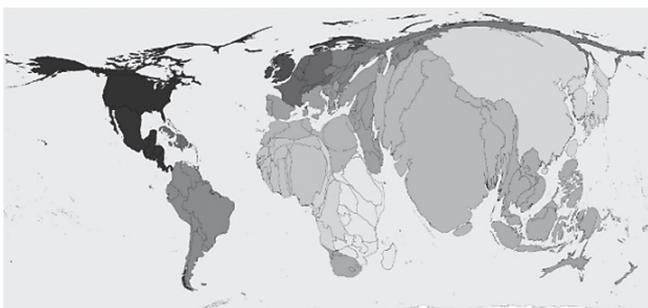
Hình 2.4: Kết quả đại cử tri trong cuộc bầu cử Tổng thống Hoa Kỳ năm 2016 dưới dạng bản đồ hình lục giác có lưới (Flanagan, 2016). 2012 (<https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/2018-quarter-01/cartograms>)

**Bảng 2.1. Ưu, nhược điểm của các loại Cartogram**  
(<https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/2018-quarter-01/cartograms>)

Các loại Cartogram	Ưu điểm	Nhược điểm
Cartogram đồ họa	- Sử dụng các hình đơn giản như hình tròn, hình vuông - Dễ đọc - Được coi là bản đồ kí hiệu tỷ lệ	- Hoàn toàn là sơ đồ và mất đi độ trung thực về mặt địa lý - Khoảng cách lớn có thể xuất hiện giữa các biểu tượng
Cartogram không liên kết	- Hình dạng thật được bảo tồn - Dễ dàng thay đổi tỷ lệ - Được coi là bản đồ kí hiệu tỷ lệ - Các giá trị ngoại lệ của dữ liệu có thể dẫn đến sự biến dạng đáng kể ở vị trí liên quan	- Các khu vực trở nên tách biệt khỏi bản đồ - Thường khó giữ được hình thức thu gọn
Cartogram liên kết	- Ranh giới và vùng lân cận được duy trì giúp tăng cường liên kết với địa lý thực tế - Duy trì hình thức địa lý và tránh các lỗi trống trên bản đồ - Hình dạng của khu vực tổng thể có thể được bảo tồn dễ dàng hơn	- Hình dạng bị biến dạng - Các khu vực bên trong có thể bị lệch đến mức không thể nhận dạng được vì hình dạng tổng thể của bản đồ được giữ nguyên nhiều nhất có thể
Cartogram lưới	- Các hình dạng xếp chồng lên nhau có thể bảo toàn các vùng lân cận bằng cách định vị cẩn thận - Cân bằng khu vực tạo ra nhận thức bình đẳng về hệ thống kí hiệu tương đối - Khắc phục các vấn đề về khu vực nhỏ có mức độ ưu tiên thị giác thấp	- Làm biến dạng địa lý - Khó khăn trong việc liên hệ các vùng riêng biệt với vị trí địa lý thực tế

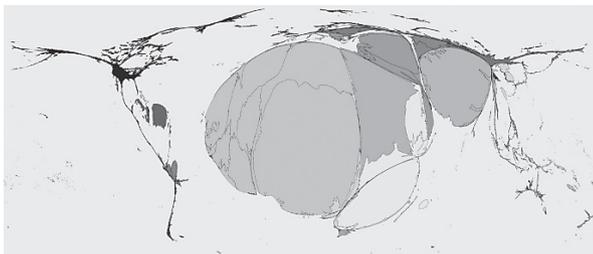
### 2.3. Ứng dụng của Cartogram

Tham khảo từ trang web [https://worldmapper.org/maps/?sf\\_paged=2](https://worldmapper.org/maps/?sf_paged=2), ta có thể thấy gần 1.200 bản đồ thể giới sử dụng phương pháp Cartogram với một loạt các ứng dụng khác nhau trong cuộc sống như: Kinh tế, giáo dục, môi trường, nhà ở, con người, tài nguyên, xã hội... đã tạo ra các bản đồ ấn tượng, thu hút sự chú ý của các nhà làm bản đồ.



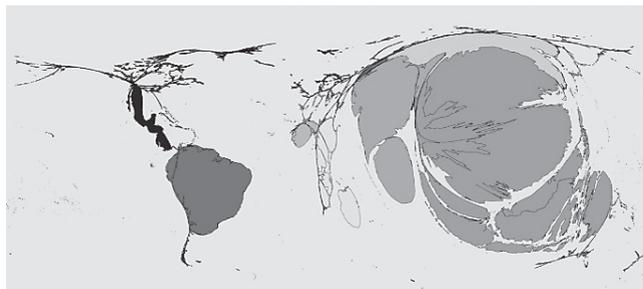
**Hình 2.5: Cartogram thể hiện dân số thế giới năm 2022** ([https://worldmapper.org/maps/population-year-2022/?sf\\_action=get\\_data&sf\\_data=results&\\_sft\\_product\\_cat=population](https://worldmapper.org/maps/population-year-2022/?sf_action=get_data&sf_data=results&_sft_product_cat=population))

Năm 2022, dân số thế giới là 8 tỷ người. Dẫn đầu vẫn là Trung Quốc, tiếp theo là Ấn Độ, Hoa Kỳ, Indonesia và Pakistan.



**Hình 2.6: Cartogram thể hiện dân số trong độ tuổi tiểu học (5 - 10 tuổi) không đi học tiểu học trong giai đoạn 2010 - 2015** ([https://worldmapper.org/maps/education-noprimary-2015/?sf\\_action=get\\_data&sf\\_data=results&\\_sft\\_product\\_cat=school](https://worldmapper.org/maps/education-noprimary-2015/?sf_action=get_data&sf_data=results&_sft_product_cat=school))

Theo Hình 2.6 thì Nigeria, Pakistan và Sudan đang dẫn đầu danh sách các vùng lãnh thổ có số trẻ em không đăng ký học tiểu học cao nhất. Tỷ lệ trẻ em từ 5 đến 10 tuổi không đi học tiểu học cao nhất là ở Eritrea, nơi chỉ có khoảng 2 trẻ em được nhập học, tiếp theo là Djibouti và Sudan với tỷ lệ lần lượt là 66 và 70%.



**Hình 2.7: Cartogram thể hiện lượng sản xuất tiêu năm 2016 của các nước** ([https://worldmapper.org/maps/pepper-production/?sf\\_action=get\\_data&sf\\_data=results&\\_sft\\_product\\_cat=food](https://worldmapper.org/maps/pepper-production/?sf_action=get_data&sf_data=results&_sft_product_cat=food))

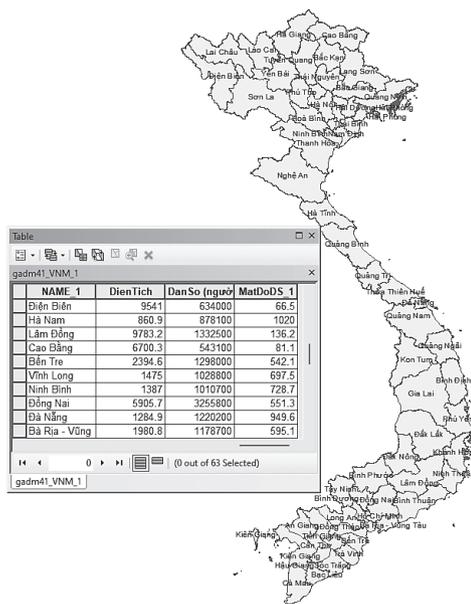
Top 10 nước sản xuất hạt tiêu lớn nhất tính đến thời điểm 2016 là Việt Nam với 216 nghìn tấn, tiếp theo là Indonesia (82 nghìn tấn), Ấn Độ (55 nghìn tấn), Brazil (54 nghìn tấn) và Trung Quốc (34 nghìn tấn). Tiếp đó là Malaysia, Sri Lanka, Madagascar, Mexico và Ethiopia.

Như vậy, Cartogram có ứng dụng rộng rãi trong mọi mặt của cuộc sống, góp phần thể hiện trực quan dữ liệu thuộc tính của đối tượng không gian.

## 3. XÂY DỰNG CARTOGRAM VỀ MẬT ĐỘ DÂN SỐ CỦA VIỆT NAM BẰNG PHẦN MỀM GIS

### 3.1. Dữ liệu và công cụ

- Dữ liệu được sử dụng trong bài báo gồm dữ liệu không gian (bản đồ nền 63 tỉnh, thành ở định dạng \*.shp) và dữ liệu thống kê dân số của 63 tỉnh, thành trong cả nước lấy từ Niên giám Thống kê 2022.



**Hình 3.1: Dữ liệu không gian và thuộc tính**

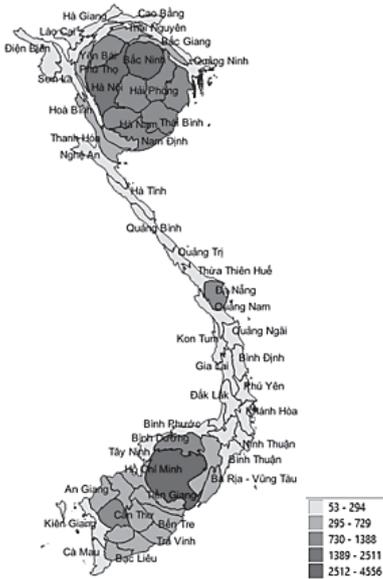
- Phần mềm sử dụng: ArcGIS, QGIS và công cụ mở rộng

**3.2. Phương pháp thực hiện**

**3.2.1. Xây dựng Cartogram trên QGIS**

QGIS xây dựng Cartogram bằng công cụ mở rộng (plugin) Cartogram. Cartogram đã được cài đặt ra ngoài màn hình với biểu tượng 

- Kết quả:



**Hình 3.2: Cartogram liên tục biểu thị mật độ dân số cả nước trên phần mềm QGIS**

Nhìn vào kết quả trên ta nhận thấy rằng mật độ dân số nước ta tập trung chủ yếu ở các đô thị lớn như Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh và một vài thành phố lớn khác. Do là Cartogram liên tục nên các vùng lãnh thổ vẫn tiếp giáp, liền kề nhau song hình dạng bị biến dạng tỷ lệ thuận với mật độ dân số các tỉnh đó.

**3.2.2. Xây dựng Cartogram trên ArcGIS**

ArcGIS xây dựng Cartogram bằng công cụ hỗ trợ Create a Cartogram, theo phương pháp của Gastner - Newman.

- Kết quả:



**Hình 3.3: Cartogram liên tục biểu thị mật độ dân số cả nước trên phần mềm ArcGIS**

Cũng tương tự như Cartogram tạo ra trên phần mềm QGIS, ArcGIS cũng cho ta kết quả là hình ảnh của các tỉnh, thành bị biến dạng "méo mó" tỉ lệ thuận với mật độ dân số của các tỉnh trên cả nước. Phương pháp này kết hợp với phương pháp nền đồ giải cho ta cái nhìn trực quan và thực tế hơn về vấn đề thể hiện.

**4. KẾT LUẬN**

Kết quả của bài báo là bản đồ chuyên đề về mật độ dân số của cả nước bằng phương pháp Cartogram chạy trên nền phần mềm QGIS và ArcGIS. Bài báo góp phần làm đa dạng các phương pháp thể hiện nội dung bản đồ chuyên đề. Mặc dù phương pháp này không chính xác về mặt không gian bản đồ song phương pháp cung cấp cho người xem cái nhìn trực quan về dữ liệu thuộc tính được thể hiện, không gian bản đồ tỷ lệ thuận với độ lớn, nhỏ của đối tượng thuộc tính, trong một vài trường hợp cho ta cái nhìn chính xác hơn về bản đồ thể hiện.

**Tài liệu tham khảo**

- [1]. Lê Minh Vinh, Châu Phương Khanh (2011), *Cartogram - Một phương pháp thể hiện trực quan dữ liệu không gian*, Trường Đại học Khoa học Xã hội và Nhân văn - Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, Trường Đại học Bách khoa - Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.
- [2]. Lê Minh Vinh và cộng sự (2015), *Lựa chọn phương pháp thể hiện nội dung bản đồ khi sử dụng các phần mềm làm bản đồ chuyên dụng*, Trường Đại học Khoa học Xã hội và Nhân văn - Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, Trường Đại học Bách khoa - Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.
- [3]. Lê Thanh Hậu, Lê Minh Vinh (2016), *Sử dụng Cartogram đường thể hiện khoảng cách về thời gian áp dụng vào giao thông Việt Nam*, Trường Đại học Khoa học Xã hội và Nhân văn - Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh.
- [4]. <https://public.websites.umich.edu/~mejn/election/2008/>.
- [5]. <https://covid19.gov.vn/>.
- [6]. <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/2018-quarter-01/cartograms>.
- [7]. [https://worldmapper.org/maps/?sf\\_paged=2](https://worldmapper.org/maps/?sf_paged=2).

**Ngày nhận bài: 17/7/2024**  
**Ngày nhận bài sửa: 02/8/2024**  
**Ngày chấp nhận đăng: 14/8/2024**

# Ứng dụng phần mềm mã mở QGIS biên tập bản đồ hiện trạng sử dụng đất từ bản đồ địa chính

■ TS. NGUYỄN VĂN KHÁNH; ThS. NGUYỄN THỊ THUẬN<sup>(\*)</sup>; BÙI MINH KHA

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh

Email: <sup>(\*)</sup>ntthuan@hcmunre.edu.vn

**TÓM TẮT:** Nghiên cứu này tập trung vào ứng dụng phần mềm mã mở QGIS biên tập bản đồ hiện trạng sử dụng đất (BĐHTSDĐ) từ bản đồ (BĐ) địa chính. Quy trình biên tập BĐHTSDĐ được thực hiện đúng theo các quy định của Thông tư số 27/2018/TT-BTNMT của Bộ Tài nguyên và Môi trường quy định về thống kê, kiểm kê đất đai và lập BĐHTSDĐ. Kết quả nghiên cứu cho thấy phần mềm mã mở QGIS có giao diện thân thiện, dễ sử dụng và có đầy đủ các chức năng xử lý dữ liệu, biên tập BĐ, đảm bảo chất lượng cả về nội dung và hình thức. Bài báo mở ra lựa chọn mới trong việc sử dụng phần mềm lập BĐ, phục vụ hiệu quả cho công tác quản lý tài nguyên và môi trường.

**TỪ KHÓA:** Bản đồ hiện trạng sử dụng đất, QGIS, phần mềm mã mở.

**ABSTRACT:** This study focuses on applying open source QGIS for editing the current land use maps from cadastral maps. The process of editing the current land use maps adheres strictly to the regulations outlined in Circular 27/2018/TT-BTNMT of the Ministry of Natural Resources and Environment. The research results indicate that QGIS, with its user-friendly interface and comprehensive data processing and map editing functionalities, ensures high-quality outputs both in content and presentation. The article introduces a new option for using mapping software effectively in resource and environmental management practices.

**KEYWORDS:** Land use map, QGIS, open source GIS.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

BĐHTSDĐ là BĐ thể hiện sự phân bố các loại đất tại một thời điểm xác định, được lập theo từng đơn vị hành chính các cấp, theo từng vùng kinh tế - xã hội. BĐHTSDĐ được lập định kỳ 5 năm một lần để phục vụ cho việc quản lý quy hoạch, kế hoạch sử dụng đất [1].

BĐHTSDĐ có thể được thành lập bằng phương pháp đo đạc trực tiếp, sử dụng ảnh hàng không, viễn thám hoặc được tổng hợp, biên tập từ BĐ địa chính (BĐĐC) và cơ sở dữ liệu địa chính [4]. Với BĐHTSDĐ cấp xã thì phương pháp

biên tập từ BĐĐC là phương pháp đơn giản, hiệu quả và tiết kiệm chi phí nhất.

Hiện nay, việc biên tập BĐHTSDĐ được thực hiện với sự hỗ trợ của các phần mềm chuyên dụng như Microstation, ArcGIS, Mapinfo... Tuy nhiên, các phần mềm này đều là các sản phẩm thương mại, đòi hỏi chi phí bản quyền. Do đó, nghiên cứu ứng dụng phần mềm mã mở (PMMM) trong biên tập BĐHTSDĐ là một vấn đề cần được quan tâm.

QGIS được biết đến là một phần mềm GIS mã mở rất phổ biến trên thế giới, đặc biệt là ở các nước châu Âu - châu Mỹ bởi tính năng không thua kém các phần mềm thương mại. Tại Việt Nam, QGIS cũng đã được sử dụng trong nhiều cơ quan hành chính nhà nước và các đơn vị chuyên môn thuộc các lĩnh vực khác nhau như Nông nghiệp, Lâm nghiệp và Quản lý đất đai... QGIS đã được Việt hóa giao diện và có tài liệu tập huấn, hướng dẫn sử dụng bằng tiếng Việt.

Nhận thấy khả năng ứng dụng của PMMM, nhóm tác giả đã lựa chọn ứng dụng phần mềm QGIS (phiên bản 3.34.7) biên tập BĐHTSDĐ cấp xã từ BĐĐC.

## 2. MÔ TẢ DỮ LIỆU

Dữ liệu dùng để biên tập BĐHTSDĐ gồm 61 mảnh BĐĐC xã An Tây, thị xã Bến Cát, tỉnh Bình Dương ở tỷ lệ 1/2000, định dạng \*.dgn, được cung cấp bởi Phân viện Quy hoạch và Thiết kế nông nghiệp miền Nam.



Hình 2.1: Dữ liệu BĐ địa chính (tờ số 48)



**3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

Việc biên tập BĐHTSDD xã An Tây được thực hiện theo đúng quy định của Thông tư số 27/2018/TT-BTNMT (TT27/2018) của Bộ Tài nguyên và Môi trường quy định về thống kê, kiểm kê đất đai và lập BĐHTSDD. Quy trình thực hiện được thể hiện trong sơ đồ sau:

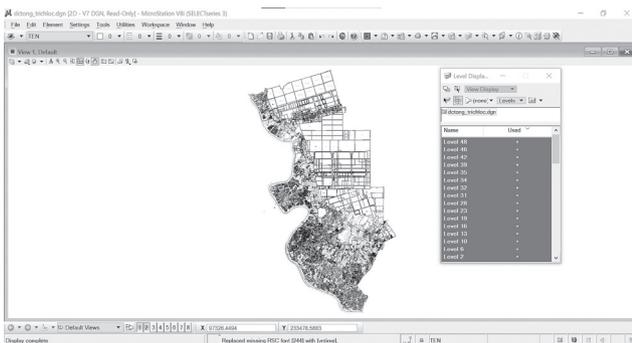


Hình 3.1: Sơ đồ quy trình biên tập BĐHTSDD từ BĐ địa chính

**3.1. Chuẩn hóa và tiếp biên BĐ địa chính**

Việc chuẩn hóa và tiếp biên BĐDC được thực hiện trên phần mềm Microstation, gồm các nội dung sau:

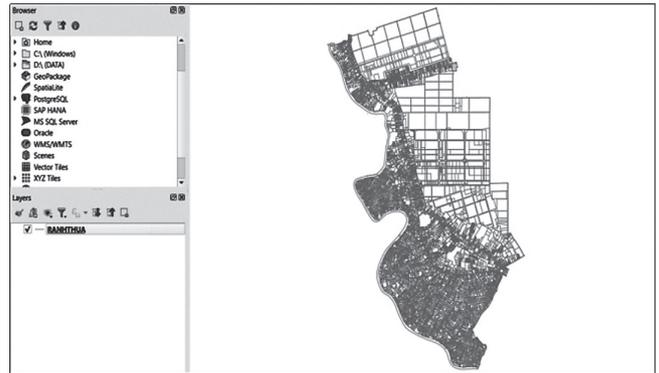
- Chuẩn hóa dữ liệu BĐDC theo quy định của Thông tư số 25/2014/TT-BTNMT quy định về BĐDC gồm chuẩn hóa phân lớp đối tượng, đặc tính hình học và thông tin thuộc tính. Sau khi chuẩn hóa, các đối tượng BĐ được chuyển về đúng level theo quy định. Các thửa đất nhỏ được gán thông tin mã loại đất vào trong phạm vi thửa.
- Tiếp biên 61 mảnh BĐDC và gộp các phần của cùng một đối tượng trên các mảnh BĐ khác nhau.
- Trích lọc và giữ lại các level cần thiết, tham gia vào quá trình biên tập BĐHTSDD.



Hình 3.2: BĐ sau chuẩn hóa và tiếp biên

**3.2. Chuyển đổi định dạng dữ liệu**

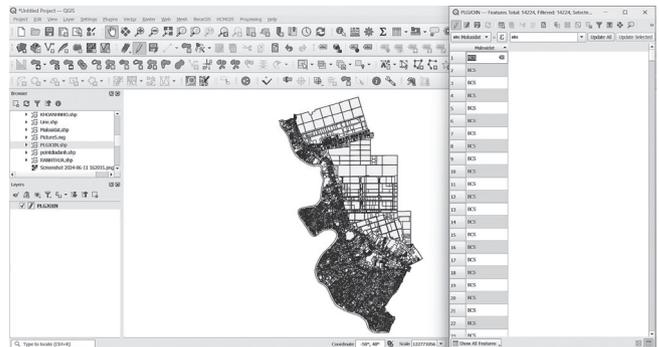
BĐ tổng được mở trực tiếp bằng QGIS, được thiết lập hệ tọa độ VN2000, múi 3<sup>o</sup> và kinh tuyến trực 105<sup>o</sup>45' của tỉnh Bình Dương, sau đó xuất sang định dạng \*.shp.



Hình 3.3: Dữ liệu BĐ địa chính đã được xuất sang định dạng shapfile (\*.shp)

**3.3. Hoàn thiện dữ liệu**

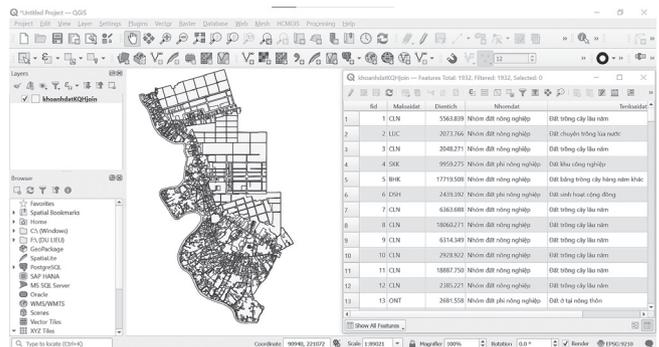
Dữ liệu BĐ sau khi xuất sang định dạng \*.shp được sửa lỗi và tạo vùng bằng công cụ Fix Geometries và Polygonize. Dữ liệu thuộc tính được xây dựng bằng cách Join thông tin mã loại đất (dạng điểm) vào các thửa đất (dạng vùng).



Hình 3.4: Dữ liệu hoàn thiện gồm dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính

**3.4. Tạo khoanh đất**

Tiến hành tạo khoanh đất bằng công cụ Dissolve gộp các thửa đất có cùng mục đích sử dụng đất liền kề.

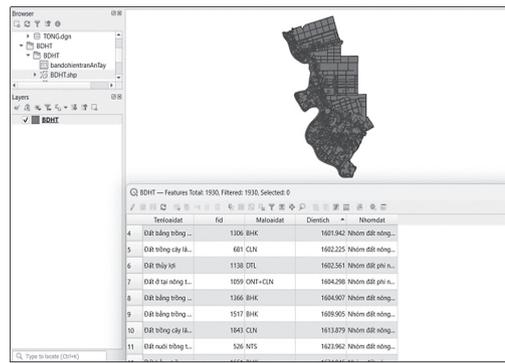


Hình 3.5: Dữ liệu khoanh đất

**3.5. Chọn tỷ lệ BĐHTSDD và khái quát hóa BĐ**

Xã An Tây có diện tích 44,01 km<sup>2</sup>, căn cứ theo quy định của TT27/2018, BĐHTSDD xã An Tây được lập ở tỷ lệ 1/10000.

Cũng theo TT27/2018, các khoanh đất có diện tích ≥ 16 mm<sup>2</sup>, tương ứng 1.600 m<sup>2</sup> ngoài thực địa. Đề tài tiến hành chọn những khoanh đất có diện tích nhỏ hơn 1.600 m<sup>2</sup> và gộp vào các khoanh đất lớn hơn liền kề.

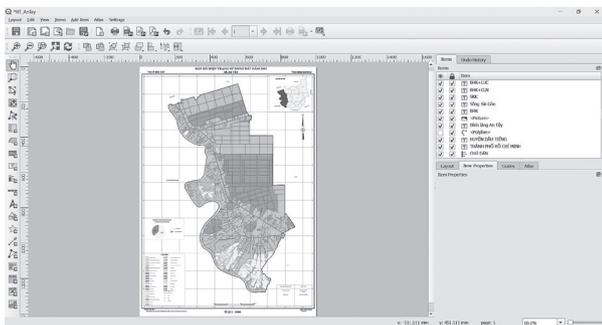


Hình 3.6: Dữ liệu khoanh đất đã được khái quát hóa

### 3.6. Biên tập, trình bày BD

Dữ liệu khoanh đất được hiển thị nhãn và biên tập màu với thông số màu cụ thể theo đúng quy định của TT27/2018.

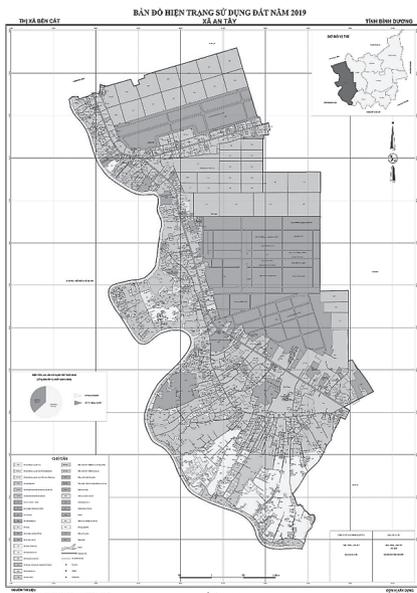
BD được đưa lên layout và trình bày khung, lưới, chú giải, ký hiệu chỉ hướng Bắc, biểu đồ cơ cấu sử dụng đất, sơ đồ vị trí, bảng ký duyệt và biên tập hoàn thiện theo đúng quy định của TT27/2018.



Hình 3.7: Trình bày trang in BD

### 4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Sản phẩm BDHTSDĐ năm 2019 xã An Tây, thị xã Bến Cát, tỉnh Bình Dương tỷ lệ 1/10.000 được biên tập đầy đủ nội dung và hình thức trình bày theo đúng quy định.



Hình 4.1: BDHTSDĐ hoàn chỉnh

Việc ứng dụng phần mềm GIS mã mở vào công tác biên tập BDHTSDĐ có thể phát triển mở rộng vào công tác biên tập BD biến động sử dụng đất, BD quy hoạch sử dụng đất hay BD điều chỉnh quy hoạch sử dụng đất...

### 5. KẾT LUẬN

Kết quả của nghiên cứu cho thấy phần mềm mã mở QGIS có đầy đủ các chức năng xử lý dữ liệu và biên tập BDHTSDĐ với nội dung và hình thức trình bày đúng theo quy định của TT27/2018. Việc ứng dụng PMMM vào công tác lập BD, phục vụ quản lý tài nguyên và môi trường là vấn đề đáng được quan tâm.

### Tài liệu tham khảo

- [1]. Quốc hội (2024), Luật số 31/2024/QH15, Luật Đất đai.
- [2]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2018), Thông tư số 27/2018/TT-BTNMT quy định về thống kê, kiểm kê đất đai và lập bản đồ hiện trạng sử dụng đất.
- [3]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2014), Thông tư số 25/2014/TT-BTNMT quy định về bản đồ địa chính.
- [4]. Đồng Thị Bích Phương (2016), Thành lập bản đồ hiện trạng sử dụng đất bằng phương pháp tổng quát hóa từ cơ sở dữ liệu địa chính.
- [5]. Ngô Thị Hồng Gấm và cộng sự (2023), Ứng dụng phần mềm Microstation V8i và phần mềm Vietmap XM thành lập bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2023 từ bản đồ địa chính phường Hoàng Văn Thụ, TP. Thái Nguyên nhằm nâng cao công tác quản lý đất đai trong thời đại 4.0.
- [6]. Flenniken và cộng sự (2020), Quantum GIS (QGIS): An introduction to a free alternative to core costly GIS platforms.
- [7]. Nguyễn Hoàng Khánh Linh và cộng sự (2017), Ứng dụng phần mềm mã nguồn mở QGIS để xây dựng cơ sở dữ liệu đất trồng lúa tại xã Tam An, huyện Phú Ninh, tỉnh Quảng Nam.
- [8]. Lê Hữu Huân và cộng sự (2022), Xây dựng bản đồ quy hoạch sản xuất chè cho huyện Tân Sơn thông qua ứng dụng công nghệ bản đồ kỹ thuật số GIS.
- [9]. Tổng cục Lâm nghiệp (2015), Tài liệu tập huấn khóa đào tạo QGIS nâng cao.
- [10]. <https://www.qgis.org/en/site/>.

Ngày nhận bài: 17/7/2024  
Ngày nhận bài sửa: 09/8/2024  
Ngày chấp nhận đăng: 23/8/2024

# Đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến phản lực gối đỡ hệ trục tàu thủy: Tính toán biểu tượng gặp phương pháp số

■ TS. CAO ĐỨC THIỆP<sup>(\*)</sup>; ThS. LÊ ĐÌNH DŨNG; ThS. BÙI THỊ HẰNG

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email: <sup>(\*)</sup>thiepcd@vimaru.edu.vn

**TÓM TẮT:** Bài báo phân tích, đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến phản lực gối đỡ hệ trục tàu thủy khi sử dụng phương pháp tính toán biểu tượng so với phương pháp số. Căn cứ các công thức giải tích của phản lực gối đỡ thu được từ việc giải mô hình toán của hệ trục bằng phương pháp tính toán biểu tượng, nhóm tác giả tiến hành phân tích, đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến phản lực gối đỡ, đồng thời so sánh với các phương pháp số đã biết. Kết quả tính toán, phân tích với một tàu thực tế cho thấy phương pháp tính toán biểu tượng có nhiều ưu thế so với phương pháp số trong đánh giá, phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến phản lực gối đỡ hệ trục tàu thủy.

**TỪ KHÓA:** Tính toán biểu tượng, hệ trục tàu thủy, yếu tố ảnh hưởng đến phản lực gối đỡ.

**ABSTRACT:** This paper analyses and evaluates the factors affecting the reaction force of a ship's shaft system when using the symbolic computation method compared to the numerical method. Based on the analytical formulas of the bearing reaction force obtained from solving the mathematical model of the shaft system using the symbolic computation method, the authors analyse and evaluate the factors affecting the bearing reaction force, alongside compare with known numerical methods. Computation and analysis results for an actual ship show that the symbolic computation method has many advantages over the numerical method in evaluating and analysing factors affecting the reaction force of the ship's shaft system.

**KEYWORDS:** Symbolic computation, ship's shaft system, factors affecting the bearing reaction force.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ trục tàu thủy là bộ phận cấu thành nên hệ động lực của một con tàu. Trong trường hợp tổng quát, hệ trục tàu

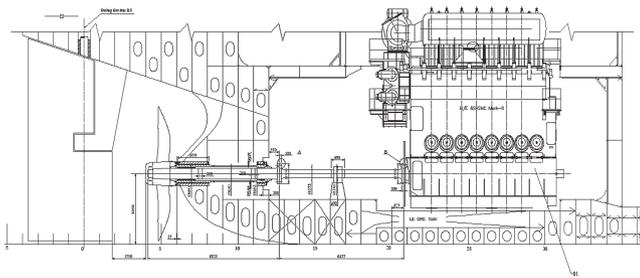
thủy bao gồm các thành phần chính như thiết bị ly hợp/truyền động, trục chân vịt và gối đỡ trục chân vịt, trục trung gian và gối đỡ trục trung gian, trục lực đẩy và gối chặn lực đẩy. Tùy thuộc vào loại tàu, vị trí đặt buồng máy, dạng động cơ diesel chính... mà bố trí của hệ trục đối với một tàu cụ thể có thể khuyết thiếu một thành phần nào đó so với các thành phần kể trên. Chẳng hạn, đối với các tàu hàng sử dụng động cơ diesel chính là các động cơ thấp tốc được chế tạo trong những năm gần đây thì hăng chế tạo động cơ đã chế tạo tích hợp sẵn gối chặn lực đẩy ngay trên động cơ nên khi thiết kế bố trí hệ trục sẽ không cần bố trí thêm đoạn trục lực đẩy. Hoặc trong những trường hợp đối với các tàu container thường bố trí buồng máy sát phía đuôi tàu thì việc truyền động trực tiếp từ máy chính đến chân vịt chỉ thông qua 1 đoạn trục chân vịt, lúc này hệ trục còn không có trục lực đẩy và cũng không có đoạn trục trung gian nào.

Trong tính toán phản lực gối đỡ, hệ trục thực tế được mô hình hóa bởi một dầm đàn hồi nhiều nhịp chịu tác dụng của các ngoại lực gây uốn. Nếu bỏ qua các yếu tố gần đúng do đã đơn giản hóa các điều kiện làm việc thực tế của hệ trục khi mô hình hóa nó thì các yếu tố ảnh hưởng đến phản lực gối đỡ hệ trục có thể kể đến là: Hệ ngoại lực tác dụng lên trục như trọng lượng của chân vịt, trọng lượng của bản thân các trục, trọng lượng của các chi tiết trên trục như các bích nối, bu-lông nối bích...; vị trí các gối đỡ như vị trí các gối đỡ sau, gối đỡ trước trục chân vịt, vị trí gối đỡ trục trung gian... Thậm chí, biến dạng vỏ tàu tại các trạng thái trọng tải khác nhau cũng làm thay đổi hệ phản lực gối đỡ hệ trục [2, 4].

## 2. TÍNH TOÁN PHẢN LỰC GỐI ĐỠ HỆ TRỤC TÀU THỦY

### 2.1. Mô hình hóa hệ trục tàu thực tế

Mô hình tính phản lực gối đỡ hệ trục tàu thủy được xây dựng từ kết cấu thực tế của hệ trục. Mô hình tính được xây dựng càng sát với kết cấu thực tế cũng như trạng thái chịu lực của hệ trục thì kết quả thu được càng chính xác. Để minh họa cho các trình bày tiếp theo ta sẽ sử dụng kết cấu hệ trục của một tàu hàng thực tế có trọng tải 34.000 tấn. Bố trí hệ trục tàu hàng 34.000 tấn được trình bày trên Hình 2.1. Các thông số cơ bản của hệ trục tàu hàng này được cho trong Bảng 2.1.

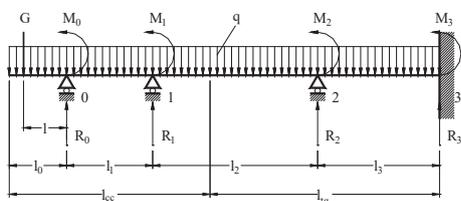


Hình 2.1: Bố trí hệ trục tàu hàng 34.000 tấn [1]

Bảng 2.1. Thông số cơ bản của hệ trục tàu hàng 34.000 tấn

STT	Tên đoạn trục	Đường kính (mm)	Chiều dài (mm)	Số lượng
1	Trục chân vịt	440	6.825	1
2	Trung trung gian	375	6.477	1
3	Vị trí bích nổi trục trung gian	Sn12+550		
4	Vị trí bích nổi trục chân vịt	Sn20+627		

Kết cấu thực tế của hệ trục cho trên Hình 2.1 sẽ được mô hình hóa thành mô hình tính phản lực gối đỡ như trên Hình 2.2. Theo đó, toàn bộ hệ trục được mô hình gần đúng bằng một dầm đàn hồi liên tục nhiều nhịp. Vị trí của các gối đỡ trong mô hình tính được đặt tại tâm của các gối đỡ hệ trục trong thực tế. Trên Hình 2.2, các gối đỡ 0, 1, 2 và 3 tương ứng là gối đỡ sau trục chân vịt, gối đỡ trước trục chân vịt, gối đỡ trục trung gian và bích nối với bích ra của máy chính. Liên kết tại mỗi gối đỡ này được thay thế bởi hai ngoại lực tác dụng, thứ nhất là các mô-men uốn  $M_i$  ( $i = 0, 1, 2, 3$ ) và thứ hai là các phản lực gối  $R_i$ . Trọng lượng của các trục và các thiết bị trên trục như bích nổi, bu-lông nổi bích... được mô hình gần đúng bằng lực phân bố dài với cường độ lực phân bố  $q$ ,  $q = \gamma(\pi d^2)/4$ , (kG/cm) với  $d$  (cm) là đường kính và  $\gamma$  (kG/cm<sup>3</sup>) là trọng lượng riêng của vật liệu chế tạo trục. Trọng lượng của chân vịt được coi là lực tập trung  $G$  (kG) đặt tại tâm củ chân vịt, cách gối số 0 một khoảng  $l$  (cm). Như vậy, trên mô hình tính cho trên Hình 2.2 thì các đại lượng  $q$ ,  $G$ ,  $l$  và các  $l_i$  là đã biết. Còn các mô-men uốn  $M_i$  và phản lực gối  $R_i$  là các thông số cần tìm.



Hình 2.2: Mô hình tính phản lực gối đỡ hệ trục tàu thủy tổng quát [1]

## 2.2. Hệ phương trình 3 mô-men tính phản lực gối đỡ hệ trục

Trong trường hợp tổng quát, giả thiết hệ trục của một tàu gồm trục chân vịt, các trục trung gian và trục lực đẩy với tổng số gối đỡ trục là  $N+1$ . Khi đó, hệ phương trình 3 mô-men cho phép giải tìm các mô-men uốn  $M_i$  được viết như sau [1]:

$$M_0 = -\left(Gl + \frac{q_0 l_0^2}{2}\right), \quad (1)$$

$$\frac{M_{i-1} J_i}{J_i} + 2M_i \left(\frac{l_i}{J_i} + \frac{l_{i+1}}{J_{i+1}}\right) + \frac{M_{i+1} J_{i+1}}{J_{i+1}} = \frac{1}{4} \left(\frac{q_i J_i^3}{J_i} + \frac{q_{i+1} J_{i+1}^3}{J_{i+1}}\right), \quad i = 1, 2, \dots, N-1 \quad (2)$$

$$q_N J_N^3 + 4M_{N-1} J_N + 8M_N J_N = 0, \quad (3)$$

Trong đó:  $J_i$  - Ký hiệu mô-men quán tính độc cực của tiết diện nhíp trục thứ  $i$  (cm<sup>4</sup>).

Từ đó, có thể tính được các phản lực tại các gối đỡ  $R_i$ , như sau [1]:

$$R_0 = (G + q l_0) + \frac{q l_1}{2} + \frac{M_1 - M_0}{l_1}$$

$$R_i = \frac{q l_i}{2} + \frac{q l_{i+1}}{2} + \frac{M_{i+1} - M_i}{l_{i+1}} - \frac{M_i - M_{i-1}}{l_i}, \quad (4)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, N-1$$

$$R_N = \frac{q l_N}{2} - \frac{M_N - M_{N-1}}{l_N}$$

## 3. ĐÁNH GIÁ CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG TỚI PHẢN LỰC GỐI ĐỠ HỆ TRỤC TÀU THỦY

### 3.1. Các yếu tố ảnh hưởng tới phản lực gối đỡ hệ trục

Khi xây dựng mô hình tính từ mô hình thực tế của hệ trục nếu mô tả các đại lượng về kích thước hình học, về kết cấu của hệ trục tàu thủy, khoảng cách giữa gối đỡ và các lực tác dụng lên trục... càng gần với điều kiện làm việc thực tế của hệ trục thì mô hình tính sẽ càng sát với trạng thái làm việc thực tế của hệ trục hơn, do vậy kết quả tính toán sẽ chính xác hơn.

Trong quá trình mô hình hóa hệ trục tàu thủy từ hệ trục thực tế, ta thấy có các yếu tố sau đây thường được đơn giản hóa so với điều kiện thực tế: (i) *Vị trí của các gối đỡ*: Gối đỡ của trục chân vịt thường dài nhưng khi mô hình hóa lại coi điểm đặt là điểm giữa theo chiều dài của gối, đây là một yếu tố gây nên sai số trong kết quả tính toán; (ii) *Mô hình hóa trọng lượng của chân vịt*: Chân vịt tàu thủy thường có trọng lượng tương đối lớn và là yếu tố chính làm uốn trục. Trọng lượng chân vịt được coi là một lực tập trung đặt tại tâm củ chân vịt và đây là một yếu tố gây nên sai số của bài toán; (iii) *Mô hình hóa trọng lượng bản thân trục và các chi tiết trên trục*: Đường kính các trục thường thay đổi trên suốt chiều dài của chúng nhưng khi mô hình hóa lại coi chúng có đường kính không đổi. Ngoài ra, trong các tính toán không cần chính xác cao cũng bỏ qua trọng lượng của các bích nối, bu-lông nổi bích... nên sẽ gây nên sai số; (iv) *Biến dạng vỏ tàu*: Mô hình tính thường coi các gối đỡ hệ trục thẳng hàng và tàu ở trạng thái trên đà. Tuy nhiên, khi tàu ở trạng thái dẫn hoặc toàn tải, vỏ tàu tại khu vực đuôi tàu sẽ bị biến dạng làm cho các gối đỡ hệ trục không thẳng hàng. Đây là một trong những yếu tố làm thay đổi hệ phản lực gối đỡ, thậm chí dẫn đến tình trạng không chịu tải của gối đỡ trên động cơ diesel chính [2, 4].

### 3.2. Đánh giá ảnh hưởng của vị trí gối đỡ trục trung gian

Vị trí của gối đỡ hệ trục tàu thủy có ảnh hưởng rất nhiều tới hệ phản lực tác dụng lên hệ trục. Nếu vị trí của các gối đỡ thay đổi sẽ dẫn đến chiều dài các nhíp trục thay đổi, do đó sẽ làm thay đổi phản lực gối đỡ. Để thấy được hệ phản lực gối đỡ thay đổi thế nào khi thay đổi vị trí gối đỡ hệ trục ta đi tính toán với tàu 34.000 tấn đang xem xét bằng cả phương pháp số và phương pháp tính toán biểu tượng. Khi sử dụng phương pháp số, giá trị của các nhíp trục sẽ được thay đổi phù hợp với sự thay đổi vị trí của gối đỡ, sau đó tính toán lại

hệ phản lực gối đỡ của hệ trục rỗng so sánh các trường hợp với nhau. Khi sử dụng phương pháp tính toán biểu tượng ta sẽ sử dụng các công thức giải tích của phản lực tại các gối để khảo sát sự thay đổi của nó theo thông số cần đánh giá. Các công thức giải tích của phản lực gối đỡ đối với một tàu có mô hình tính như trên *Hình 2.2* như sau [3]:

$$R_0 = (G + qI_0) + \frac{qI_1}{2} + \frac{(2GI + qI_0^2)(9I_2 + 12I_3 + 8I_2I_3 + 4I_2^2)}{4I_1(3I_2 + 4I_3 + 4I_2I_3 + 2I_2^2)} - \frac{qI_1^3(3I_2 + 4I_3) + qI_2^3(I_2 + 4I_3) + qI_2I_3^3}{4I_1(3I_2 + 4I_3 + 4I_2I_3 + 2I_2^2)} \quad (5)$$

$$R_1 = \frac{qI_1}{2} + \frac{qI_2}{2} - \frac{(2GI + qI_0^2)(I_1 + I_2)(5I_2 + 4I_3 + 8I_2I_3 + 4I_2^2)}{4I_1I_2(3I_2 + 4I_3 + 4I_2I_3 + 2I_2^2)} + \frac{qI_1^3(I_1 + I_2)(5I_2 + 4I_3)}{8I_1I_2(3I_2 + 4I_3 + 4I_2I_3 + 2I_2^2)} - \frac{q(I_1 + I_2)(2I_1^2I_2 + 2I_1I_2^2 + 6I_1I_3^2 - I_2^4 - 4I_2^3I_3 + 3I_2I_3^3)}{8I_1I_2(3I_2 + 4I_3 + 4I_2I_3 + 2I_2^2)} \quad (6)$$

$$R_2 = \frac{qI_2}{2} + \frac{qI_3}{2} - \frac{(2GI + qI_0^2)(I_2 + I_3)(I_2^2 + I_1I_2I_3 + 4I_2^3)}{4I_2I_3^2(3I_2 + 4I_3 + 4I_2I_3 + 2I_2^2)} - \frac{qI_1^3(I_2 + I_3)(I_2^2 + I_2I_3 + 4I_2^3)}{8I_2I_3^2(3I_2 + 4I_3 + 4I_2I_3 + 2I_2^2)} + \frac{qI_1(I_2 + I_3)(I_2^4 + I_2^3I_3 + I_2^2I_3^2 + 2I_2I_3^3 + 3I_3^4)}{4I_2I_3^2(3I_2 + 4I_3 + 4I_2I_3 + 2I_2^2)} + \frac{q(I_2 + I_3)(I_2^4I_3 + I_2^2I_3^3 + 9I_2I_3^4)}{8I_2I_3^2(3I_2 + 4I_3 + 4I_2I_3 + 2I_2^2)} \quad (7)$$

$$R_3 = \frac{qI_3}{2} - \frac{(2GI + qI_0^2)(I_2^2 + 2I_2I_3)}{4I_3^3(3I_2 + 4I_3 + 4I_2I_3 + 2I_2^2)} + \frac{qI_1^3(I_2^2 + 2I_2I_3)}{8I_3^3(3I_2 + 4I_3 + 4I_2I_3 + 2I_2^2)} - \frac{qI_1(I_2^2 + 2I_2^3I_3 + 3I_2I_3^2 + 5I_3^4)}{4I_3^3(3I_2 + 4I_3 + 4I_2I_3 + 2I_2^2)} - \frac{q(I_2^2 + 2I_2^4I_3 + 5I_2^2I_3^2 + 10I_2I_3^3)}{8I_3^3(3I_2 + 4I_3 + 4I_2I_3 + 2I_2^2)} \quad (8)$$

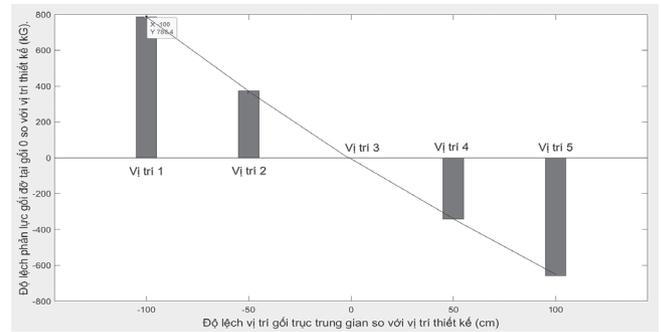
Để đánh giá ảnh hưởng của vị trí gối đỡ trục trung gian đến hệ phản lực gối đỡ tác dụng lên hệ trục tàu thủy, ta thực hiện tính toán cho hệ trục với các giá trị của nhịp trục thay đổi. Cụ thể, ta sẽ tính toán cho 5 vị trí của gối đỡ trục trung gian, bao gồm: Vị trí 1 là khi gối trục trung gian được dịch chuyển về phía đuôi tàu 100 cm so với vị trí thiết kế (*Bảng 3.1*). Vị trí 2 là khi gối trục trung gian được dịch chuyển về phía đuôi tàu 50 cm; vị trí 3 là tương ứng với vị trí thiết kế của tàu, tức là gối trục trung gian cách mút mũi chân vịt là 1.000 cm; vị trí 4 là vị trí ứng với gối đỡ trục trung gian được dịch chuyển về phía mũi 50 cm; vị trí 5 là vị trí ứng với gối đỡ trục trung gian được dịch chuyển về phía mũi tàu 100 cm.

**Bảng 3.1. Ảnh hưởng của vị trí gối đỡ trục trung gian đến hệ phản lực gối**

Gối đỡ	Phản lực gối đỡ khi gối TTG được di chuyển đến (kG)				
	Vị trí 1	Vị trí 2	Vị trí 3	Vị trí 4	Vị trí 5
0	74.701	74.289	73.915	73.572	73.258
1	- 35.285	- 3.2871	- 31.026	- 29.576	- 28.416
2	3.634,8	2.711,2	1.716,8	478,8	-131,4
3	2.290,6	2.029,1	1766	1.499,4	1.224,5

*Bảng 3.1* cho thấy sự thay đổi của hệ phản lực gối đỡ tác dụng lên hệ trục tàu hàng 34.000 tấn trong 5 trường hợp ứng với các vị trí của gối đỡ trục trung gian khác nhau khi sử dụng phương pháp tính toán biểu tượng. Trong khi *Hình 3.1*

mô tả sự thay đổi của phản lực tại gối 0 khi vị trí của gối đỡ trục trung gian thay đổi. Có thể thấy rằng, khi vị trí gối đỡ trục trung gian thay đổi sẽ làm thay đổi hệ phản lực tác dụng tại các gối. Khi gối trục trung gian càng dịch chuyển về gần vách sau buồng máy thì tính đàn hồi của hệ trục càng giảm, tức là hệ trục càng cứng vững hơn. Ngược lại, khi dịch chuyển gối đỡ trục trung gian về phía máy chính thì hệ trục sẽ có tính đàn hồi tốt hơn, nhưng phân bố tải trọng gối đỡ sẽ không có lợi nếu xét theo tiêu chí phân bố đồng đều tải trọng gối.



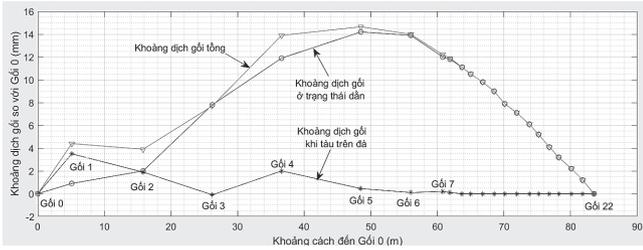
**Hình 3.1: Ảnh hưởng của vị trí gối đỡ trục trung gian đến hệ phản lực gối**

### 3.3. Đánh giá ảnh hưởng của biến dạng vỏ tàu

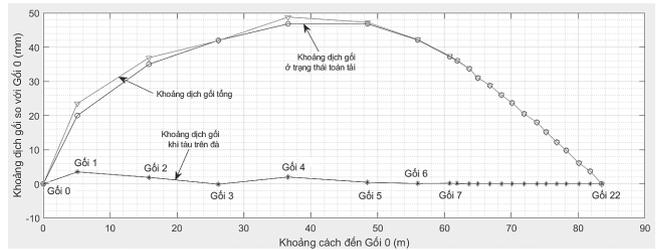
Mô hình tính cho bài toán tính phản lực gối đỡ hệ trục tàu thủy được xây dựng như trên *Hình 2.2* là chưa kể đến các yếu tố ảnh hưởng do biến dạng của vỏ tàu gây nên. Trong đó, hệ trục tàu thủy được coi là một dầm đàn hồi nhiều nhịp tựa trên một hệ tuyệt đối cứng không đàn hồi. Nói cách khác, đường tâm của các gối đỡ hệ trục tàu thủy được coi là nằm trên một đường thẳng. Tuy nhiên, trong thực tế, tàu thủy hoạt động trên mặt nước và chịu tác dụng của các phản lực do nước tác dụng lên phần vỏ tàu chìm trong nước, đặc biệt là trong các điều kiện sóng gió thì các lực này còn có tính chu kỳ, do vậy chắc chắn sẽ gây nên biến dạng của vỏ tàu làm toàn bộ kết cấu vùng vòm đuôi tàu, nơi các gối đỡ hệ trục tàu thủy tựa vào, bị biến dạng dẫn đến đường tâm của các gối đỡ hệ trục không nằm trên một đường thẳng.

Ngoài ra, cần chú ý rằng, khi tính toán hệ phản lực gối đỡ hệ trục phục vụ cho nghiệm bền hệ trục thì không cần xem xét các gối đỡ của bản thân động cơ diesel chính. Nhưng trong trường hợp tính toán hệ phản lực gối đỡ phục vụ cho định tâm hệ trục thì phải xem xét cả các gối đỡ của động cơ diesel chính. Theo hướng dẫn của cơ quan đăng kiểm Mỹ thì số gối đỡ của động cơ diesel chính được xem xét đưa vào mô hình tính toán định tâm hệ trục tàu thủy tối thiểu phải là 5 gối đỡ [4].

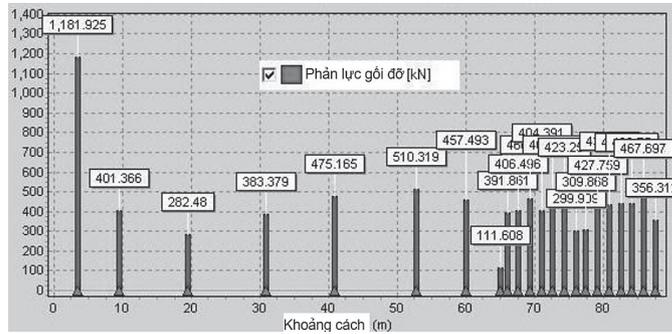
Theo đó, các thông số đầu vào phục vụ cho tính toán hệ phản lực gối đỡ của hệ trục cũng như kết quả thu được giữa các trường hợp có xét đến ảnh hưởng của biến dạng vỏ tàu với các trường hợp không xét đến biến dạng vỏ tàu được trình bày. Trên các *Hình 3.2* và *Hình 3.3* cho thấy sự khác nhau giữa việc có xem xét hay không ảnh hưởng của biến dạng vỏ tàu đến việc tính toán định tâm hệ trục tàu thủy ở các trạng thái dẫn tàu và trạng thái tàu toàn tải. Trên các hình vẽ này đều trình bày 3 đường đồ thị tương ứng với khoảng dịch gối ban đầu khi tàu trên đà, do biến dạng vỏ tàu và khi kể đến biến dạng vỏ tàu trong tính toán.



Hình 3.2: Độ sụt gối ban đầu khi tàu ở trạng thái dần [2]

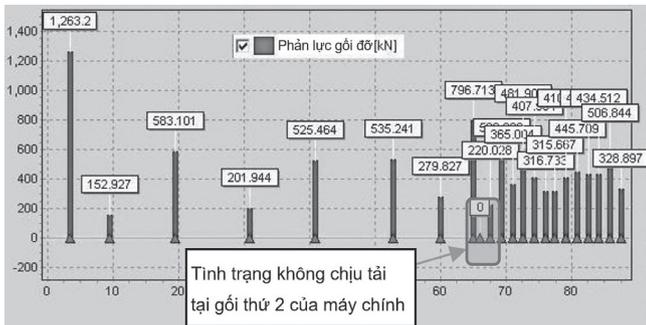


Hình 3.3: Độ sụt gối ban đầu khi tàu ở trạng thái toàn tải [2]



Hình 3.4: Phân bố phản lực gối đỡ hệ trục khi tàu ở trạng thái dần [2]

Các số liệu về độ sụt gối ban đầu của một tàu chở dầu siêu trường siêu trọng cho trên Hình 3.2 và Hình 3.3 được dùng làm số liệu đầu vào cho tính toán hệ phản lực gối đỡ hệ trục của tàu. Các phản lực gối đỡ thu được cho các trạng thái tương ứng với trạng thái dần tàu và trạng thái tàu toàn tải được chỉ rõ trên Hình 3.4 và Hình 3.5. Trong đó, việc tính toán phản lực gối đỡ đã kể đến yếu tố biến dạng của vỏ tàu. Chúng được xem như độ sụt gối ban đầu để đưa vào tính toán.



Hình 3.5: Phân bố phản lực gối đỡ hệ trục khi tàu ở trạng thái toàn tải [2]

Có thể thấy rằng, phân bố của hệ tải trọng tác dụng lên các gối đỡ khi tàu ở trạng thái dần vẫn tương đối đồng đều khi xét đến biến dạng của vỏ tàu. Tuy nhiên, ở Hình 3.4 lại cho thấy ở trạng thái tàu toàn tải thì việc phân bố tải trọng gối đỡ đã thay đổi đáng kể. Cụ thể, tại gối đỡ số 2 của động cơ diesel chính tải trọng gối bằng không, tức là không chịu tải trọng gì. Đây là trường hợp không được cho phép theo các tiêu chuẩn về định tâm hệ trục tàu thủy theo tải trọng gối đỡ.

#### 4. KẾT LUẬN

Căn cứ các kết quả trình bày trên đây có thể kết luận rằng việc kết hợp phương pháp tính toán biểu tượng và các

phương pháp số cho phép linh động hơn trong việc xuất các kết quả tính toán tùy theo yêu cầu của người phân tích kết quả. Các kết quả đó có thể là các file văn bản số, các file văn bản dưới dạng các biểu thức biểu tượng hoặc các file đồ họa để thuận tiện cho người sử dụng trong phân tích, đánh giá sau này. Đặc biệt, trong việc đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố như vị trí gối đỡ, biến dạng vỏ tàu tới hệ phản lực gối đỡ thì phương pháp tính toán biểu tượng có nhiều ưu điểm vượt trội so với phương pháp số.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong Đề tài mã số DT23-24.12.

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. TS. Cao Đức Thiệp, ThS. Lê Đình Dũng, ThS. Trương Tiến Phát (2021), *Nghiên cứu xây dựng phần mềm tự động tính toán thiết kế hệ trục tàu thủy lập trình trên phần mềm MATLAB*, Đề tài NCKH cấp cơ sở, mã số DT20-21.17.
- [2]. ThS. Lê Đình Dũng, TS. Cao Đức Thiệp, ThS. Bùi Thị Hằng (8/2023), *Xây dựng phương pháp tính toán định tâm hệ trục tàu thủy cỡ lớn khi kể đến ảnh hưởng của biến dạng thân tàu*, Tạp chí GTVT, số 732.
- [3]. TS. Cao Đức Thiệp, ThS. Lê Đình Dũng, ThS. Bùi Thị Hằng (7/2024), *Ứng dụng phương pháp tính toán biểu tượng xác định công thức giải tích của phản lực gối đỡ hệ trục tàu thủy*, Tạp chí GTVT, số 743.
- [4]. American Bureau of Shipping - ABS (9/2019), *Guidance notes on propulsion shafting alignment*, Sách hướng dẫn.

Ngày nhận bài: 25/3/2024  
Ngày nhận bài sửa: 08/4/2024  
Ngày chấp nhận đăng: 25/4/2024

# Nghiên cứu tính toán phân bố tải trọng lên các chân chống cần trục bánh lốp khi làm việc

■ PGS. TS. PHẠM TRỌNG HÒA<sup>(\*)</sup>; ThS. PHẠM ANH TUẤN; ThS. LÊ TOÀN THẮNG

Trường Đại học Giao thông vận tải

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

**TÓM TẮT:** Ổn định của cần trục bánh lốp ảnh hưởng rất lớn đến an toàn và hiệu quả công tác thi công lắp đặt. Để có thể tính toán và kiểm soát được ổn định của cần trục bánh lốp khi làm việc thì phải xác định được phân bố tải trọng của nó lên các chân chống. Bài báo trình bày tóm tắt kết quả nghiên cứu, tính toán sự phân bố tải trọng lên các chân chống của cần trục bánh lốp khi làm việc. Tác giả đã tính toán một số chủng loại cần trục thông dụng hiện nay và so sánh với cách tính của phần mềm LICCON của hãng Liebherr. Kết quả của phần mềm tính toán sẽ cho biết cụ thể hiển thị bằng con số tải trọng phân bố lên từng chân chống và có thể làm giá trị tham khảo trong quá trình vận hành cần trục.

**TỪ KHÓA:** Phân bố tải trọng, chân chống thủy lực, cần trục bánh lốp, an toàn và ổn định.

**ABSTRACT:** The stability of the mobile crane greatly affects the safety and efficiency of construction and installation work. Control of the stability of the mobile crane when working, the load distribution on each outrigger must be determined. The article presents a summary of the research results, calculating the load distribution on the wheeled crane outriggers during work. The author has calculated some common types of cranes today and compared them with the calculation method of Liebherr's LICCON software. The results of the calculation software will specifically show the load distributed on each outriggers and can be used as a reference value during crane operation.

**KEYWORDS:** Load distribution, hydraulic outriggers, mobile cranes, safety and stability.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, ở nước ta, việc sử dụng cần trục để thi công lắp dựng các công trình ngày càng nhiều. Do tính cơ động cao nên cần trục bánh lốp đóng một vai trò quan trọng trong công tác xây lắp các công trình xây dựng nói chung,

đặc biệt là công tác nâng hạ lắp đặt các cấu kiện nặng trong các công trình giao thông, công nghiệp, năng lượng... Một trong những vấn đề được quan tâm nhất là ổn định và an toàn của cần trục bánh lốp trong quá trình làm việc. Ở nước ta, các thiết bị cần trục chủ yếu được nhập từ nước ngoài nên các công nghệ liên quan chưa chủ động được. Các chương trình điều khiển, giám sát an toàn của máy vì thế cũng như những "hộp đen" chưa thật sự được làm rõ. Trong những năm gần đây, do nhu cầu ngày càng cao trong công tác xây dựng các cơ sở hạ tầng, các nhà máy, khu công nghiệp, đặc biệt là các khu công nghiệp nặng dẫn đến nhu cầu về cần trục và thiết bị nâng hạ càng lớn và các tai nạn liên quan đến quá trình nâng hạ cũng càng nhiều hơn.

Trong công tác đảm bảo an toàn cần trục khi làm việc, rất nhiều nghiên cứu đã được thực hiện cho đến nay. Các nghiên cứu tập trung nhiều vào các vấn đề liên quan đến con người vận hành an toàn cần trục [1, 2, 3, 4, 5], yếu tố ảnh hưởng của gió đến an toàn của cần trục khi làm việc [6]. Một số công trình nghiên cứu tập trung vào phân tích đánh giá ảnh hưởng của phân bố lực lên các chân chống [7, 8] đến ổn định của cần trục khi làm việc và khi quay cần. Trong nghiên cứu [9, 10], tác giả đã xây dựng mô hình tính phản lực của chân chống cần trục bằng phương pháp đồ họa. Trong nghiên cứu [11], tác giả đưa thêm biến dạng để giải bài toán lực tác dụng lên chân chống cần trục, tuy nhiên trong nghiên cứu này, tác giả sử dụng bộ số liệu giả định để tính toán và so sánh kết quả tính toán lý thuyết với kết quả mô phỏng. Các số liệu giả định này chưa thật sự phù hợp với bộ số liệu của các loại cần trục hiện tại có trên thị trường và các kết quả tính toán được công bố chưa so sánh với các số liệu thực tế, do vậy chưa đưa ra được mức độ chính xác của phương pháp tính toán lý thuyết.

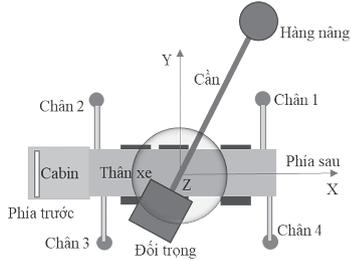
Trong bài báo này, mô hình toán xác định các lực tác dụng lên các chân chống của cần trục khi làm việc sẽ được tính toán tương tự như mô hình trong nghiên cứu [11], tuy nhiên bộ thông số tính toán được lấy đúng theo các thông số của các loại cần trục có trên thị trường. Sau đó, nhóm tác giả tiến hành xây dựng chương trình tính toán trên phần mềm Matlab. Các kết quả tính toán được so sánh với kết quả tính toán bằng các phần mềm chuyên dụng bản quyền của các hãng cần trục. Trên cơ sở đó đánh giá được mức độ chính xác của phương pháp tính toán lý thuyết với mô hình toán đã xây dựng.

## 2. NỘI DUNG

Do bánh lốp có tính đàn hồi rất lớn, do vậy trong quá trình cần trục bánh lốp làm việc thì yêu cầu bắt buộc là các bánh lốp phải được nâng lên khỏi mặt đất và khi đó cần trục tiếp xúc với nền thông qua các chân chống thủy lực đã được hạ xuống như trên Hình 2.1, 2.2 dưới đây.



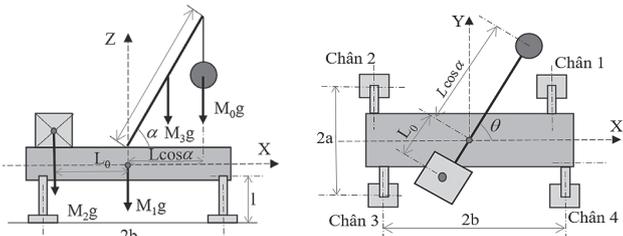
**Hình 2.1:**  
Cần trục bánh lốp  
khi làm việc



**Hình 2.2:** Sơ đồ mặt  
bằng cần trục ô tô có 4 chân chống  
khi làm việc

**Các giả thiết khi tính toán:** Không xét đến biến dạng của nền cần trục đứng; không xét đến sự thay đổi về trọng lượng của các đoạn cần; tâm quay của xe nằm giữa các chân chống; coi trọng tâm của phần thân dưới của xe trùng với tâm quay của xe; chưa xét đến sự thay đổi của tâm đối trọng khi thay đổi số lượng các cục đối trọng.

Hệ tọa độ XYZ được đặt ở tâm quay của cần trục. Các lực tác dụng lên cần trục bao gồm trọng lượng hàng nâng  $P_0 = M_0g$  (đã bao gồm móc câu và các phụ kiện), trọng lượng phần thân dưới  $P_1 = M_1g$ , trọng lượng đối trọng  $P_2 = M_2g$ , trọng lượng cần  $P_3 = M_3g$ . Các lực tác dụng và cánh tay đòn của chúng được thể hiện như trên Hình 2.3.



a) - Lực theo phương thẳng đứng      b) - Lực theo phương nằm ngang  
**Hình 2.3:** Sơ đồ lực tác dụng lên cần trục khi làm việc

Từ các giả thiết trên, tổng lực tác dụng theo phương Z được xác định theo phương trình (1).

$$\begin{bmatrix} F \\ M \end{bmatrix} = g \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ L \cos \alpha & 0 & -L_0 & \frac{1}{2} L \cos \alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} M_0 \\ M_1 \\ M_2 \\ M_3 \end{bmatrix} \quad (1)$$

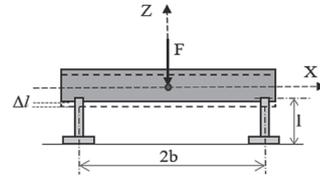
Các thành phần mô-men theo phương X ( $M_x$ ) và phương Y ( $M_y$ ) được tính thông qua mô-men tổng M như sau:

$$\begin{bmatrix} M_x \\ M_y \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} \sin \theta \\ \cos \theta \end{bmatrix} \quad (2)$$

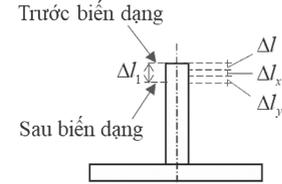
Để có thể tính được các lực tác dụng lên 4 chân chống của cần trục chúng ta cần có 4 phương trình, tuy nhiên ở đây chỉ có 3 phương trình nên bài toán không giải được. Để giải quyết vấn đề này, chúng ta xét đến sự biến dạng của các chân chống dưới tác dụng của các lực và mô-men. Giả sử các chân chống đều chịu biến dạng như nhau do tác dụng của lực F như trên Hình 2.4. Khi đó, biến dạng của mỗi chân chống sẽ được tính như trong phương trình (3). Biến

dạng của các chân chống dưới sự tác dụng của các lực tuân theo định luật Hook chúng ta có:

$$\Delta l = \frac{1}{4} \frac{Fl}{AE} \quad (3)$$

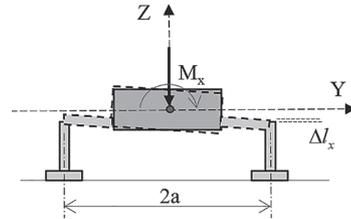


**Hình 2.4:** Biến dạng do lực F

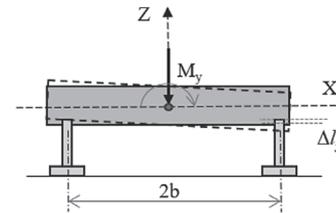


**Hình 2.5:** Tổng biến dạng

Biến dạng do mô-men phương X và phương Y như sau:



**Hình 2.6:** Biến dạng do mô-men  $M_x$



**Hình 2.7:** Biến dạng do mô-men  $M_y$

Biến dạng do mô-men  $M_x$  và mô-men  $M_y$  lên chân chống số 1 được thể hiện như trên Hình 2.6 và Hình 2.7. Áp dụng định luật Hook chúng ta tính được tổng biến dạng xét cho chân số 1 như trên hình và được tính như sau:

$$\Delta l_1 = \Delta l + \Delta l_x + \Delta l_y \quad (4)$$

Cuối cùng, ta xác định được lực tác dụng lên chân chống số 1 được tính như sau:

$$F_1 = \frac{F}{4} + \frac{M_x}{4a} + \frac{M_y}{4b} \quad (5)$$

Tương tự chúng ta sẽ xác định được lực tác dụng lên các chân chống khác. Sau khi xác định chúng ta có thể viết dưới dạng ma trận như sau:

$$\begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \\ F_4 \end{bmatrix} = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{a} & \frac{1}{b} \\ 1 & \frac{1}{a} & -\frac{1}{b} \\ 1 & -\frac{1}{a} & -\frac{1}{b} \\ 1 & -\frac{1}{a} & \frac{1}{b} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F \\ M_x \\ M_y \end{bmatrix} \quad (6)$$



Giải phương trình ma trận (6), chúng ta thu được lực tác dụng lên các chân chống thủy lực của cần trục bánh lốp.

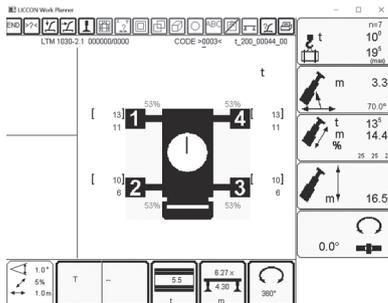
**3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

Trên cơ sở các phương trình toán học như trên, nhóm tác giả đã tiến hành xây dựng chương trình tính toán trên phần mềm Matlab để xác định lực phân bố lên từng chân chống trong quá trình cần trục làm việc. Để kiểm tra mức độ chính xác của mô hình tính, bài báo sử dụng phần mềm chuyên dụng LICCON của hãng cần trục Liebherr để tính toán và so sánh đối chiếu kết quả.

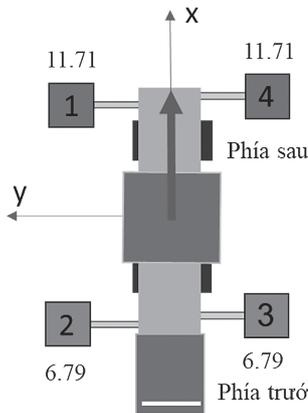
*Bảng 3.1. Các thông số tính toán đầu vào*

Thông số	Ký hiệu	Đơn vị	LTM1030-2.1	LTM 1050-3.1
Tải trọng hàng nâng	$P_o$	Tấn	10	20
Trọng lượng khung gầu	$P_1$	Tấn	12	18
Trọng lượng đối trọng	$P_2$	Tấn	9,5	21
Trọng lượng cần	$P_3$	Tấn	5,5	6
Chiều dài cần	L	m	14,4	15,4
Góc nghiêng cần theo phương thẳng đứng	An pha	độ	70	75
Góc nghiêng cần theo phương ngang	gama	độ	0	0
Khoảng cách 2 trục phương X	b	m	6,27	7,16
Khoảng cách 2 trục phương Y	a	m	6,0	6,4
Bán kính của đối trọng	$L_o$	m	3,5	3,1

Dữ liệu tính toán để so sánh như trong *Bảng 3.1*. Nhập dữ liệu này vào phần mềm tính toán của hãng LICCON và vào chương trình tính được xây dựng trong MATLAB. Sau đó, tiến hành so sánh kết quả tính toán của hai chương trình để đánh giá độ chính xác của mô hình đã xây dựng. Kết quả tính toán từ phần mềm LICCON của hãng Liebherr và kết quả tính của chương trình tính xây dựng trên Matlab được thể hiện như trên *Hình 3.1* cho loại cần trục LTM1030-2.1, trên *Hình 3.2* là cần trục LTM1050-3.1 ở dưới đây.

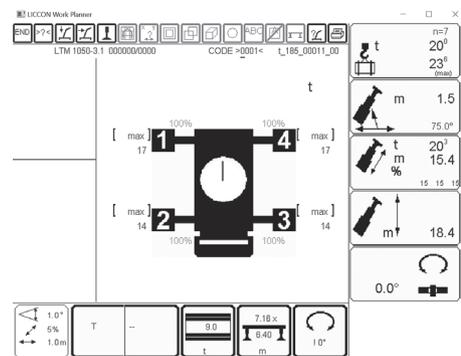


a) - Kết quả tính theo phần mềm LICCON

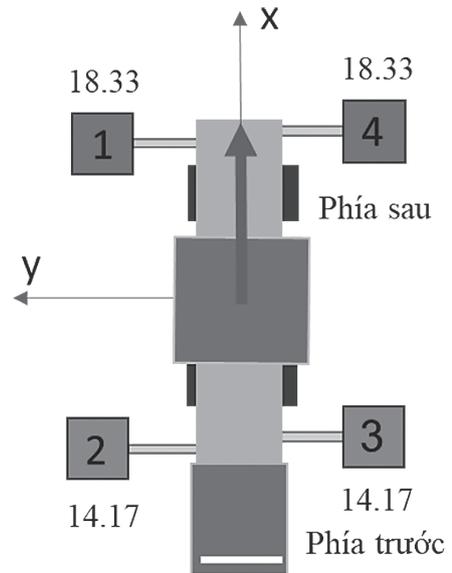


b) - Kết quả tính theo chương trình

**Hình 3.1: Kết quả tính toán cần trục 30 tấn LTM1030-2.1**



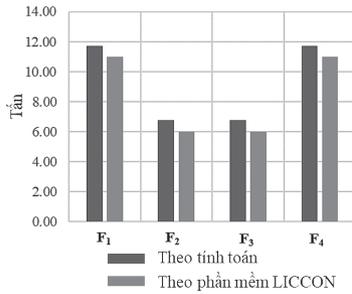
a) - Kết quả tính theo phần mềm LICCON



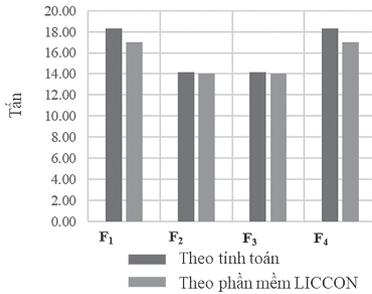
b) - Kết quả tính theo chương trình

**Hình 3.2: Kết quả tính toán bằng phần mềm cho cần trục 50 tấn LTM1050-3.1**

Nhìn vào kết quả tính toán như *Hình 3.1* và *Hình 3.2*, chúng ta thấy biểu đồ so sánh *Hình 3.3* dưới đây:



So sánh với cầu 30 tấn LTM1030-2.1



So sánh với cầu 50 tấn LTM1050-3.1

**Hình 3.3: So sánh kết quả tính toán bằng phần mềm LICCON và chương trình tính toán**

Từ kết quả tính toán cho thấy giá trị phân bố tải trọng lên từng chân chống hiển thị trên phần mềm một cách rõ ràng, điều này làm cho người công nhân điều khiển cần trục dễ dàng xử lý các tình huống thay đổi tải trọng đối với các chân chống này. Đồng thời, khi so sánh với kết quả tính toán bằng phần mềm chuyên dụng của hãng Liebherr cho thấy sai số tính toán cao nhất là 13%, thấp nhất là 1,2%.

#### 4. KẾT LUẬN

Rất nhiều cầu bán lớp đang sử dụng ở nước ta hiện nay không có hệ thống hiển thị phân bố áp lực lên các chân chống khi làm việc. Nó gây ra những khó khăn cho người vận hành để có thể kiểm soát được ổn định và phòng ngừa rủi ro khi cầu nâng hạ hàng hóa. Do vậy, việc có được một mô hình toán và chương trình tính với độ chính xác có thể chấp nhận được là rất cần thiết cho công tác lập biện pháp thi công và kiểm soát an toàn khi làm việc. So sánh với kết quả tính toán bằng phần mềm chuyên dụng của hãng Liebherr cho thấy độ chính xác tính toán là từ 87% đến 98% tùy theo các điều kiện làm việc và cấu hình cầu sử dụng.

Với mô hình toán và chương trình tính này cho phép người kỹ sư có thể khảo sát đánh giá ảnh hưởng của các thông số kết cấu, thông số vận hành đến sự thay đổi của phân bố lực cho từng chân chống, qua đó tính toán được phân bố áp suất của cầu tác dụng lên nền máy đứng làm cơ sở để tính toán ổn định và an toàn cho cần trục khi làm việc. Điều đó giúp cho người kỹ sư có thể tính toán được áp lực lớn nhất mà cầu tác dụng lên nền, đây cũng chính là thông số đầu vào cho các kỹ sư công trình để thiết kế nền máy đứng đảm bảo cho cầu khi làm việc.

Kết quả tính toán khi sử dụng mô hình toán có sai số là do một số yếu tố chưa được xét đến như trong phần giả thiết xây dựng mô hình toán đã nêu trong bài báo. Để tăng

độ chính xác của kết quả tính toán, cần đưa thêm các ảnh hưởng của các yếu tố như ảnh hưởng của trọng tâm quay, ảnh hưởng của trọng tâm đối trọng, ảnh hưởng của trọng lượng các đoạn cần khác nhau. Đây cũng chính là hướng nghiên cứu tiếp theo của bài báo này.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học GTVT với Đề tài cấp Trường, mã số T2024-CK-002.

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. H.M. Al-Humaidi a,\*, F. Hadipriono Tan (2009), *Mobile crane safe operation approach to prevent electrocution using fuzzy-set logic models*, Advances in Engineering Software, 40, 686-696.
- [2]. H. Safouhi a, \*, M. Mouattamid a, U. Hermann b, A. Hendi b (2011), *An algorithm for the calculation of feasible mobile crane position areas*, Automation in Construction, 20, 360-36.
- [3]. The Crane Industry Council of Australia (2017), *CICA & CANZ Guidance Note Crane Stability and Ground Pressure*, CICA-GN-0013-A, pp.1-32.
- [4]. Richard L. Neitzel, Noah S. Seixas, and Kyle K. Ren (2001), *A Review of Crane Safety in the Construction Industry*, *Applied Occupational and Environmental Hygiene Volume 16*(12): 1106-1117.
- [5]. Congwen Kan<sup>1</sup>; Chimay J. Anumba<sup>2</sup>; Yihai Fang<sup>3</sup>; and John I. Messner (2018), *Use of Analytical Tools to Mitigate Mobile Crane-Related Failures*, Construction Research Congress, ASCE, pp.184-195.
- [6]. Dawid Cekus, Paweł Kwiaton´ (2020), *Effect of the rope system deformation on the working cycle of the mobile crane during interaction of wind pressure*, Mechanism and Machine Theory, 153, 104011.
- [7]. Giuseppe Romanello (2020), *A graphical approach for the determination of outrigger loads in mobile cranes*, Mechanics Based Design of Structures and Machines, DOI: 10.1080/15397734.2020.1726184.
- [8]. Giuseppe Romanello (2018), *Stability analysis of mobile cranes and determination of outriggers loading*, Journal of Engineering, Design and Technology, <https://doi.org/10.1108/JEDT-05-2018-0084>.
- [9]. Donghoon Lee<sup>1</sup>, Jun Young Park<sup>1</sup>, Jongkwan Ho<sup>2</sup> and Sunkuk Kim<sup>1</sup> (2014), *Automatic design algorithms for securing the ground contact stability of mobile cranes*, Lee et al. Visualization in Engineering, 2:7.
- [10]. Shyr-Long Jeng a, Chia-Feng Yang b & Wei-Hua Chieng (2010), *Outrigger Force Measure for Mobile Crane Safety Based on Linear Programming Optimization*, Mechanics Based Design of Structures and Machines, 38: 145-170.
- [11]. JB. Qian\*, LP. Bao, RB. Yuan, XJ. Yang (August, 2017), *Modeling and Analysis of Outrigger Reaction Forces of Hydraulic Mobile Crane*, International Journal of Engineering, IJE TRANSACTIONS B: Applications vol.30, no.8, pp.1246-1252.

Ngày nhận bài: 17/7/2024

Ngày nhận bài sửa: 02/8/2024

Ngày chấp nhận đăng: 14/8/2024

# Ứng dụng phần mềm Hs tính toán khối lượng san lấp mặt bằng tại Khu Công nghiệp An Phước - Đồng Nai

■ ThS. TRỊNH NGỌC HÀ

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh  
Email: tnha@hcmunre.edu.vn

**TÓM TẮT:** Trong lĩnh vực xây dựng công trình dân dụng, hạ tầng giao thông thì công việc san lấp mặt bằng không thể thiếu được. San lấp mặt bằng là công việc làm bằng phẳng những nền lồi lõm ngoài thực địa tới một giá trị nhất định được chủ đầu tư yêu cầu. Việc tính toán khối lượng san lấp ảnh hưởng rất nhiều tới khối lượng thi công, chi phí thi công và thời gian thi công. Bài báo nêu hiệu quả của việc ứng dụng phần mềm trong công tác san lấp mặt bằng tại Khu Công nghiệp An Phước, huyện Long Thành, tỉnh Đồng Nai. Kết quả cho thấy phần mềm có giao diện trực quan, các bước tính toán nhanh, đảm bảo yêu cầu độ chính xác trong công tác tính toán khối lượng san lấp mặt bằng.

**TỪ KHÓA:** Công trình, khu công nghiệp, san lấp.

**ABSTRACT:** In the field of civil engineering and transportation infrastructure construction, leveling work is indispensable. Leveling is the job of leveling convex and convex foundations in the field to a certain value the investor request. Calculating the leveling volume greatly affects the construction volume, construction costs and construction time. The article states the effectiveness of software application in site leveling work in An Phuoc industrial park, Long Thanh district, Dong Nai province. The results show that the software has an intuitive interface, fast calculation steps, and ensures accuracy requirements in calculating the leveling volume.

**KEYWORDS:** Construction, industrial park, leveling.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc tính toán khối lượng san lấp mặt bằng là yêu cầu bắt buộc đối với các nhà thầu và chủ đầu tư, vì san lấp mặt bằng là một công đoạn quan trọng trong các dự án xây dựng, ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng và tiến độ thi công, việc tính toán chính xác khối lượng không chỉ giúp tiết kiệm chi phí mà còn đảm bảo chất lượng và tiến độ thi công.

Để tính toán khối lượng san lấp ta cần đưa độ cao bề mặt đất tự nhiên về giá trị độ cao thiết kế cho trước, giá trị thiết kế này có thể là một giá trị hoặc nhiều giá trị có độ dốc khác nhau hoặc là bề mặt đã được thi công rồi cần xác định trữ lượng để nghiệm thu thực tế luôn đòi hỏi độ chính xác rất cao.

Để xác định được độ cao bề mặt tự nhiên ta cần sử dụng phương pháp đo đạc thực địa để tạo ra được bản đồ địa hình tỷ lệ lớn khu vực khảo sát, bản đồ địa hình tỷ lệ lớn thể hiện chi tiết các điểm độ cao với mật độ từ 10 tới 15 điểm/1dm<sup>2</sup>, được đề cập trong [4], tùy đặc điểm ngoài thực địa mà các điểm đo chi tiết này có thể tăng lên hoặc giảm xuống.

Thực tế hiện nay, ở Việt Nam có rất nhiều phần mềm phục vụ tính toán khối lượng đào đắp như: Phần mềm Excel, Civil 3D, phần mềm Sumac... cho phép trợ giúp đắc lực trong công tác tính toán khối lượng. Ở bài báo này, tác giả ứng dụng phần mềm Hs của công ty công nghệ phần mềm Hải Hòa phát triển được đề cập trong [1] do có nhiều ưu điểm sau:

- Phần mềm được xây dựng trên cơ sở thuật toán hiện đại có cơ sở khoa học chặt chẽ.

- Phần mềm có tính đồng bộ cao, dữ liệu được định dạng theo chuẩn Việt Nam. Bản đồ số được lập từ số liệu đo hoặc số hóa bản đồ, tính toán khối lượng được thực hiện trong cùng một môi trường dưới dạng dữ liệu 3D. Hệ thống phần mềm tuân thủ theo một hệ thống định dạng chuẩn quốc tế DXF (Data eXchange Format) thuận lợi cho việc trao đổi dữ liệu với các môi trường khác.

- Các bước thực hiện tính toán đơn giản, dễ hiểu.

- Kết quả tính toán đạt độ chính xác cao, dữ liệu đầu ra xuất trên định dạng .dwg trên nền autocad được biên tập khoa học, dễ hiểu.

- Các thanh công cụ phong phú, ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực giao thông, xây dựng, thủy lợi, nông nghiệp...

## 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng áp dụng có tính thực tiễn trong sản xuất, công trình được thực hiện trong giai đoạn san lấp mặt bằng ở trong khu công nghiệp An Phước, huyện Long Thành, tỉnh Đồng Nai.

Tài liệu phục vụ nghiên cứu gồm các phần mềm chuyên dụng, bản đồ địa hình giai đoạn khảo sát, các tiêu chuẩn trong thi công xây dựng.

Giới thiệu về phần mềm Hs phục vụ khảo sát thiết kế, san lấp mặt bằng được thể hiện trong [1].

Phần mềm Hs của Công ty Cổ phần Hải Hòa phát triển là sản phẩm phần mềm dùng cho tính toán khối lượng đào đắp.

Sản phẩm được sử dụng với các menu lệnh và giao diện chủ yếu qua hộp thoại bằng tiếng Việt giúp cho việc sử dụng Hs rất dễ dàng.

- Phần mềm Hs được cài đặt trong môi trường AutoCad 2005 và CaD Map với các chức năng chính được đề cập sau đây:

- + Thành lập mô hình số địa hình;
- + Tính toán khối lượng đào đắp đất, mỏ than, đá dựa vào mô hình địa hình đầu kỳ, cuối kỳ, kế hoạch theo phương pháp mặt cắt;
- + Tính toán khối lượng đồng theo phương pháp mặt cắt;
- + Công thức tính toán: Theo công thức trung bình cộng hoặc theo công thức trung bình nhân.

Dữ liệu đầu vào có thể là file đo tọa độ trong máy toàn đạc điện tử, hoặc file đo góc, cạnh, chênh cao.

Phần mềm chạy trên môi trường Autocad với hệ thống menu và hộp thoại bằng tiếng Việt dễ dùng. Tính san lấp lô đất theo lưới độ lập bám theo lô đất cần tính, tạo mô hình tam giác theo số liệu đo thực tế, hoặc tạo mô hình tam giác theo đường thẳng có khai báo độ cao, giá trị thiết kế đưa vào phần mềm theo 3 cách:

- + Có file đo tọa độ thiết kế định dạng file .txt;
- + Pick điểm và khai báo cao độ thiết kế;
- + Vẽ đường thẳng PL và gán cao độ tk vào.

### 2.2. Phương pháp thực hiện

Trong công tác tính toán khối lượng san lấp để đưa bề mặt đất tự nhiên về bề mặt mới theo thiết kế luôn đòi hỏi về độ chính xác cao. Để có được độ chính xác khi tính toán khối lượng thì số liệu khảo sát địa hình ban đầu phải rất chi tiết, thể hiện rõ được các vị trí đặc trưng của địa hình khu vực đó.

Để có được bề mặt địa hình chính xác nhất phục vụ cho tính toán san lấp mặt bằng thì phương pháp được thực hiện bằng cách đo đạc trực tiếp địa hình khu đo, để thành lập bản đồ địa hình ta có thể dùng phương pháp đo bằng toàn đạc điện tử, máy rtk, phương pháp UAV, tuy nhiên khi đối chiếu với quy phạm thì phương pháp rtk, UAV chưa được áp dụng cho việc thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn, vì vậy phương pháp đo đạc trực tiếp bằng máy toàn đạc điện tử được dùng cho công trình này.

Sử dụng phần mềm trong tính toán khối lượng san lấp cho ta chọn cách tính theo lưới ô vuông hoặc theo mặt cắt địa hình, với mặt bằng công trình trong khu công nghiệp thì phương pháp sử dụng ở đây là chia lưới ô vuông có kích thước nhỏ để đảm bảo độ chính xác khi tính toán.

## 3. ỨNG DỤNG PHẦN MỀM TRONG THỰC TẾ

### 3.1. Tổng quan về khu vực nghiên cứu

Khu Công nghiệp An Phước - Đồng Nai ở xã An Phước, huyện Long Thành, tỉnh Đồng Nai là khu công nghiệp quan

trọng trong chiến lược phát triển kinh tế của tỉnh Đồng Nai. Sự hình thành và phát triển của Khu Công nghiệp An Phước góp phần tăng trưởng nền kinh tế của địa phương, thực hiện thắng lợi chương trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa, tạo điều kiện thuận lợi cho môi trường đầu tư, thu hút đầu tư phát triển sản xuất.

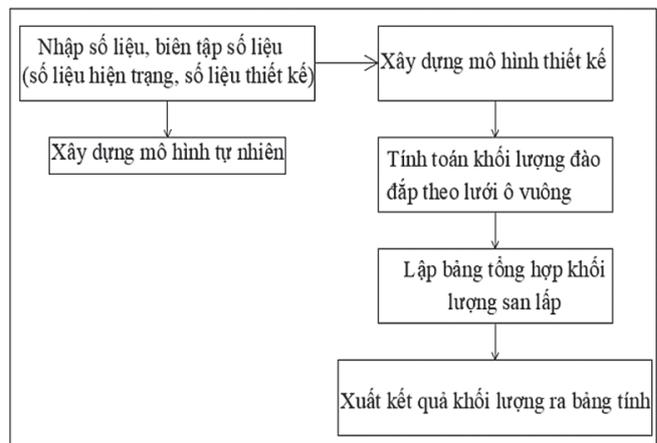
Khu công nghiệp nằm trong khu vực đầu mối GTVT của khu vực trọng điểm phía Nam nước ta. Nhờ đó, việc đi lại và giao thương giữa các khu vực trọng điểm lân cận vô cùng dễ dàng và thuận tiện.

- Cách trung tâm TP. Hồ Chí Minh 47 km;
- Cách trung tâm TP. Biên Hòa 20 km;
- Cách cảng Thị Vải - Cái Mép 35 km;
- Cách sân bay Long Thành 18 km.

Quy mô khu công nghiệp trên 200 ha với diện tích đất, nhà xưởng cho thuê rộng lớn, dự án tọa lạc ở khu vực vị trí tiềm năng lớn, thúc đẩy phát triển kinh tế trong tương lai và có hạ tầng giao thông thuận tiện giúp trao đổi hàng hóa.

### 3.2. Thực nghiệm tính toán khối lượng

#### a) Quy trình tính toán khối lượng san lấp



Hình 3.1: Sơ đồ quy trình tính toán khối lượng

#### b) Cơ sở của công tác tính toán khối lượng

Công tác san lấp mặt bằng giúp tạo ra địa hình khu đất xây dựng theo mong muốn của chủ đầu tư, kỹ sư thiết kế dự án, nhằm tạo ra địa hình bằng phẳng hoặc độ dốc chính xác cho dự án được thể hiện trong [2]. Việc tính toán khối lượng san lấp là vô cùng cần thiết, các kỹ sư trắc địa sẽ tiến hành khảo sát địa hình để cung cấp sản phẩm là bản đồ hình. Căn cứ bản đồ địa hình đó, kỹ sư thiết kế lựa chọn giá trị thiết kế cho phù hợp với khu vực và hạ tầng kết nối xung quanh hiện hữu đã có với hai cách lựa chọn: Thứ nhất là tính khối lượng san nền theo cao trình cho trước, thứ hai là tính san nền theo cân đối đào đắp để giảm chi phí vận chuyển từ ngoài vào hoặc từ trong công trình đưa ra ngoài.

Trong san lấp mặt bằng có nhiều kiểu dạng công trình san lấp khác nhau, đối với công trình đang nghiên cứu không có phần thiết kế ta-luy do phần ngăn cách với phần đường luôn là thẳng đứng để phân tách khối lượng tại vị trí đó luôn. Trong trường hợp này thì chọn phương pháp tính khối lượng theo lưới ô vuông là hợp lý nhất, trường hợp dự án có thiết kế phần ta-luy thì nguyên tắc để tính khối lượng phần ta-luy là tính khối lượng theo mặt cắt ngang.

**c) Công tác tính toán khối lượng san lấp**

Để có bản đồ địa hình khu đo trước hết cần làm: Trong khu vực nghiên cứu được thiết kế với 4 điểm GPS và 1 điểm độ cao nhà nước được dẫn về 4 mốc GPS trên. Công tác đo lưới khống chế được thực hiện bằng máy thu GPS hai tần số, sử dụng phương pháp đo tĩnh để đưa tọa độ quốc gia về khu vực công trình.

Điểm độ cao nhà nước được dẫn truyền về các mốc GPS lập trước đó bằng máy thủy chuẩn, sử dụng phương pháp đo cao hình học từ giữa cho độ chính xác tương đương lưới độ cao hàng IV nhà nước.

Số liệu khảo sát đo đạc các điểm chi tiết địa hình và địa vật được thực hiện bằng máy toàn đạc điện tử TCR407 cho toàn bộ khu vực nghiên cứu, bản đồ địa hình dùng cho giai đoạn tính toán khối lượng được thành lập ở tỷ lệ lớn như 1:200 hoặc 1:500 để đảm bảo địa hình được thể hiện chính xác nhất bề mặt địa hình ngoài thực địa được đề cập trong [3].

Sau đây là bảng tọa độ và độ cao các điểm GPS đã được xử lý bình sai:

(Hệ VN2000, kinh tuyến trực 107°45', múi chiếu 3°)

Tên điểm	X(m)	Y(m)	H(m)
GPS-1	1199891,496	412684,854	27,20
GPS-2	1199765,906	412862,194	35,15
GPS-3	1199449,056	412640,764	25,85
GPS-4	1199581,551	412461,682	19,92

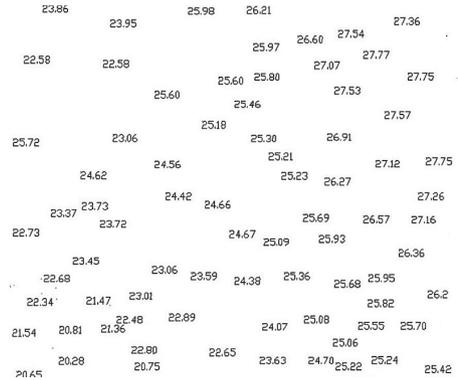
Bảng số liệu đo chi tiết được lưu tên file là CD-TN.txt

\*cao độ tự nhiên - Notepad

File	Edit	Format	View	Help
1	1199607.967	412678.4361	27.87	
2	1199595.676	412678.197	27.75	
3	1199585.41	412675.72	27.26	
4	1199578.529	412673.62	27.16	
5	1199556.571	412678.843	26.23	
6	1199568.787	412669.402	26.36	
7	1199547.241	412670.21	25.7	
8	1199561.277	412659.786	25.95	
9	1199537.292	412660.897	25.24	
10	1199553.959	412659.574	25.82	
11	1199547.325	412656.436	25.55	
12	1199535.332	412649.294	25.22	
13	1199577.28	412573.956	23.72	
14	1199536.977	412560.771	20.28	
15	1199658.505	412662.326	27.59	
16	1199660.038	412648.733	27.39	
17	1199648.266	412663.205	27.44	
18	1199647.823	412649.65	27.17	
19	1199636.941	412667.95	27.36	
20	1199616.504	412648.905	27.53	
21	1199627.004	412658.136	27.77	
22	1199602.825	412646.7	26.91	

**Hình 3.2: số liệu khảo sát địa hình thực tế**

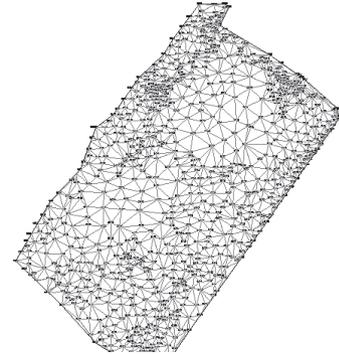
File đo chi tiết được kiểm tra xong sẽ tiến hành đưa vào phần mềm để biên tập.



**Hình 3.3: Số liệu cao độ tự nhiên**

Sau khi số liệu được thể hiện vào phần mềm thì ta tiến hành xây dựng mô hình lưới tam giác theo số liệu độ cao tự nhiên sau:

CAO ĐỘ TỰ NHIÊN VÀ MÔ HÌNH LƯỚI TAM GIÁC TỰ NHIÊN



**Hình 3.4: Mô hình lưới tam giác tự nhiên**

Số liệu độ cao thiết kế:

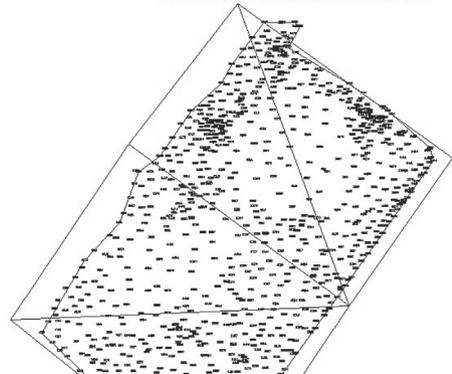
Độ cao thiết kế được lựa chọn phù hợp với hiện trạng của khu vực nghiên cứu.

Trong bài báo này, tác giả đưa ra phương án lựa chọn giá trị độ cao thiết kế theo ba tuyến đường ở ngoài đã có ở trong khu vực nghiên cứu.

Tiến hành xây dựng mô hình lưới tam giác cho phương án gán độ cao thiết.

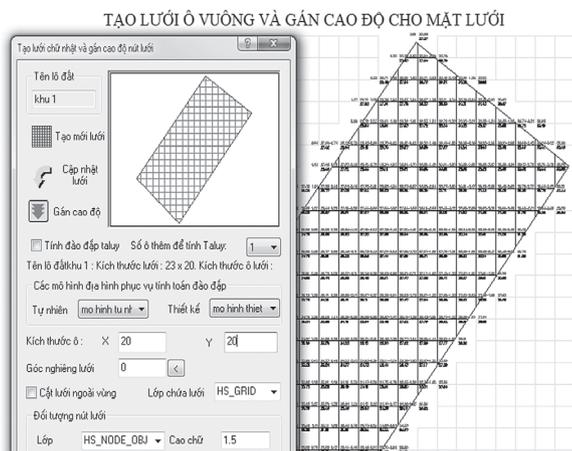
- Chọn lệnh PL vẽ các đường đi qua nơi có cùng độ cao thiết kế hoặc cùng độ dốc thiết kế, trường hợp khu đo có 3 nơi có độ cao thiết kế khác nhau thì vẽ 3 đường PL đi qua 3 nơi đó, tiếp theo ta đi gán giá trị độ cao thiết kế cho 3 đường này và tiến hành xây dựng mô hình lưới tam giác cho bề mặt thiết kế này.

MÔ HÌNH LƯỚI TAM GIÁC THIẾT KẾ



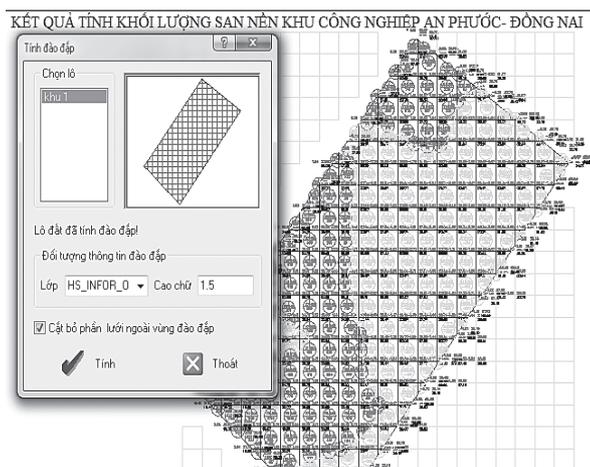
**Hình 3.5: Mô hình lưới tam giác thiết kế**

- Sau khi đã xây dựng được 2 mô hình tam giác xong (mô hình lưới tam giác tự nhiên và mô hình lưới tam giác thiết kế) thì ta bắt đầu chọn ranh bao cần tính và xây dựng lưới ô vuông cho khu đo, cần vẽ đường bao khép kín khu đo lại và chọn kích thước chia lưới ô vuông, lưới ô vuông càng chia nhỏ thì độ chính xác tính toán càng cao. Trường hợp này ta chọn kích thước ô vuông (20x20)m, tiếp theo ta chọn mục gán độ cao cho các mắt lưới ô vuông này, tiếp theo chọn chức năng tính khối lượng, bước này thể hiện ở hình ảnh phía dưới:

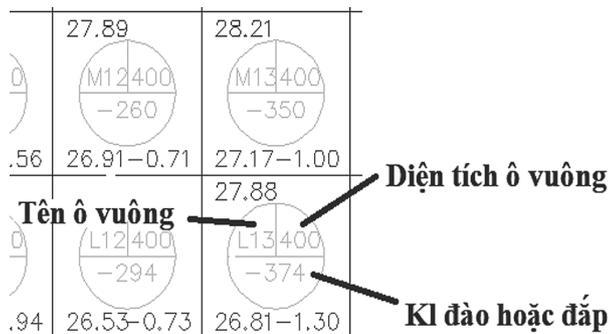


Hình 3.6: Tạo lưới ô vuông và gán cao độ vào góc lưới ô vuông

Kết quả tính được thể hiện trong mỗi ô vuông, mỗi ô vuông sẽ thể hiện các thông số sau: Tên ô vuông, diện tích ô vuông và khối lượng đào hoặc đắp.



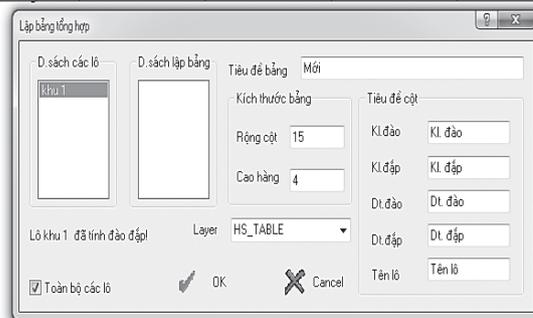
Hình 3.7: Thể hiện các kết quả tính trong mỗi ô vuông



Hình 3.8: Kết quả tính toán được thể hiện trong mỗi ô vuông

BẢNG TỔNG HỢP KHỐI LƯỢNG ĐÀO VÀ ĐẮP CỦA KHU ĐẤT

Tên lô	Dt. đào	Dt. đắp	Kl. đào	Kl. đắp
khu 1	43344.02	35097.59	59113.31	47284.77
Tổng	43344.02	35097.59	59113.31	47284.77



Hình 3.9: Bảng tổng hợp khối lượng san lấp mặt bằng trong Khu Công nghiệp An Phước - Đồng Nai

#### 4. KẾT LUẬN

Qua quá trình san lấp thi công dự án Khu Công nghiệp An Phước - Đồng Nai thì có đối chiếu với khối lượng được vận chuyển bằng xe tải, tính khối lượng theo đầu xe cho thấy kết quả chênh nhau với phần mềm tính không đáng kể, do đó kết quả tính toán chấp nhận được.

Thông qua phần mềm tính khối lượng này cho ta xử lý được tất cả các dạng công trình có kích thước, quy mô khác nhau. Kết quả tính toán được lưu ở đuôi .dwg, thuận lợi cho lưu trữ và liên kết với các phần mềm thiết kế khác.

Kết quả tính khối lượng chi tiết ở từng ô vuông, có xuất ra bảng biểu từng hàng từng cột, có thống kê và tổng hợp kết quả đào, kết quả đắp, diện tích đào, diện tích đắp, có khoanh vùng đào, vùng đắp bằng việc thể hiện màu sắc khác nhau ở khu đào và khu đắp rõ ràng, giúp cho các bên thuận lợi cho công tác nghiệm thu và hoàn thiện các hồ sơ thanh toán sau này.

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. Hướng dẫn sử dụng phần mềm H<sub>s</sub>
- [2]. TCXDVN 309:2004, Công tác trắc địa trong xây dựng công trình.
- [3]. Thông tư quy định kỹ thuật đo đạc trực tiếp địa hình phục vụ thành lập bản đồ địa hình và cơ sở dữ liệu nền địa lý tỷ lệ: 1/500, 1/1000, 1/2000, 1/5000, Thông tư 68: 2015 của Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2015.

Ngày nhận bài: 25/6/2024  
Ngày nhận bài sửa: 17/7/2024  
Ngày chấp nhận đăng: 02/8/2024

# Nghiên cứu xác định mức phát thải khí từ hoạt động của dòng xe tại nút giao Láng Hạ - Thái Hà

## ■ THS. LƯƠNG THANH TÂM

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

## ■ TS. VŨ PHƯƠNG THẢO<sup>(\*)</sup>

Trường Đại học Giao thông vận tải

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

**TÓM TẮT:** Tại các đô thị của các quốc gia đang phát triển, sự gia tăng dân số kéo theo việc tắc nghẽn giao thông, phát thải khí ô nhiễm là vấn đề khó giải quyết cho các nhà quản lý. Việc gia tăng số lượng phương tiện giao thông cơ giới, sự hiện diện của các phương tiện cũ thiếu bảo dưỡng làm vấn đề càng trầm trọng. Khí thải từ phương tiện giao thông đang là vấn đề không chỉ đối với môi trường toàn cầu mà còn đối với sức khỏe con người và an toàn đường bộ. Nút giao Láng Hạ - Thái Hà là một nút giao thông đông đúc của Hà Nội. Để giải quyết vấn đề tắc nghẽn giao thông thường xuyên, Hà Nội đã xây dựng cầu vượt theo hướng đường Láng Hạ cho hai làn xe ô tô đi hai chiều. Việc hình thành nút trục thông tạo điều kiện lưu thông qua nút giao nhưng đồng thời cũng gây gia tăng ô nhiễm môi trường tại khu vực này. Để đánh giá mức độ ô nhiễm không khí tại khu vực nút, nhóm nghiên cứu đã tiến hành khảo sát hiện trạng giao thông, sử dụng công cụ để đánh giá mức độ ô nhiễm không khí từ hoạt động của các phương tiện giao thông. Kết quả nghiên cứu cho thấy phạm vi nút giao Láng Hạ - Thái Hà có lưu lượng giao thông cao, chủ yếu là phương tiện cá nhân, tỷ lệ ô tô con chiếm từ 43,81% đến 46,20%, tỷ lệ xe máy chiếm 50,20 - 52,09%. Khu vực này là nút giao khác mức với các nguồn ô nhiễm có cao độ khác nhau, điều này làm phạm vi ô nhiễm lan truyền xa hơn.

**TỪ KHÓA:** Giao thông, ô nhiễm, khí thải, tải lượng, Thái Hà, Hà Nội.

**ABSTRACT:** In urban areas of developing countries, population growth leads to traffic congestion and air pollution, which are difficult problems for managers to solve. The increase in the number of motor vehicles and the presence of old, poorly maintained vehicles make the problem worse. Emission from vehicles is the problem not only for the global environment but also for human health and road safety. Lang Ha - Thai Ha intersection is a busy one in Hanoi. To solve the frequent traffic

congestion at this intersection, an overpass was built in the direction of Lang Ha street for two lanes of cars. The formation of a direct interchange facilitates traffic through the intersection but at the same time increases environmental pollution in this area. To assess the level of air pollution in the intersection area, the research team conducted a survey of the current traffic situation, using tools to assess the level of air pollution from the activities of vehicles. The research results show that at Lang Ha - Thai Ha intersection, there is a large number of vehicles participating in traffic, the number of vehicles is mainly private cars (43.81% - 46.20%) and motorbikes (50.20% - 52.09%). This area is an interchange with pollution sources at different heights, which makes the pollution spread further.

**KEYWORDS:** Traffic, pollution, emissions, load, Thai Ha, Ha Noi.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) ước tính khoảng 37% số ca tử vong sớm liên quan đến ô nhiễm không khí ngoài trời là do bệnh tim thiếu máu cục bộ và đột quỵ, lần lượt là 18% và 23% số ca tử vong là do bệnh phổi tắc nghẽn mạn tính và nhiễm trùng đường hô hấp dưới cấp tính và 11% số ca tử vong là do ung thư đường hô hấp [1]. Tại báo cáo năm 2020 của EPA (Cục Môi trường Hoa Kỳ), ô nhiễm không khí phát ra từ phương tiện giao thông là nguyên nhân chính gây ra khói mù quang hóa, khí thải gây ô nhiễm như bụi, VOC, hợp chất hữu cơ dễ bay hơi; NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>... [2]. Báo cáo của WHO cũng chỉ ra rằng, những người sống ở các quốc gia có thu nhập thấp và trung bình phải gánh chịu mức độ ô nhiễm không khí ngoài trời một cách không cân xứng (với 89% trong số 4,2 triệu ca tử vong sớm) xảy ra ở những khu vực này [3]. Mức độ ô nhiễm không khí lớn nhất thuộc về khu vực Đông Nam Á và Tây Thái Bình Dương và mức độ phản ánh vai trò quan trọng của ô nhiễm không khí đối với bệnh tim mạch và hô hấp [4]. Hoạt động vận tải đang gia tăng trên toàn thế giới khi nền kinh tế phát triển, điều này có nghĩa là lượng khí thải của ngành này cũng tăng lên.

Nguyên nhân chủ yếu là do 95% năng lượng vận tải của thế giới vẫn đến từ nhiên liệu hóa thạch [5].

Tại Hà Nội, Thông tin từ Cục Kiểm soát ô nhiễm môi trường (Bộ Tài nguyên và Môi trường) cho thấy, chất lượng không khí ở Hà Nội có những thời điểm chỉ số chất lượng không khí (AQI) dao động ở ngưỡng từ 101 (mức kém) đến dưới 200 (mức xấu), một số ngày vượt ngưỡng 200 (mức rất xấu), gây hại cho sức khỏe [6]. Một trong những nguồn phát sinh chất ô nhiễm không khí tại Hà Nội có thể kể đến từ hoạt động GTVT.

Tuyến đường Láng Hạ và Thái Hà là hai tuyến đường quan trọng của khu vực quận Đống Đa. Tại vị trí nút giao, TP. Hà Nội đã đầu tư xây dựng cầu vượt tại nút giao đường Láng Hạ - đường Thái Hà với quy mô: Nút trực thông với cầu vượt theo hướng đường Láng Hạ cho hai làn xe ô tô đi hai chiều. Vị trí này cách nút Lê Văn Lương - Vành đai 2 khoảng 800 m. Việc hình thành nút trực thông tạo điều kiện lưu thông qua nút giao nhưng đồng thời cũng gây gia tăng ô nhiễm môi trường tại khu vực này. Để đánh giá mức độ ô nhiễm không khí tại khu vực nút giao, nhóm nghiên cứu đã tiến hành khảo sát hiện trạng giao thông, xác định lưu lượng xe và sử dụng các công cụ tính toán để đánh giá mức độ ô nhiễm không khí từ hoạt động của các phương tiện giao thông.

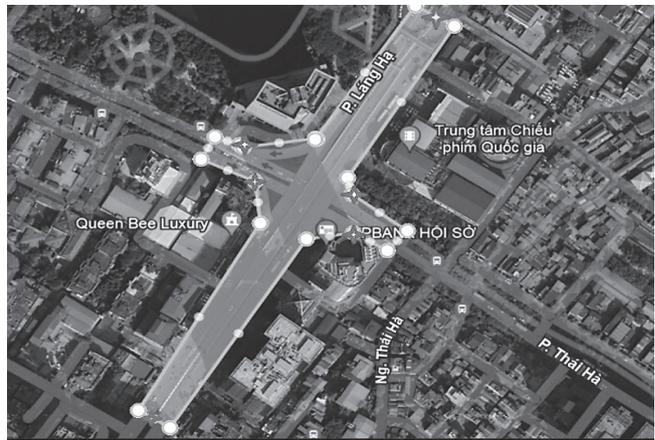
## 2. ĐỐI TƯỢNG PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Đối tượng chính của nghiên cứu này là hoạt động của dòng xe tại vị trí nút giao Láng Hạ - Thái Hà. Giới hạn khu vực đếm xe được mô tả như trong Hình 2.1. Để thực hiện nghiên cứu, chúng tôi đã thực hiện việc khảo sát đếm xe thực địa và tính toán tải lượng ô nhiễm dựa trên hệ số tải lượng. Trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu tiến hành đếm xe tại 6 vị trí đếm xe (Hình 2.1) với các hướng di chuyển phương tiện như thống kê tại Bảng 2.1, thời gian đếm xe liên tục trong 1 tuần (từ 6/11/2023 đến 12/11/2023), mỗi ngày đếm xe hai khung thời gian: Sáng (7h - 10h) và chiều (14h - 17h), đảm bảo tính liên tục về hiện trạng giao thông tại các ngày trong tuần, các khung giờ điển hình trong ngày của khu vực nghiên cứu

Bảng 2.1. Các tuyến lưu thông của phương tiện

TT	Hướng di chuyển	Đặc điểm	Mã hóa
1	Láng Hạ đi thẳng qua cầu (hướng Giảng Võ sang Láng)	Khác mức	LH1
2	Láng Hạ đi thẳng qua cầu (hướng Láng sang Giảng Võ)	Khác mức	LH2
3	Láng Hạ đi thẳng dưới cầu (hướng Giảng Võ sang Láng)	Đồng mức	LH3
4	Láng Hạ đi thẳng dưới cầu (hướng Láng sang Giảng Võ)	Đồng mức	LH4
5	Láng Hạ (từ hướng GV) rẽ phải sang Huỳnh Thúc Kháng	Đồng mức	LH5
6	Láng Hạ (từ hướng GV) rẽ trái sang Thái Hà	Đồng mức	LH6
7	Láng Hạ (từ hướng Láng) rẽ phải sang Thái Hà	Đồng mức	LH7
8	Láng Hạ (từ hướng GV) rẽ trái sang Huỳnh Thúc Kháng	Đồng mức	LH8

TT	Hướng di chuyển	Đặc điểm	Mã hóa
9	Huỳnh Thúc Kháng sang Thái Hà	Đồng mức	TH1
10	Huỳnh Thúc Kháng rẽ phải sang Láng Hạ (đi hướng đường Láng)	Đồng mức	TH2
11	Huỳnh Thúc Kháng rẽ trái sang Láng Hạ (đi Đê La Thành)	Đồng mức	TH3
12	Thái Hà - Huỳnh Thúc Kháng	Đồng mức	TH4
13	Thái Hà rẽ phải sang Láng Hạ (hướng đi Đê La Thành)	Đồng mức	TH5
14	Thái Hà rẽ trái sang Láng Hạ (hướng đi đường Láng)	Đồng mức	TH6



Hình 2.1: Khu vực nghiên cứu

Các vị trí đếm xe được lựa chọn tại các vị trí không gây ảnh hưởng tới dòng phương tiện tham gia giao thông, tầm nhìn tốt ở cả hai hướng. Tại các vị trí đếm xe, việc ghi nhận số lượng phương tiện được thực hiện bằng cách sử dụng camera điện thoại ghi lại hiện trạng giao thông, loại phương tiện được chia theo các nhóm như Bảng 2.2. Sau đó, các clip ghi hình sẽ được chuyển về kiểm đếm theo loại phương tiện, dữ liệu kiểm đếm sẽ được thực hiện trong phòng làm việc.

Bảng 2.2. Mã hóa các nhóm phương tiện cơ giới

Mã nhóm	Loại phương tiện	Mã nhóm	Loại phương tiện
N1	Xe con	N5	Xe buýt (dưới 24 ghế)
N2	Xe Khách (12 - 24 chỗ)	N6	Xe buýt (25 ghế trở lên)
N3	Xe khách (25 - 30 chỗ)	N7	Xe tải 5 tạ/bán tải
N4	Xe khách (31 ghế trở lên)	N8	Xe máy

Các loại phương tiện ở Bảng 2.2 sẽ được quy đổi về phương tiện tính toán tại bảng 3 theo Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4054-2005 [7]. Sau khi có kết quả về hoạt động giao thông tại nút, nhóm nghiên cứu sử dụng phương pháp tính toán hệ số phát thải để xác định mức độ ô nhiễm từ quá trình hoạt động của các phương tiện. Hệ số tải lượng ô nhiễm không khí từ phương tiện giao thông được xác định theo WHO [8] với hệ số tải lượng thể hiện ở Bảng 2.3.



**Bảng 2.3. Hệ số tải lượng các chất ô nhiễm theo các dạng phương tiện giao thông [8]**

Chỉ tiêu	Hệ số theo các loại phương tiện (g/km)			
	Xe con, xe tải nhẹ	Xe tải nặng	Xe buýt	Xe máy
Bụi	0,15	1,6	0,05	0
SO <sub>2</sub>	0,0042	0,037	0,0074	0,0038
NO <sub>x</sub>	0,55	24,1	1,43	0,3
CO	0,85	5,15	2,96	20
VOC	0,4	3	0,26	3

**3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

**3.1. Lượng phương tiện giao thông di chuyển qua khu vực nút giao**

Kết quả thống kê các phương tiện theo các hướng di chuyển được tính toán trung bình cho buổi sáng (kết quả tại Bảng 3.1) và buổi chiều (kết quả tại Bảng 3.2).

**Bảng 3.1. Kết quả tính toán lượng phương tiện trung bình vào buổi sáng**

Đơn vị: Phương tiện/h

Vị trí	Loại phương tiện								
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	Xe đạp
LH1	276,67	7,44	3,89	2,11	4,22	5,11	3,78	523,67	6,78
LH2	290,33	6,22	3,11	2,89	4,78	5,00	3,56	480,11	4,78
LH3	278,33	5,78	4,00	2,67	3,11	6,11	3,22	446,56	5,33
LH4	300,00	6,33	3,89	2,00	3,67	6,33	3,44	288,89	6,11
LH5	275,22	5,22	4,00	2,67	3,44	4,11	4,11	285,56	6,11
LH6	544,89	5,33	2,67	1,78	3,78	4,89	3,33	580,89	4,78
LH7	388,33	4,33	3,11	1,67	3,44	6,00	4,00	265,56	5,33
LH8	312,00	4,67	3,00	2,00	3,56	4,78	3,56	467,89	6,89
TH1	315,44	5,00	3,44	1,56	3,33	5,44	3,33	434,78	4,00
TH2	448,89	5,00	2,78	2,33	3,56	5,56	3,33	251,33	3,78
TH3	476,89	5,00	3,33	3,22	3,67	5,22	3,33	238,89	4,33
TH4	277,67	5,33	3,56	2,00	5,22	4,78	4,11	421,00	5,78
TH5	401,33	5,22	4,11	2,22	4,78	5,22	3,33	310,33	3,89
TH6	410,00	4,67	4,22	2,89	4,44	6,11	3,67	414,33	4,89

**Bảng 3.2. Kết quả tính toán lượng phương tiện trung bình vào buổi chiều**

Đơn vị: Phương tiện/h

Vị trí	Loại phương tiện								
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	Xe đạp
LH1	266,44	4,78	3,78	4,67	4,33	5,33	4,67	312,44	5,33
LH2	290,56	4,67	3,44	3,67	4,22	6,22	3,44	443,56	5,00
LH3	274,89	7,56	4,22	2,78	4,44	6,56	2,89	479,00	4,22
LH4	207,78	6,22	4,33	1,33	4,11	5,33	2,89	455,67	6,89
LH5	268,89	5,67	5,11	1,67	3,89	3,89	4,11	431,56	5,33
LH6	329,44	4,22	3,89	1,44	5,00	6,22	4,00	554,78	3,78
LH7	328,11	4,00	3,67	2,11	4,22	4,44	3,56	277,67	5,11
LH8	309,00	4,44	4,11	3,33	4,22	4,11	3,56	437,67	5,89
TH1	290,00	6,44	4,22	1,33	4,22	6,22	3,67	245,44	3,89

Vị trí	Loại phương tiện								
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	Xe đạp
TH2	293,78	5,11	3,11	1,89	3,22	6,56	3,67	255,78	3,67
TH3	432,33	5,56	4,33	2,44	5,00	5,11	4,00	398,78	4,00
TH4	288,67	5,56	4,56	2,11	5,11	3,78	2,89	278,00	4,67
TH5	439,22	6,00	4,33	1,67	3,78	5,22	2,89	519,00	4,67
TH6	466,78	6,44	3,67	2,78	4,56	4,78	4,67	244,44	6,00

Kết quả tính toán lượng phương tiện trung bình qua khu vực nút giao buổi chiều thấp hơn buổi sáng, lý do là thời gian theo dõi buổi sáng từ 7h00 - 10h00 đã bao trùm thời gian cao điểm về hoạt động giao thông, nhưng với khung giờ từ 14h00 - 17h00 thì chưa bao phủ toàn bộ giờ cao điểm buổi chiều (thường bắt đầu từ 16h30 - 18h00). Tuy nhiên, trong cả hai kết quả thì có thể thấy số lượng phương tiện tham gia giao thông chính tại khu vực này là ô tô con (chiếm 46,20% vào buổi sáng và 43,81% vào buổi chiều) và xe máy (chiếm 50,20% vào buổi sáng và 52,09% vào buổi chiều) trong khi số lượng phương tiện công cộng như xe buýt chỉ chiếm một phần nhỏ (3,1 - 3,4%)

**3.2. Tính toán mức độ ô nhiễm và đề xuất giải pháp**

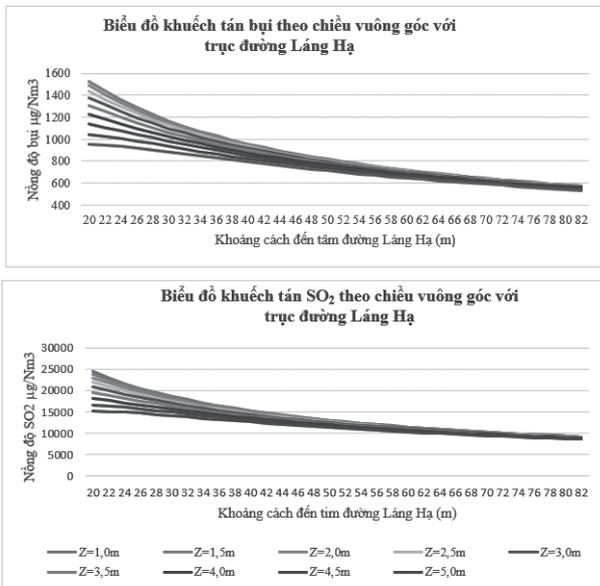
Với tải lượng ô nhiễm của từng loại phương tiện ở Bảng 2.2, có thể tính toán lượng khí thải phát sinh dọc theo các tuyến đường như Bảng 3.3.

**Bảng 3.3. Kết quả tính toán tải lượng khí thải phát sinh dọc các tuyến đường**

Thời gian	Tuyến phương tiện bắt đầu di chuyển	Lượng khí thải phát sinh (mg/m.s)			
		Bụi	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	VOC
Sáng	Qua cầu vượt Thái Hà	24,552	1,808	190,357	904,858
	Láng Hạ - theo các hướng dưới cầu	89,993	5,150	568,299	2193,341
	Thái Hà đi theo các hướng	46,737	1,411	196,040	137,652
	Huỳnh Thúc Kháng đi theo các hướng	52,904	2,535	291,557	915,320
Chiều	Qua cầu vượt Thái Hà	24,172	1,539	168,068	696,966
	Láng Hạ - theo các hướng dưới cầu	74,106	5,023	535,123	2401,804
	Thái Hà đi theo các hướng	51,145	2,624	299,109	1008,368
	Huỳnh Thúc Kháng đi theo các hướng	43,709	2,264	259,175	870,502
Trung bình ngày	Qua cầu vượt Thái Hà	24,363	1,674	179,213	800,913
	Láng Hạ - theo các hướng dưới cầu	82,051	5,087	551,711	2297,573
	Thái Hà đi theo các hướng	48,941	2,018	247,575	573,010
	Huỳnh Thúc Kháng đi theo các hướng	48,307	2,400	275,367	892,912

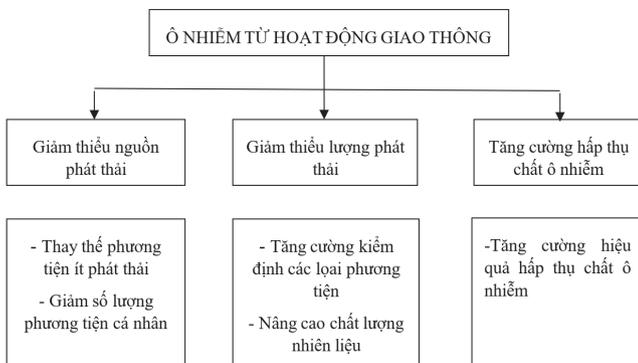
Để đánh giá lượng khí thải phát sinh trong 24h tại khu vực nút giao, ta coi toàn bộ khu vực nút là một hình hộp chữ nhật với chiều cao 10 m (theo chiều cao khuếch tán từ cầu vượt) và các cạnh hình hộp là 50 m phân bố đều theo các hướng. Nếu ta giới hạn toàn bộ nút giao trong khối, ta có thể tính toán tổng lượng khí phát sinh trong 24h là 669,76 kg bụi,

38,75kg SO<sub>2</sub>, 4.287,15 kg NOx và 16.551,19 kg VOC. Với lượng khí thải này, vào các ngày Hà Nội ở dạng thời tiết nghịch nhiệt, sẽ tạo ra các vùng ô nhiễm cho khu vực nút giao.



Hình 3.1: Biểu đồ khuếch tán bụi và SO<sub>2</sub> theo dọc trục Láng Hạ

Để đánh giá mức độ ảnh hưởng đến sức khỏe, nhóm nghiên cứu đã tính toán khuếch tán theo chiều vuông góc với trục giao thông. Chỉ số đánh giá của nghiên cứu gồm có bụi và SO<sub>2</sub>. Trong đó, bụi là thành phần gây ô nhiễm nặng cho không khí khu vực Hà Nội và bụi có thể đi sâu vào hệ hô hấp gây ảnh hưởng trực tiếp cho sức khỏe. Khí SO<sub>2</sub> là sản phẩm từ quá trình đốt nhiên liệu hóa thạch, có đặc tính axit mạnh, có khả năng tạo ra ô nhiễm thứ cấp dưới tác động của ánh sáng mặt trời. Kết quả được tính như Hình 3.1. Như vậy, nếu so sánh với Quy chuẩn QCVN 05:2023/BTNMT [9] về chất lượng không khí có giới hạn nồng độ SO<sub>2</sub> là 350 µg/Nm<sub>3</sub> và bụi là 300 µg/Nm<sub>3</sub> thì toàn bộ khu vực từ tìm đường tính ra 80 m đều không đạt chất lượng không khí xung quanh. Như vậy có thể thấy, hoạt động GTVT phát sinh một lượng lớn khí thải gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người tại khu vực nút giao Láng Hạ - Thái Hà, để giảm thiểu ô nhiễm một số hướng khắc phục đã được xem xét bao gồm giảm thiểu số lượng phương tiện, giảm thiểu phát thải từ từng phương tiện, tăng cường các giải pháp nâng cao khả năng hấp thụ khí thải ô nhiễm. Tương ứng với các hướng này thì có các giải pháp như mô tả ở Hình 3.2.



Hình 3.2: Các giải pháp giảm thiểu ô nhiễm từ GTVT

#### 4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu cho thấy, khu vực nút giao Láng Hạ - Thái Hà có số lượng phương tiện tham gia giao thông lớn, số lượng phương tiện chủ yếu là phương tiện cá nhân, cụ thể là ô tô con (43,81% - 46,20%) và xe máy (50,20% - 52,09%). Khu vực này là nút giao khác mức với các nguồn ô nhiễm có cao độ khác nhau, điều này làm phạm vi ô nhiễm lan truyền xa hơn. Để khắc phục điều này, trong thời gian tới, chính quyền Hà Nội cần có các giải pháp làm giảm số lượng phương tiện tham gia giao thông bằng cách tăng cường mạng lưới giao thông công cộng như xe buýt, đường sắt đô thị... Nghiên cứu mới chỉ được thực hiện trong hai khung thời gian sáng và chiều; các chất ô nhiễm đang tính theo tổng khối lượng các chất ô nhiễm, cần có những tính toán tiếp theo để xác định nồng độ các chất ô nhiễm do hoạt động của dòng xe tại khu vực nghiên cứu. Do vậy, để đánh giá toàn diện hơn về bức tranh ô nhiễm, cần có các nghiên cứu mở rộng theo các giờ trong ngày, tính toán đồng thời ảnh hưởng từ các hướng giao thông khác nhau, sử dụng các công cụ quan trắc để đánh giá mức sai số của mô hình tính.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được hoàn thành trong khuôn khổ đề tài 13.01.24.K.08. Tập thể tác giả chân thành cảm ơn Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã tài trợ kinh phí thực hiện.

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. WHO ambient air quality database, 2022 update: status report. Geneva: World Health Organization. Available from: <https://iris.who.int/handle/10665/368432>.
- [2]. EPA (2020), *National Emissions Inventory (NEI) Data*.
- [3]. World Health Organization WHO (2018), *Environmental noise guidelines for the european region: A systematic review on environmental noise and effects on sleep*.
- [4]. Piccolo, A., Plutino, D., Cannistraro G. (2005), *Evaluation and analysis of the environmental noise of messin, Italy*, Applied Acoustics 66 (40), 447-465.[5]. Anomohanran O. (2013), *Evaluation of environmental noise pollution in abuja, the capital city of Nigeria*. Int. J. Res. Rev. Appl. Sci. 14 (2), 470-476.[6]; Bộ Tài nguyên và Môi trường, <https://monre.gov.vn/Pages/thuc-trang-va-viec-cong-bo-thong-tin-o-nhiem-khong-khi-tai-ha-noi.aspx>.
- [7]. Tiêu chuẩn Việt Nam, *Đường ô tô - yêu cầu thiết kế*, TCVN 4054:2005.
- [8]. World Health Organization WHO (2005), *United Nations Road Safety Collaboration, A Handbook of Partner Profiles*, World Health Organization, Geneva.
- [9]. QCVN 05:2023/BTNMT, *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí*.

Ngày nhận bài: 12/7/2024  
Ngày nhận bài sửa: 01/8/2024  
Ngày chấp nhận đăng: 19/8/2024

# Nghiên cứu đánh giá khả năng bảo mật hệ thống CBTC sử dụng mô hình mạng Petri

■ ThS. PHẠM HỒNG QUÂN

Trường Đại học Giao thông vận tải

Email: phamhongquan@utc.edu.vn

**TÓM TẮT:** Hiện nay, mạng lưới đường sắt Việt Nam đang được nâng cấp và phát triển. Các hệ thống đường sắt đô thị ở Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh cũng bắt đầu được vận hành. Trong hệ thống đường sắt đô thị, hệ thống điều khiển tàu bằng thông tin liên lạc (Communications-Based Train Control - CBTC) đóng vai trò hết sức quan trọng. Hệ thống giúp cho ngành Đường sắt tăng hiệu quả và cải thiện hiệu suất chạy tàu. Tuy nhiên, hệ thống CBTC phải đối mặt với nhiều mối đe dọa tấn công mạng. Các cuộc tấn công này có thể gây ảnh hưởng lớn tới khả năng vận hành của hệ thống. Bài báo đề xuất sử dụng mô hình mạng Petri ngẫu nhiên tổng quát (Generalized stochastic Petri net - GSPN) để nắm bắt sự tác động giữa kẻ tấn công và người phòng thủ, từ đó đánh giá khả năng bảo mật của hệ thống CBTC.

**TỪ KHÓA:** Hệ thống điều khiển tàu bằng thông tin liên lạc, mô hình mạng Petri ngẫu nhiên tổng quát, bảo mật.

**ABSTRACT:** Currently, Vietnam's railway network is being upgraded and developed. Urban railway systems in Hanoi and Ho Chi Minh City also began operating. In the urban railway system, the Communication - Based Train Control (CBTC) is very important. The system helps the railway industry increase efficiency and improve train performance. However, the CBTC system faces many threats of cyber attacks. These attacks can greatly affect the system's ability to operate. This paper proposes a generalized stochastic Petri net (GSPN) model to capture dynamic interaction between the attacker and the defender, thereby evaluate the security capabilities of the CBTC system.

**KEYWORDS:** Communications-Based Train Control (CBTC), generalized stochastic Petri net (GSPN), security.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Giao thông đô thị là huyết mạch của các thành phố lớn, đặc biệt ở các thành phố đông đúc như Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh. Ở hai thành phố này, các tuyến đường sắt đô thị hiện

đang được triển khai, hoàn thiện và vận hành khai thác. Khi hệ thống đường sắt phát triển, số chuyến tàu chạy, tần suất tàu chạy đặc biệt là các tuyến đường sắt nội đô sẽ tăng lên. Vì vậy, việc tính toán đảm bảo tàu chạy đúng giờ trở thành yêu cầu cấp bách đối với ngành Đường sắt. Để đáp ứng yêu cầu này thì các hệ thống điều khiển tàu bằng thông tin liên lạc CBTC được đưa vào sử dụng. Hệ thống CBTC dựa vào truyền thông không dây để truyền thông tin hai chiều theo thời gian thực về vị trí, tốc độ đoàn tàu, khoảng cách giữa các đoàn tàu... nhằm điều khiển chạy tàu, từ đó giúp cải thiện hiệu suất chạy tàu. Tuy nhiên, cũng giống như các hệ thống vật lý không gian mạng (Cyber-Physical System - CPS) khác, hệ thống CBTC cũng gặp nhiều thách thức về vấn đề bảo mật.

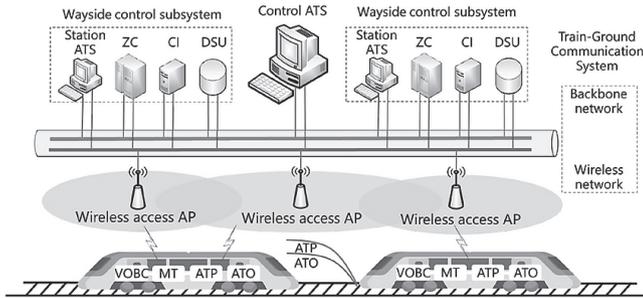
Trong những năm gần đây, một số nghiên cứu đã tập trung đánh giá khả năng bảo mật của hệ thống này. Năm 2018, dựa trên tính liên tục của dịch vụ vận tải đường sắt đô thị, các tác giả đã đề xuất phương pháp đánh giá an ninh dựa trên khả năng phục hồi để mô tả những thay đổi về hiệu suất trong các giai đoạn khác nhau của một cuộc tấn công mạng [1]. Ở [2], các tác giả đã phát triển mô phỏng dựa trên mạng Petri ngẫu nhiên để nắm bắt các hành vi của kẻ tấn công và khả năng phòng thủ của hệ thống vật lý không gian mạng. Trong [3], các tác giả đã sử dụng lý thuyết trò chơi để mô tả quá trình thay đổi trạng thái của CPS theo các chiến lược của kẻ tấn công và người phòng thủ. Khác với các bài viết phân tích bảo mật khác, bài báo này sẽ sử dụng mạng Petri ngẫu nhiên tổng quát (GSPN) để mô tả quá trình tấn công và phòng thủ cũng như những thay đổi trong trạng thái của hệ thống CBTC. Đồng thời, bài báo sẽ sử dụng các chiến lược tấn công, phòng thủ cụ thể thay vì các chiến lược chung chung như tấn công hay không tấn công để phân tích. Từ đó, bài báo sẽ đánh giá được khả năng bảo mật của hệ thống trước tác động của các cuộc tấn công này.

## 2. MÔ HÌNH HỆ THỐNG

### 2.1. Hệ thống điều khiển tàu bằng thông tin liên lạc CBTC

Hệ thống điều khiển tàu bằng thông tin liên lạc (CBTC) là một hệ thống tín hiệu đường sắt sử dụng mạng thông tin liên lạc không dây để thực hiện việc truyền các thông tin quản lý giữa trung tâm điều khiển và tàu. Hệ thống này bao gồm: Hệ thống truyền dữ liệu DCS (Data Communication system), hệ thống tự động khống chế giám sát đoàn tàu

ATS (Automatic Train Supervision), hệ thống khóa liên động dựa vào máy tính CI (Computer based Interlocking), các bộ điều khiển vùng ZC (Zone Controller), đơn vị lưu trữ dữ liệu DSU (Data Storage Unit), bộ điều khiển trên tàu VOBC (Vehicle On Board Controller).



Hình 2.1: Cấu trúc cơ bản của hệ thống CBTC

Hệ thống truyền dữ liệu (DSC) bao gồm hai phần: Mạng đường trục và mạng truy cập vô tuyến. Mạng đường trục thường sử dụng hệ thống truyền dẫn quang để cung cấp các kênh truyền dữ liệu cho các thiết bị mặt đất. Hầu hết các mạng truy cập vô tuyến của hệ thống CBTC đều sử dụng các thiết bị mạng cục bộ không dây (Wireless Local Area Network - WLAN) để truyền tải các bản tin thẩm quyền di chuyển (Movement Authority - MA). VOBC trên tàu sẽ thực hiện việc điều khiển tàu thông qua các bản tin MA này. Để đáp ứng yêu cầu sẵn sàng cao của hệ thống CBTC, DSC áp dụng kiến trúc dự phòng mạng vòng. Khi mạng không thể hoạt động bình thường do lỗi thiết bị, hệ thống có thể gửi và nhận dữ liệu qua các thiết bị khác.

Tuy hệ thống CBTC có cơ chế dự phòng nhưng cơ chế này được dùng để tránh lỗi thiết bị chứ không tránh được các lỗi xảy ra do vấn đề bảo mật. Để loại bỏ các mối đe dọa về bảo mật và phát triển các chiến lược phòng thủ hiệu quả, chúng ta cần phân tích các cách thức có thể tấn công vào mạng truyền thông của hệ thống CBTC.

## 2.2. Chiến lược tấn công và phòng thủ của hệ thống CBTC

Vì hệ thống CBTC sử dụng liên lạc không dây (WLAN) làm phương thức liên lạc chính giữa đoàn tàu và trạm điều khiển nên chúng rất dễ bị tấn công. Theo các lỗ hổng của mạng WLAN, kẻ tấn công có thể sử dụng các phương pháp khác nhau để thực hiện việc bẻ khóa mật khẩu nhằm xâm nhập hệ thống. Điều kiện để bẻ khóa thành công hệ thống là hệ thống sử dụng các mật khẩu yếu. Một mật khẩu mạnh đòi hỏi kẻ thâm nhập rất nhiều thời gian để bẻ khóa. Vì vậy, chiến lược phòng thủ để đối phó với cuộc tấn công này sẽ là hệ thống sử dụng các mật khẩu mạnh. Đây cũng là giai đoạn đầu tiên của kẻ tấn công: Giai đoạn thâm nhập.

Sau khi đã thâm nhập được vào mạng, kẻ tấn công bắt đầu giai đoạn thứ hai: Giai đoạn gián đoạn. Khi kẻ tấn công đã xâm nhập được vào hệ thống, chúng sẽ thực hiện việc tấn công do thám nhằm thu thập thông tin về hệ thống CBTC, các dịch vụ đang chạy trên hệ thống và dò tìm các lỗ hổng của hệ thống. Các công cụ mà kẻ tấn công thường sử dụng trong giai đoạn này là chặn bắt gói tin (packet sniffer)

và quét cổng (port scanner). Để ngăn chặn cuộc tấn công này, hệ thống có thể sử dụng hệ thống phát hiện xâm nhập (Intrusion Detection System - IDS) nhằm phát hiện các cuộc tấn công và báo cho máy chủ.

Hệ điều hành VxWorks - một hệ điều hành chuyên dụng hỗ trợ cho việc điều khiển các hệ thống công nghiệp theo thời gian thực. Đây là hệ điều hành được sử dụng rộng rãi trong các thiết bị tín hiệu. Lỗ Wind DeBug (WDB) giúp cho kẻ tấn công có thể đọc hoặc ghi bất kỳ vùng bộ nhớ nào. Kẻ tấn công có thể lợi dụng lỗ hổng này để chiếm quyền kiểm soát thiết bị, làm gián đoạn liên lạc giữa AP và VOBC. Để đối phó với cuộc tấn công này ta có thể sử dụng các bản vá.

Giả mạo ARP (ARP spoofing) là cuộc tấn công mà kẻ tấn công giả mạo thông điệp ARP trong mạng. ARP spoofing có thể cho phép kẻ tấn công chặn các khung dữ liệu trên mạng, sửa đổi lưu lượng hoặc dùng tất cả lưu lượng. Kẻ tấn công có thể dùng phương thức này làm gián đoạn liên lạc giữa ZC và CI. Để chống lại cuộc tấn công này, người phòng thủ có thể sử dụng ARP cache monitoring.

Tấn công từ chối dịch vụ (Denial of Service - DoS) dựa trên các lỗi giao thức TCP. Kẻ tấn công thực hiện gửi nhiều yêu cầu tới mục tiêu, chiếm dụng tài nguyên hệ thống làm hệ thống xử lý không kịp. Kẻ tấn công có thể sử dụng phương pháp này để làm cạn kiệt tài nguyên trong máy chủ trong ZC gây ra gián đoạn các giao tiếp của ZC. Để chống lại cuộc tấn công này, chúng ta có thể sử dụng tường lửa Firewall.

Trên đây là các phương pháp tấn công và các biện pháp phòng chống được sử dụng trong bài báo này.

## 2.3. Mô hình hệ thống

Để phân tích khả năng bảo mật của hệ thống CBTC, bài báo sử dụng xác suất ổn định thu được từ mô hình GSPN. Đối với mô hình GSPN, việc lựa chọn và thực hiện hành vi của mỗi bên phụ thuộc vào trạng thái của chính họ cũng như trạng thái và hành vi tiềm năng của người khác. Trong các cuộc tấn công mạng, kẻ tấn công  $N_a$  và người phòng thủ  $N_d$  có nhiều chiến lược được lựa chọn. Giả sử người tấn công  $N_a$  có thể chọn  $T_{Na} = (a_1, a_2, \dots, a_n)$  và người phòng thủ  $N_d$  có thể lựa chọn  $T_{Nd} = (d_1, d_2, \dots, d_m)$ , trong đó  $m, n \geq N$  và  $m, n \geq 2$ . Bởi vì sự kiện tấn công mạng có thể được coi là một quá trình trò chơi nhiều giai đoạn khác nhau nên kẻ tấn công và người phòng thủ sẽ lựa chọn các chiến lược có xác suất khác nhau trong các giai đoạn khác nhau. Xác suất cũng có thể thay đổi theo thời gian dưới tác động của cơ chế học tập. Do đó, việc lựa chọn cách thức tấn công và chiến lược phòng thủ sẽ hình thành quá trình thay đổi động. Cuối cùng, bên tấn công và người phòng thủ sẽ tìm ra chiến lược ổn định cân bằng (Equilibrium Stable Strategy - ESS) [4] của riêng mình.

Nếu gọi  $p_i$  là xác suất để bên tấn công lựa chọn chiến lược tấn công  $a_i$ , gọi  $q_j$  là xác suất bên phòng thủ chọn chiến lược phòng thủ  $d_j$ ,  $i \in n, j \in m$  lúc này ta có:

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1 \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^m p_j = 1 \quad (2)$$

Trong trò chơi tiến hóa về tấn công và phòng thủ mạng, khi kẻ tấn công chọn chiến lược dẫn đến lợi nhuận thấp, kẻ tấn công sẽ điều chỉnh chiến lược hiện tại để cải thiện lợi nhuận của chính mình. Tương tự, người phòng thủ cũng vậy. Do đó, đối với cả hai bên tham gia trò chơi, xác suất của chiến lược hành vi có sẵn để họ lựa chọn là một hàm phụ thuộc vào thời gian được biểu thị bằng  $p_{i(t)}$  và  $q_{j(t)}$ . Lúc đó, tốc độ thay đổi của nó có thể được biểu thị bằng phương trình:

$$A(p) = \frac{dp_i(t)}{dt} = p(U_{a_i} - \bar{U}_a) \quad (3)$$

$$D(p) = \frac{dq_j(t)}{dt} = p(U_{d_j} - \bar{U}_d) \quad (4)$$

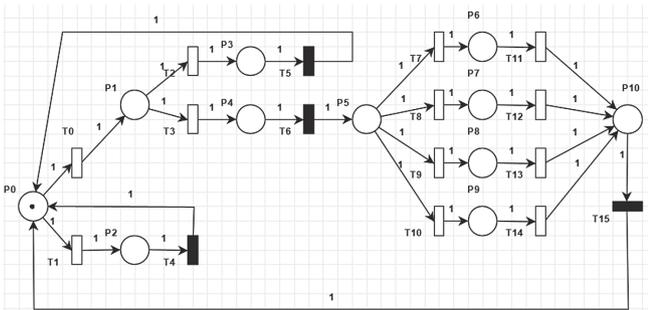
Bằng cách kết hợp các công thức (3) và (4), ta sẽ giải phương trình:

$$Y = \left( \frac{A(p)}{D(p)} \right) = f(Y, t) = 0 \quad (5)$$

Kết quả tính toán cung cấp cơ sở cho việc lựa chọn xác suất chuyển tiếp trong mô hình GSPN.

### 3. MÔ PHỎNG THỰC NGHIỆM

Bài báo chia mô hình thành hai giai đoạn: Giai đoạn thâm nhập và giai đoạn gián đoạn. Trong giai đoạn thâm nhập, kẻ tấn công có thể lợi dụng điểm yếu của các kết nối không dây để truy cập vào mạng CBTC. Ở giai đoạn này, kẻ tấn công chưa gây nhiều ảnh hưởng tới hệ thống CBTC. Tuy nhiên, nó là bước tiền đề để kẻ tấn công dùng làm bàn đạp thực hiện các hành vi khác nhằm gây ra các thiệt hại cho hệ thống CBTC. Giai đoạn gián đoạn sẽ dựa trên việc hệ thống đã bị xâm nhập. Giai đoạn gián đoạn bắt đầu từ vị trí  $P_5$  cho biết kẻ tấn công đã thâm nhập vào mạng nội bộ của hệ thống. Ở giai đoạn này, kẻ tấn công sẽ lựa chọn cách thức tấn công và người bảo vệ sẽ thực hiện các phương pháp đối phó tương ứng. Sau khi mô hình hóa hệ thống, bài báo sử dụng phần mềm Pipe để tính toán và phân tích theo mô hình GSPN như Hình 3.1.



Hình 3.1: Mô hình tấn công - phòng thủ

Bảng 3.1. Ý nghĩa của điểm và chuyển tiếp trong mô hình

Điểm	Ý nghĩa	Chuyển tiếp	Ý Nghĩa
P0	Trạng thái bình thường của hệ thống	T0	Kẻ tấn công bắt đầu một cuộc tấn công vào mạng không dây

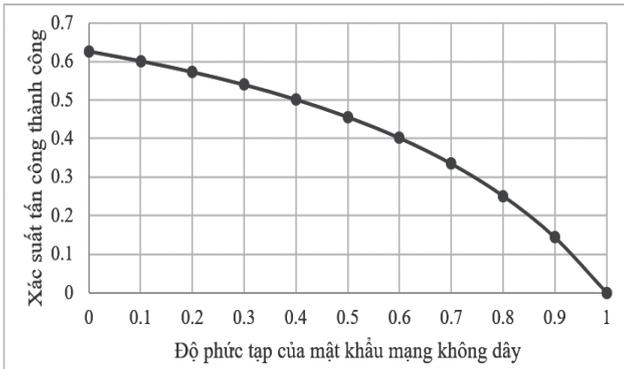
Điểm	Ý nghĩa	Chuyển tiếp	Ý Nghĩa
P1	Hệ thống sử dụng mật khẩu để ngăn chặn sự xâm nhập	T1	Kẻ tấn công không thực hiện cuộc tấn công
P2	Trạng thái trung gian	T2	Hệ thống sử dụng mật khẩu mạnh
P3	Trạng thái hệ thống khi sử dụng mật khẩu mạnh	T3	Hệ thống sử dụng mật khẩu yếu
P4	Trạng thái hệ thống khi sử dụng mật khẩu yếu	T4, T5, T6, T15	Chuyển đổi ngay lập tức
P5	Hệ thống đã bị xâm nhập	T7	Kẻ tấn công dò quét lỗ hổng hệ thống mạng
P6	Lỗ hổng máy chủ bị phát hiện	T8	Kẻ tấn công bắt đầu một cuộc tấn công vào lỗ hổng WDB
P7	Lỗ hổng WDB làm gián đoạn liên lạc ZC và VOBC	T9	Kẻ tấn công bắt đầu một cuộc tấn công giả mạo ARP
P8	Lỗ hổng ARP spoofing làm gián đoạn liên lạc giữa ZC và CI	T10	Kẻ tấn công thực hiện cuộc tấn công DoS
P9	Tấn công DoS làm gián đoạn ZC	T11	Dùng IDS để phát hiện các cuộc tấn công dò tìm lỗ hổng
P10	Hệ thống ngăn chặn được các cuộc tấn công	T12	Cài đặt bản vá lỗ hổng WDB
		T13	Sử dụng ARP Cache Monitoring
		T14	Sử dụng Firewall

Bảng 3.2. Các tham số của hệ thống

	Trạng thái	Xác suất chuyển tiếp
Hành vi tấn công	Rò quét lỗ hổng máy chủ	0,236
	Tấn công vào lỗ hổng WDB	0,1312
	Tấn công giả mạo ARP	0,2348
	Tấn công từ chối dịch vụ DoS	0,398
Hành vi phòng thủ	Quét IDS	0,3256
	Cài đặt bản vá	0,2099
	Dùng ARP Cache Monitoring	0,2131
	Sử dụng Firewall	0,2514

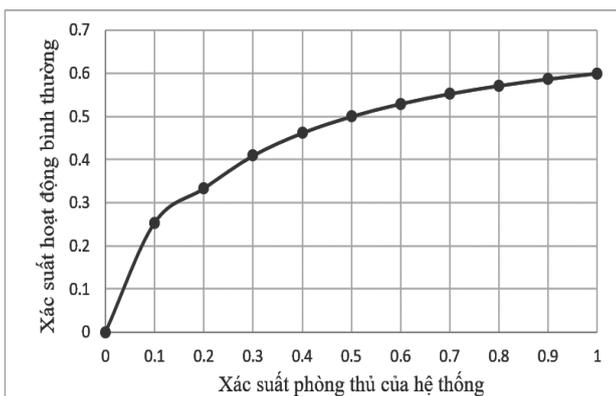
### 4. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

Trong phần này, bài báo sẽ đánh giá tính bảo mật của hệ thống dựa trên kết quả mô phỏng của mô hình GSPN.



Hình 4.1: Xác suất tấn công thành công vào hệ thống mạng CBTC

Như chúng ta đã biết, tỷ lệ tấn công thành công chính là xác suất kẻ tấn công có thể tấn công vào mục tiêu gây ra các ảnh hưởng tới mục tiêu. Trong mô hình bài báo, vị trí P0 chứa mã thông báo, đại diện cho trạng thái bình thường của hệ thống lúc đầu. Khi kẻ tấn công bắt đầu thực hiện việc tấn công vào mạng CBTC, danh tính bắt đầu lộ diện. Khi danh tính tới vị trí Pi có nghĩa là kẻ tấn công đã xâm chiếm thành công một phần của hệ thống và gây ra các ảnh hưởng khác nhau tới hệ thống. Quá trình tấn công của kẻ tấn công được chia ra làm hai giai đoạn. Trong giai đoạn thâm nhập, dựa vào Hình 4.1 chúng ta thấy rằng, khả năng phòng thủ của mạng không dây ảnh hưởng rất lớn đến xác suất tấn công thành công vào mạng CBTC của kẻ tấn công. Khi khả năng phòng thủ của mạng không dây tăng lên, cụ thể tăng độ phức tạp của mật khẩu mạng không dây, kẻ tấn công khó khăn và mất thời gian hơn khi thâm nhập vào mạng. Lúc này, người phòng thủ có thời gian để lựa chọn các phương án phòng ngự tốt nhất cho hệ thống. Vì thế, khả năng tấn công thành công của kẻ tấn công sẽ giảm đi.



Hình 4.2: Xác suất hệ thống hoạt động bình thường của hệ thống khi kẻ tấn công đã thâm nhập được vào hệ thống

Trong trường hợp kẻ tấn công thâm nhập thành công hệ thống, chúng ta sẽ thử tăng dần khả năng bảo vệ của hệ thống trước các cuộc tấn công bên trong nội bộ mạng để đánh giá xác suất hoạt động bình thường của hệ thống. Xác suất hoạt động bình thường hệ thống là tổng xác suất ở những vị trí mà hệ thống không chịu ảnh hưởng của các cuộc tấn công mạng nào. Dựa vào Hình 4.2 ta thấy rằng, khi

tăng xác suất phòng thủ của hệ thống thì khả năng hoạt động bình thường của hệ thống cũng tăng lên. Tuy nhiên, giá trị này chỉ tăng đến giá trị 60%. Điều đó chứng tỏ khi hệ thống đã bị thâm nhập, kẻ tấn công có rất nhiều cơ hội gây ra các thiệt hại cho hệ thống CBTC. Đây là một điều đáng báo động cho hệ thống.

## 5. KẾT LUẬN

Bài báo nghiên cứu khả năng bảo mật của hệ thống CBTC dựa trên mô hình mạng Petri ngẫu nhiên tổng quát GSPN. Quá trình kẻ tấn công thực hiện hành động của mình trải qua hai giai đoạn: Giai đoạn thâm nhập và giai đoạn gián đoạn. Thông qua các kết quả mô phỏng chúng ta thấy rằng, mặc dù có các biện pháp phòng thủ nhưng tính bảo mật của hệ thống CBTC vẫn bị đe dọa rất lớn. Vì vậy, nâng cao tính bảo mật cho hệ thống CBTC được coi là nhiệm vụ cấp bách đối với các nhà khai thác và vận hành hệ thống. Đối với giai đoạn thâm nhập, khả năng bảo vệ hệ thống mạng không dây thông qua các mật khẩu mạnh sẽ giúp cho hệ thống được an toàn hơn. Khi kẻ tấn công đã thâm nhập được vào hệ thống, chúng sẽ có rất nhiều cách thức tấn công vào mạng gây ảnh hưởng lớn đến khả năng vận hành bình thường của hệ thống CBTC.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học GTVT trong Đề tài mã số T2024-DT-009.

## Tài liệu tham khảo

- [1]. Hongwei Wang, Minming Ni, Shigen Gao, Feng Bao, Haichuan Tang (25-27, July, 2018), *A Resilience-Based Security Assessment Approach for Railway Signalling Systems*, In Proceedings of the 2018 37th Chinese Control Conference (CCC), Wuhan, China, pp.7724-7729, DOI: 10.23919/ChiCC.2018.8483166.
- [2]. Robert Mitchell; Ing-Ray Chen (2016), *Modeling and Analysis of Attacks and Counter Defense Mechanisms for Cyber Physical Systems*, IEEE Trans. Reliab, 65, 350-358. DOI: 10.1109/TR.2015.2406860.
- [3]. K.C. Lalropuia; Vandana Gupta (2019), *Modeling cyber-physical attacks based on stochastic game and Markov processes*, Reliab. Eng. Syst. Saf., 181, 28-37, <https://doi.org/10.1016/j.res.2018.08.014>.
- [4]. Jiawei Li, Graham Kendall, Robert John (2016), *Computing Nash equilibria and evolutionarily stable states of evolutionary games*, IEEE Transactions on Evolutionary Computation, vol.20, no.3, pp.460-469.

**Ngày nhận bài: 19/6/2024**

**Ngày nhận bài sửa: 05/7/2024**

**Ngày chấp nhận đăng: 26/7/2024**

# Nâng cao hiệu suất hệ thống PV áp mái nhà ga tuyến metro Bến Thành - Suối Tiên bằng tích hợp bộ điều khiển tái cấu trúc kết nối các tấm quang điện

■ **ThS. LÂM QUANG THÁI; TS. TRẦN XUÂN TRƯỜNG; TS. AN THỊ HOÀI THU ANH<sup>(\*)</sup>**

*Trường Đại học Giao thông vận tải*

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

**TÓM TẮT:** Việc sử dụng năng lượng mặt trời (NLMT) cho tàu điện không chỉ giúp tiết kiệm năng lượng mà còn là giải pháp năng lượng xanh bền vững. Một trong những vấn đề chính ảnh hưởng đến hiệu suất của hệ thống điện mặt trời là hiện tượng bóng che dẫn đến sự sụt giảm hiệu suất của toàn bộ hệ thống. Bài báo đề xuất lắp đặt hệ thống NLMT áp mái có tích hợp bộ điều khiển tái cấu trúc kết nối các tấm quang điện trên nóc các nhà ga nổi tuyến Bến Thành - Suối Tiên để nâng cao hiệu suất cho hệ thống điện mặt trời áp mái khi có hiện tượng bóng che. Hiệu quả của phương pháp đề xuất được thử nghiệm đối với các điều kiện bức xạ không đồng nhất và kết quả thử nghiệm cho thấy hiệu suất của hệ thống được nâng cao trong điều kiện bóng che, có thể áp dụng vào hệ thống metro tại Việt Nam.

**TỪ KHÓA:** Tái cấu trúc, hiệu suất năng lượng, tấm pin quang điện, bóng che, giảm phát thải.

**ABSTRACT:** Using solar energy for metro trains not only helps save energy but also is a sustainable green energy solution. One of the main problems affecting the performance of solar power systems is the shading phenomenon, which leads to a decrease in the performance of the entire system. This paper proposes the installation of a rooftop solar system with an integrated controller to restructure the connection of photovoltaic panels on the roof of the Ben Thanh - Suoi Tien floating stations to improve the performance of the rooftop solar power system when there is a shading phenomenon. The effectiveness of the proposed method is tested for heterogeneous radiation conditions and the test results show that the system's performance is improved under shading conditions, which can be applied to the metro system in Vietnam.

**KEYWORDS:** Reconfiguration, energy efficiency, photovoltaic module (PV module), partial shading, emission reduction.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Một trong những lĩnh vực tiêu thụ năng lượng lớn thứ hai sau ngành công nghiệp là ngành GTVT. Hệ thống đường sắt đô thị được coi là một trong những giải pháp quan trọng nhằm giải quyết ùn tắc giao thông và giảm ô nhiễm môi trường tại các thành phố lớn ở Việt Nam nhờ tính an toàn, kịp thời và năng lực vận tải cao. Tuy nhiên, phương tiện vận chuyển này cũng là nguồn tiêu thụ năng lượng đáng kể. Việc lắp đặt các tấm pin mặt trời trong hệ thống đường sắt đô thị đã có một số dự án được triển khai trên toàn cầu. Ví dụ, Singapore đã lắp đặt hệ thống PV 1 MW trên nóc các ga tàu điện ngầm, giúp giảm 500 tấn lượng khí thải carbon hàng năm. Đường sắt Ấn Độ, Công ty Đường sắt JR của Nhật Bản đã xây dựng một đường hầm PV dài 3 km với công suất 3 MW, lắp đặt các mô-đun PV trên nóc các toa tàu để cung cấp năng lượng cho hệ thống thông gió, chiếu sáng và điều hòa không khí [1-6].

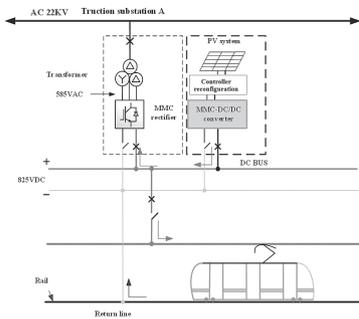
Tuyến Bến Thành - Suối Tiên là tuyến metro được xây dựng đầu tiên, nằm trong hệ thống các tuyến metro, tàu điện sẽ được xây dựng theo quy hoạch đường sắt đô thị TP. Hồ Chí Minh. Dự án metro tuyến số 1, tuyến Bến Thành - Suối Tiên bao gồm 19,7 km (trong đó có 2,6 km đoạn ngầm và 17,1 km đoạn trên cao), 14 nhà ga (3 nhà ga dưới mặt đất và 11 nhà ga trên cao). Khu Depot tại phường Long Bình, Quận 9 với diện tích 20,9 ha (Hình 1.2). Tuyến số 1 kéo dài từ Bến Thành trạm trung chuyển quan trọng tại trung tâm TP. Hồ Chí Minh đến Suối Tiên cửa ngõ thành phố và nơi tiếp giáp với các tỉnh như Đồng Nai, Bình Dương, đây cũng là nơi tập trung của các trường đại học, khu công nghiệp, trong tương lai là các bệnh viện [7].

Trong quá trình thử nghiệm và lắp đặt các tấm quang điện trên mái của các nhà ga thì một trong những yếu tố làm ảnh hưởng đến hiệu suất của hệ thống quang điện là các tấm pin quang điện (TPQE) có thể nhận được mức độ chiếu sáng không đồng nhất. Nguyên nhân của mức độ chiếu sáng không đồng nhất có thể là do bóng của các đám mây, của cây cối, lá cây, bóng các tòa nhà hoặc của chính những TPQE kề cạnh dẫn đến sụt giảm công suất của nhà máy NLMT [8]. Hơn nữa, bóng mờ còn gây ra hiện tượng hotspot ("điểm nóng" cục bộ) [9] tại những TPQE bị che phủ, từ đó gây hư hỏng trực tiếp đến những tế bào quang

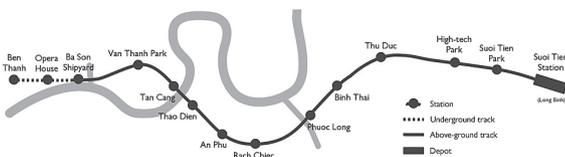
điện (TBQĐ) và công suất hệ thống đã giảm rõ rệt, ngoài ra còn xảy ra hiện tượng misleading (hiện tượng nhầm lẫn do có nhiều điểm làm việc cho công suất cực đại - Maximum Power Point (MPP)) [8]. Hiện nay trên thế giới, các công trình nghiên cứu để giảm thiểu tổn thất của hệ thống NLMT được phân loại theo 3 nhóm chính sau [10]: Bám điểm công suất cực đại (Maximum Power Point Tracker - MPPT), biến tần đa mức, tái cấu trúc hệ thống pin NLMT. Trong công nghệ dò tìm điểm công suất làm việc cực đại (MPP) phân tán, mỗi một TPQĐ hoặc một nhóm các TPQĐ có bộ MPP riêng, do đó sẽ tránh được tổn thất do vấn đề che phủ giữa các TPQĐ. Ngoài ra, công nghệ này còn tránh được việc sử dụng các đi-ốt nối tắt (bypass diode), từ đó sẽ tránh được các tổn thất liên quan. Hơn nữa, việc tìm MPP dễ dàng hơn và không đòi hỏi các thuật toán phức tạp. Tuy nhiên, kỹ thuật này đòi hỏi việc bổ sung các thiết bị MPP (bộ chuyển đổi DC-DC hoặc DC-AC) vào mỗi TPQĐ hoặc một nhóm các TPQĐ dẫn đến cấu trúc điều khiển phức tạp hơn, chi phí đầu tư cao hơn.

Qua các nghiên cứu trên có thể thấy việc tái cấu trúc hệ thống chính là thay đổi kết nối của các TPQĐ để đạt được cấu hình kết nối tối ưu, cho ra công suất của hệ thống là lớn nhất. Đồng thời, việc nâng cao hiệu suất cho hệ thống điện mặt trời trong điều kiện bóng che một phần đang ngày càng được quan tâm nghiên cứu, việc tái cấu trúc cho các TPQĐ là hoàn toàn khả thi và phù hợp, tuy nhiên ở Việt Nam, việc triển khai nghiên cứu và ứng dụng còn rất hạn chế và chưa được đề cập nhiều.

Từ các lý do trên, bài báo này đề xuất sử dụng NLMT áp mái có tích hợp bộ điều khiển tái cấu trúc kết nối các TPQĐ trên nóc các nhà ga nổi của tuyến metro Bến Thành - Suối Tiên tại Việt Nam nhằm tiết kiệm năng lượng trong vận hành tàu điện đô thị được mô tả như Hình 1.1.



Hình 1.1: Hệ thống PV tích hợp bộ điều khiển tái cấu trúc

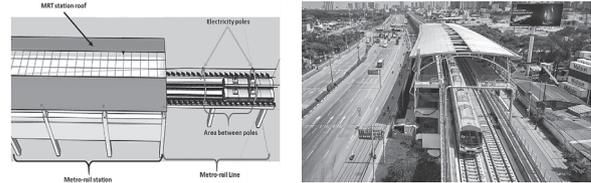


Hình 1.2: Bản đồ các ga tuyến tàu điện Bến Thành - Suối Tiên

## 2. ĐỀ XUẤT PHƯƠNG ÁN LẮP ĐẶT HỆ THỐNG PV ÁP MÁI TÍCH HỢP BỘ ĐIỀU KHIỂN TÁI CẤU TRÚC KẾT NỐI CÁC TẮM QUANG ĐIỆN

Metro tuyến số 1, tuyến Bến Thành - Suối Tiên bao gồm 19,7 km (trong đó có 2,6 km đoạn ngầm và 17,1 km đoạn

trên cao), 14 nhà ga (3 nhà ga dưới mặt đất và 11 nhà ga trên cao) [10]. Điện mặt trời ngày càng phổ biến do nhu cầu năng lượng sạch tăng. Nhằm đáp ứng nhu cầu năng lượng ở TP. Hồ Chí Minh, nhóm nghiên cứu đề xuất lắp đặt hệ thống điện mặt trời áp mái trên mái các nhà chờ tại các ga tàu của tuyến đường sắt đô thị được minh họa như Hình 2.1.



Hình 2.1: Phối cảnh 3D của nhà ga metro và ảnh thực tế

## 3. MÔ HÌNH HÓA TPQĐ

### 3.1. Phương trình đặc tính điện áp - dòng điện của TBQĐ và ước lượng bức xạ

Phương trình đặc tính điện áp - dòng điện của một TBQĐ pin mặt trời được tính bằng công thức:

$$I = I_{PV} - I_0 \left[ \exp \left( \frac{V + R_s I}{V_t a} \right) - 1 \right] - \frac{V + R_s I}{R_p} \quad (1)$$

$$\text{Với: } V_t = \frac{N_s k T}{q}$$

$I_{PV}$  - Dòng quang điện (A);

$R_p, R_s$  - Điện trở trong đặc trưng cho các tổn hao công suất trong quá trình làm việc của pin quang điện.

Bức xạ mặt trời được tính dựa trên kết quả đo dòng điện, điện áp và các thông số định mức của TPQĐ, khi ước tính bức xạ mặt trời đã xét đến sự ảnh hưởng của nhiệt độ TPQĐ. Công thức tính bức xạ mặt trời [8] như sau:

$$G_s = \frac{G_{STC}}{I_{LSTC} + \mu_{LSTC} (T_c - T_{CSTC})} \left[ I + I_0 \left( e^{\frac{V + IR_s}{n_s A_d k \frac{T_c}{q}}} - 1 \right) + \frac{V + IR_s}{R_{sh}} \right] \quad (2)$$

Trong đó:

-  $I_{PV-STC}, V_{oc-STC}$  - Lần lượt là dòng điện và điện áp hở mạch được tạo ra trong điều kiện kiểm tra tiêu chuẩn - STC ( $T_{STC} = 25^\circ C$ )  $\Delta T = T - T_{STC}$ ;

-  $G$  - Bức xạ trên pin mặt trời và  $G_n = 1.000 W/m^2$  là lượng bức xạ trong điều kiện STC;

-  $K_f$  - Hệ số nhiệt độ của dòng ngắn mạch;  $K_v$  - Hệ số nhiệt độ của điện áp hở mạch;

-  $I_{scn}$  - Dòng ngắn mạch của tấm pin trong điều kiện STC;

-  $V_{mp}, I_{mp}$  - Lần lượt là điện áp và dòng điện cực đại;

-  $P_{maxe}$  - Công suất đỉnh đầu ra của tấm pin;

-  $\mu_{LSTC}$  - Hệ số nhiệt độ dòng ngắn mạch;

-  $T_c$  - Nhiệt độ của tế bào quang điện (TBQĐ);

-  $T_{CSTC}$  - Nhiệt độ tại điều kiện tiêu chuẩn;

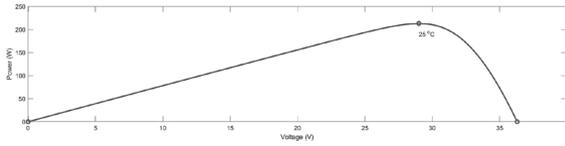
-  $A_d$  - Hệ số chất lượng của diode.

-  $n_s$  - Số TBQĐ kết nối nối tiếp trong TPQĐ.

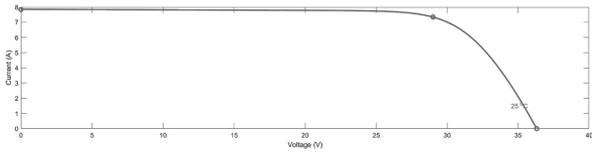
### 3.2. Đặc tính của TPQĐ trong điều kiện tiêu chuẩn (STC) và bóng che một phần (PSC)

Trong điều kiện thử nghiệm STC được xác định (bức xạ  $1.000 W/m^2$  ở nhiệt độ là  $25^\circ C$ ) đặc tính P-V, I-V của các TPQĐ được thể hiện trong Hình 3.1, 3.2.



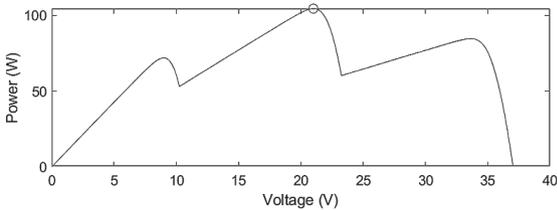


**Hình 3.1: Đặc tính P-V của TPQĐ trong điều kiện STC**

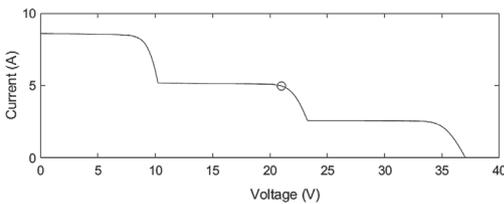


**Hình 3.2: Đặc tính I-V của TPQĐ trong điều kiện STC**

Bóng che là hiện tượng một cell pin trong TPQĐ bị che phủ (do đám mây, bóng cây, tòa nhà cao ốc... và các điều kiện vận hành phức tạp). Khi có hiện tượng PSC, đặc tính P-V, I-V của TPQĐ được thể hiện trong Hình 3.3, 3.4.



**Hình 3.3: Đặc tính P-V của TPQĐ trong điều kiện PSC**

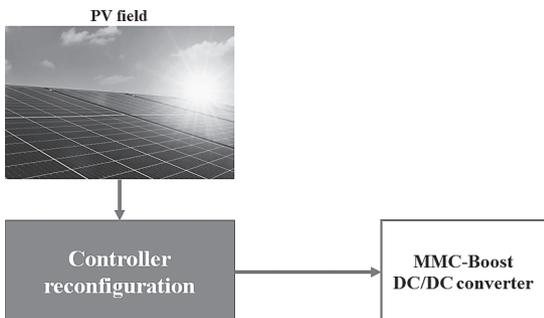


**Hình 3.4: Đặc tính I-V của TPQĐ trong điều kiện PSC**

**4. PHƯƠNG PHÁP TÁI CẤU TRÚC CHO CÁC TPQĐ**

**4.1. Đề xuất vị trí của bộ tái cấu trúc trong hệ thống**

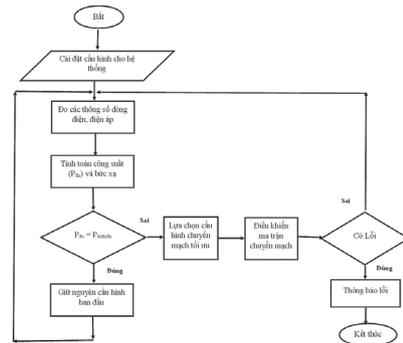
Trong bài báo này, nhóm tác giả đề xuất mô hình hệ thống quang điện và vị trí bộ điều khiển tái cấu trúc được minh họa ở Hình 4.1.



**Hình 4.1: Hệ thống NLMT và vị trí bộ điều khiển tái cấu trúc**

Hệ thống NLMT bao gồm các thành phần cơ bản: Tấm quang điện, bộ chuyển đổi năng lượng, bộ lưu trữ ắc-qui, phụ tải và hòa lưới kết hợp với bộ điều khiển tái cấu trúc. Bộ tái cấu trúc là thiết bị tăng hiệu suất làm việc của hệ thống NLMT trong điều kiện bức xạ không đồng nhất, được lắp trước bộ chuyển đổi điện, vị trí mô tả vị trí trong Hình 4.1.

**4.2. Đề xuất phương pháp điều khiển**

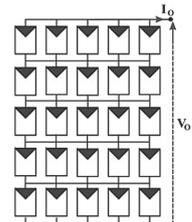
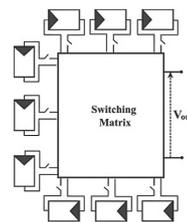


**Hình 4.2: Lưu đồ thuật toán của bộ điều khiển**

Phương pháp điều khiển của bộ điều khiển được trình bày trong lưu đồ Hình 4.2, sau khi hệ thống được khởi tạo và hoạt động thì vi điều khiển sẽ thực hiện tính toán công suất dự kiến ( $P_{d\text{ dự kiến}}$ ) và ước lượng bức xạ thông qua tín hiệu dòng và áp trên từng TPQĐ. Nếu công suất đo ( $P_{đo}$ ) bằng  $P_{d\text{ dự kiến}}$  thì giữ nguyên cấu hình ban đầu. Nếu  $P_{đo}$  mà nhỏ hơn  $P_{d\text{ dự kiến}}$  thì bộ điều khiển sẽ tiến hành lựa chọn cấu hình chuyển mạch tối ưu cho hệ thống và thực hiện điều khiển ma trận chuyển mạch. Kết quả đầu ra của phương pháp là vị trí kết nối mới của từng TPQĐ. Trong quá trình chuyển mạch có phát sinh các lỗi thì hệ thống sẽ thông báo.

**4.3. Ma trận chuyển mạch**

Trong bài báo này, nhóm tác giả sử dụng ma trận chuyển mạch được mô tả trong Hình 4.3 cho mạch kết nối các TPQĐ theo cấu trúc Total-Cross-Tied (TCT) (Hình 4.4).



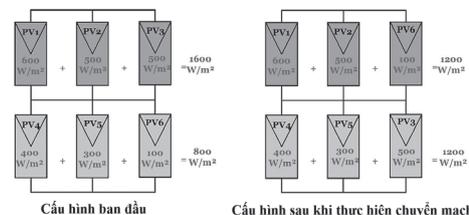
**Hình 4.3: Ma trận chuyển mạch**

**Hình 4.4: Mạch kết nối TCT**

Ma trận chuyển mạch nhằm mục đích thay đổi tùy biến kết nối của hệ thống quang điện, từ một cấu hình mạch kết nối ban đầu, thông qua các thao tác đóng mở khóa sẽ có được mạch kết nối mới với cấu trúc bất kỳ.

**5. MÔ PHỎNG HỆ THỐNG VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ**

Trong bài báo này, nhóm tác giả thực hiện mô phỏng trên phần mềm Matlab/Simulink với mảng quang điện 3x2 được mô tả như Hình 5.2. Mô phỏng hoạt động của hệ thống quang điện gồm 6 TPQĐ kết nối như Hình 5.1, dữ liệu đầu vào cho Matlab-Simulink bao gồm các thành phần chính: Dữ liệu đầu vào (Input Data), các TPQĐ (PV modules).

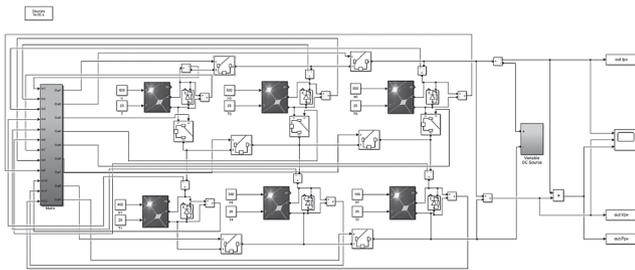


**Hình 5.1: Cấu hình ban đầu và sau khi thực hiện chuyển mạch**

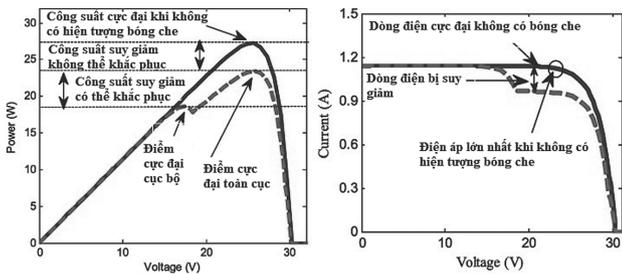
Với cấu hình kết nối ban đầu như Hình 5.1, mỗi TPQĐ nhận được bức xạ mặt trời là khác nhau, dẫn đến tổng bức xạ mặt trời ở các mạch song song là khác nhau tương ứng 1.600 W/m<sup>2</sup>, 800 W/m<sup>2</sup>.

Trường hợp không điều khiển ở cấu hình ban đầu, đường đặc tính I-V và P-V được thể hiện bằng đường nét đứt trong Hình 5.3, các đặc tính P-V có nhiều điểm công suất cực đại (Maximum power points - MPP) cục bộ và MPP toàn cục, vì vậy rất khó để theo dõi điểm công suất cực đại của hệ thống, trường hợp nếu tìm được điểm công suất cực đại thì công suất của hệ thống bị giảm rất nhiều, cụ thể ở trường hợp này công suất cực đại giảm với  $P_{MPP} = 23,5 \text{ W}$ .

Trường hợp sử dụng thuật toán cân bằng bức xạ và tìm cấu hình kết nối tối ưu, có được cấu hình kết nối mới của hệ thống NLMT thể hiện ở hình Hình 5.3, lúc này vị trí các TPQĐ 3, 6 đã thay đổi. Sau khi thay đổi vị trí kết nối các TPQĐ, bức xạ mặt trời nhận được ở các hàng đã cân bằng nhau bằng 1.200 W/m<sup>2</sup>, vì vậy công suất của hệ thống được cải thiện. Lúc này, đường đặc tính I-V và P-V thể hiện bằng đường nét liền (Hình 5.3) với  $P_{MPP} = 27,5 \text{ W}$ , tăng 17,02% hiệu suất của hệ thống so với trường hợp không sử dụng bộ tái cấu trúc.



Hình 5.2: Mô phỏng hoạt động hệ thống bằng Matlab-Simulink



Hình 5.3: Đặc tính I-V và P-V của mảng quang điện trước và sau khi thực hiện chuyển mạch

## 6. KẾT LUẬN

Hiện tượng bóng che một phần là một trong những nhược điểm chính làm giảm công suất của hệ thống quang điện. Trong bài báo này, nhóm tác giả đã đề xuất xây dựng bộ điều khiển tái cấu hình cho các TPQĐ bằng việc sử dụng ma trận chuyển mạch kết hợp với cấu hình Total-Cross-Tied (TCT) cho việc kết nối các TPQĐ mang lại sự tối ưu hóa hiệu quả và tính linh hoạt cao hơn cho phương pháp cấu hình các TPQĐ, từ đó nâng cao hiệu suất cho hệ thống quang điện ứng dụng vào việc phát triển các thành phố thông minh hiện nay.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học GTVT trong Đề tài mã số T2024-PHII\_KHCN-001.

## Tài liệu tham khảo

- [1]. Md Ashraful Islam, Abdulla Al Mamun, M.M. Naushad Ali, Ratil H. Ashique, Abul Hasan, Md Majedul Hoque, Md Hasan Maruf, Md Ahmed Al Mansur, A.S.M. Shihavuddin (2024), *Integrating PV-based energy production utilizing the existing infrastructure of MRT-6 at Dhaka, Bangladesh*, Heliyon 10.
- [2]. Valeriy Kuznetsov, Petro Hubskeyi, Artur Rojek, Magdalena Udzik and Krzysztof Lowczowski, *Progress and Challenges Connected with the Integration of Renewable Energy Sources with Railway Distribution Networks*, *Energies* 2024, 17, 489, <https://doi.org/10.3390/en17020489>.
- [3]. Ahmad Fayad, Hussein Ibrahim, Adrian Ilinca, Sasan Sattarpanah Karganroudi and Mohamad Issa, *Energy Efficiency Improvement of Diesel-Electric Trains Using Solar Energy: A Feasibility Study*, *MDPI Journal - Appl. Sci.* 2022, 12, 5869, <https://doi.org/10.3390/app12125869>.
- [4]. Kilic, Beyhan, and Erkan Dursun (2017), *Integration of innovative photovoltaic technology to the railway trains: A case study for Istanbul airport-M1 light metro line*, *IEEE EUROCON 2017-17th International Conference on Smart Technologies*, IEEE.
- [5]. Ciccarella, F., Di Noia, L. P., & Rizzo, R., *Integration of photovoltaic plants and supercapacitors in tramway power systems*, *Energies*, vol.11, no.2, 410.
- [6]. Feng, D., Zhu, H., Wang, F., Sun, X., Lin, S., & He, Z. (2020), *Evaluation of voltage quality and energy saving benefits of urban rail transit power supply system considering the access of photovoltaics*, *CSEE Journal of Power and Energy Systems*.
- [7]. Giới thiệu tổng quan về tuyến metro số 1 Bến Thành - Suối Tiên, Sở Quy hoạch - Kiến trúc TP. Hồ Chí Minh Trung tâm Thông tin quy hoạch, <https://www.planic.org.vn/gioi-thieu-tong-quan-ve-tuyen-metro-so-1-ben-thanh-suoi-tien-ctdd-760.aspx>.
- [8]. Ngô Ngọc Thành, Nguyễn Ngọc Trung (2019), *Phương pháp tối ưu ma trận chuyển mạch trong chiến lược tái cấu trúc kết nối các TPQĐ*, *Tạp chí khoa học và công nghệ năng lượng*, Trường Đại học Điện lực, ISSN:1859- 4557, pp.58- 66.
- [9]. D. Yousri, T. S. Babu, D. Allam, V. Ramachandaramurthy, E. Beshr, M. Eteiba et al. (2019), *Fractional chaos maps with flower pollination algorithm for partial shading mitigation of photovoltaic systems*, *Energies*, vol.12, no.18, p.3548.
- [10]. Ban Quản lý Đường sắt đô thị, *Giới Thiệu Tuyến metro Bến Thành - Suối Tiên*, <http://hcmcmetroline1-scc.com.vn/trang/gioi-thieu-tuyen-metro-ben-thanh-suoi-tien.html>.

Ngày nhận bài: 22/7/2024

Ngày nhận bài sửa: 05/8/2024

Ngày chấp nhận đăng: 19/8/2024

# Nghiên cứu xây dựng bản đồ lan truyền bụi và nitơ dioxide cho các cơ sở sản xuất tại Khu Công nghiệp Song Khê - Nội Hoàng

■ **ThS. NGUYỄN THỊ HỒNG HƯƠNG; TS. NGUYỄN THU HUYỀN<sup>(\*)</sup>; ThS. NGUYỄN PHƯƠNG TÚ**

*Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội*

Email: <sup>(\*)</sup>nthuyen.mt@hunre.edu.vn

**TÓM TẮT:** Hệ thống thông tin địa lý là một trong những công nghệ hiện đại hỗ trợ thu thập, lưu trữ, thao tác, phân tích và hiển thị dữ liệu không gian. Những dữ liệu này thường được tổ chức thành các lớp chuyên đề dưới dạng bản đồ số. Việc sử dụng kết hợp hệ thống thông tin địa lý với các công nghệ khác sẽ hỗ trợ ghi lại dữ liệu không gian và sử dụng trực tiếp các dữ liệu này để phân tích và biểu diễn bản đồ, giúp cho nhà quản lý có cái nhìn tổng quát hơn về kiểm soát ô nhiễm không khí. Kết quả nghiên cứu đã xây dựng được các bản đồ lan truyền ô nhiễm từ 10 nguồn thải tại khu công nghiệp (KCN) Song Khê - Nội Hoàng. Kết quả nghiên cứu cho thấy, mặc dù khí thải tại miệng thải đều đạt Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 19:2009/BTNMT quy định nồng độ tối đa cho phép của bụi và các chất vô cơ trong khí thải công nghiệp khi phát thải vào môi trường, tuy nhiên trong quá trình khuếch tán, phạm vi khuếch tán bụi và NO<sub>2</sub> của các nhà máy có sự chồng lấn lên nhau làm gia tăng ô nhiễm trong các khu vực này và có thể gây ra ô nhiễm không khí cục bộ. Như vậy, cơ quan quản lý nhà nước cần có thêm các giải pháp quản lý tổng hợp ô nhiễm không khí đa nguồn trên cơ sở ứng dụng công nghệ thông tin như QGIS.

**TỪ KHÓA:** Công nghiệp, ô nhiễm, khí thải, QGIS, Bắc Giang.

**ABSTRACT:** Geographic Information System (GIS) is one of the modern technologies that support the collection, storage, manipulation, analysis and display of spatial data. These data are often organized into thematic layers in the form of digital maps. The combination of GIS with other technologies will support the recording of spatial data and the direct use of these data for analysis and map representation, and help managers have a more general view of air pollution control. Based on the research results, pollution spreading maps were developed from 10 emission sources in Song Khe - Noi Hoang industrial park. The research results show that although the emissions at the outlet all meet National Technical

Regulation on Industrial Emission of Inorganic Substances and Dusts QCVN 19:2009/BTNMT, during the diffusion process, the dust and NO<sub>2</sub> diffusion ranges of the factories overlap, increasing pollution in these areas and possibly causing local air pollution. Thus, state management agencies need to have more solutions for integrated management of multi-source air pollution based on the application of information technology such as QGIS.

**KEYWORDS:** Industry, pollution, emissions, QGIS, Bac Giang.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bắc Giang là một tỉnh miền núi có nhiều khó khăn trong phát triển kinh tế. Để đẩy mạnh kinh tế, thời gian vừa qua, tại Bắc Giang các KCN đã và đang được thành lập tại nhiều khu vực trên địa bàn tỉnh, đóng góp phần to lớn cải thiện cuộc sống của nhân dân và tăng giá trị sản xuất kinh tế trong tỉnh. Tuy nhiên, vấn đề ô nhiễm do sản xuất tại các KCN đã bắt đầu xuất hiện và ảnh hưởng tới người dân. KCN Song Khê - Nội Hoàng tỉnh Bắc Giang là một trong hai KCN lớn nhất của tỉnh và đang là địa điểm thu hút được nhiều nhà đầu tư trong và ngoài nước đặc biệt là các nhà đầu tư Nhật Bản, Hàn Quốc, Đài Loan, Singapore [1]. Với diện tích 180 ha thuộc xã Song Khê (TP. Bắc Giang) và xã Nội Hoàng (huyện Yên Dũng), tỉnh Bắc Giang, hiện nay KCN tập trung nhiều ngành sản xuất như cơ khí lắp ráp, công nghiệp chế biến, công nghiệp sản xuất hàng tiêu dùng, vật liệu xây dựng, sản xuất phụ tùng phụ vụ ngành đóng tàu và một số ngành khác thì nguy cơ ô nhiễm môi trường khu vực là rất lớn. Theo thống kê từ Ban Quản lý các KCN Bắc Giang, hiện có khoảng 44 nhà đầu tư đã tiến hành đầu tư vào KCN Song Khê - Nội Hoàng và đạt tỷ lệ lấp đầy 100%. Theo kết quả báo cáo hiện trạng môi trường hàng năm (Bảng 2.1), các nhà máy đều thực hiện xử lý khí thải đạt yêu cầu trước khi thải ra môi trường, tuy nhiên với số lượng các nhà máy tập trung tại KCN, sẽ xảy ra hiện tượng ảnh hưởng gia tăng nồng độ từ các nhà máy với nhau. Để có thể đánh giá tác động tiêu cực do tác động này, nhóm nghiên cứu đã ứng

dụng phương pháp chồng bản đồ trên QGIS (tên trước đây là Quantum GIS, là phần mềm GIS miễn phí mã nguồn mở) để xác định các khu vực khuếch tán bụi và NO<sub>2</sub> của từng nhà máy cũng như sự giao thoa về vùng ô nhiễm.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu này kế thừa kết quả khảo sát từ kết quả báo cáo hiện trạng môi trường thu thập từ Sở Tài nguyên và Môi trường Bắc Giang [2]. Ngoài ra, nhóm nghiên cứu còn thu thập các số liệu để xây dựng bản đồ nền KCN Song Khê - Nội Hoàng, tỉnh Bắc Giang.

**Bảng 2.1. Vị trí quan trắc khí thải**

TT	Tên ống khói	Mã quan trắc
1	Van trích ống thoát khí thải sau xử lý, Nhà máy Sameum Electronics Vina	SKNH01_KT01
2	Van trích ống thoát khí thải sau xử lý số 1 của xưởng mạ, Nhà máy IL YaK Vina	SKNH02_KT02
3	Van trích ống khói lò đốt chất thải số 1 của Công ty Việt Thắng	SKNH03_KT04
4	Điểm trích ống khói lò hơi, Nhà máy Bắc Hà	SKNH04_KT58
5	Điểm trích ống khói tháp xử lý khí thải công đoạn đúc thép, SeoJin Việt Nam	SKNH05_KT59
6	Công ty TNHH khoa học kỹ thuật năng lượng mặt trời	SKNH06_KT60
7	Sau hệ thống xử lý tại ống khói của dây chuyền mạ, Italisa Việt Nam	SKNH07_KT61
8	Van trích ống khói lò nung, thép Phương Bắc	SKNH08_KT62
9	Van trích ống khói lò nấu Đồng, Bedra Việt Nam	SKNH09_KT63
10	Điểm trích ống khói sau hệ thống xử lý khí thải của xưởng mạ, Taneya Việt Nam	SKNH10_KT64

Để tính toán khuếch tán ô nhiễm không khí, nhóm nghiên cứu sử dụng mô hình Gauss. Cơ sở mô hình này là biểu thức đối với phân bố chuẩn hay còn gọi là phân bố Gauss. Các chất ô nhiễm trong khí quyển được áp dụng cho nguồn thải điểm là ống khói các nhà máy KCN Song Khê - Nội Hoàng, tỉnh Bắc Giang. Mô hình được lý tưởng hóa và áp dụng với nền khí tượng ổn định, điều kiện tại bề mặt đất là không đổi tại mọi khoảng cách nơi diễn ra sự lan truyền đám mây khí. Trong phạm vi nghiên cứu, chúng tôi đã tính toán theo mô hình Gauss cho các nhà máy theo các chỉ số khác nhau. Thông số khí tượng lựa chọn là tần suất gió lớn nhất là vào tháng 12 tại hướng Bắc tương ứng với vận tốc 3,7 m/s và nhiệt độ trung bình là 20°C. Công thức tính toán được mô tả ở công thức (1).

$$C_{(x,y,z)} = \frac{M}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left\{ \exp\left[-\frac{(Z-H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(Z+H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\}, \text{ g/m}^3 \quad (1)$$

Trong đó:

- M - Lượng chất ô nhiễm thải ra từ nguồn thải trong một đơn vị thời gian, m/s;

- u - Vận tốc gió m/s;

-  $\sigma_y, \sigma_z$  - Hệ số khuếch tán của khí quyển theo chiều ngang (y) và theo chiều đứng (z); đơn vị của  $\sigma_y, \sigma_z$  là hệ m và phụ thuộc vào tọa độ x của điểm tính, trạng thái khí tượng, gradian nhiệt độ và vận tốc gió u;

-  $H_e$  (m) - Chiều cao tính toán của ống khói, m được tính bằng công thức (2), bằng tổng chiều cao hình học của ống khói với độ nâng cao tổng cộng của luồng khói.

$$H_e = h + \Delta h \quad (2)$$

Trong đó: h - Chiều cao thực của ống khói (m);

$\Delta h$  - Độ nâng cao tổng cộng của luồng khói do động năng ban đầu và do chênh lệch nhiệt độ (m);

-  $\omega$  - Vận tốc phụt của luồng khói tại miệng ống khói, m/s;

- u - Vận tốc gió thông thường tăng theo chiều cao và thường được xác định từ tốc độ gió đo được ở cột khí tượng cao 10 m.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng các thông số

khí tượng tại khu vực Bắc Giang đã được nêu trong Quy chuẩn QCVN 02:2022/BXD: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng với các thông số tại thời điểm tính toán tháng 12. Trong nghiên cứu này chỉ tập trung vào hai chỉ số ô nhiễm là bụi và NO<sub>2</sub>, lý do chọn bụi vì đây là yếu tố làm suy giảm chất lượng môi trường không khí khá phổ biến ở khu vực miền Bắc, còn nitơ dioxide là một loại khí ô nhiễm có khả năng gây ra hiện tượng sương mù quang hóa.

Kết quả tính toán nồng độ chất khí tại các điểm sẽ được xây dựng thành các biểu đồ và đưa lên QGIS để thể hiện vùng khuếch tán theo các mức nồng độ. Do trong QGIS việc xác định tọa độ các nút lưới phức tạp, nên nhóm nghiên cứu sử dụng so sánh việc vẽ biểu đồ bằng tính toán trực tiếp và việc sử dụng kết quả của phần mềm ENVIM để làm cơ sở chồng bản đồ.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Dữ liệu bản đồ nền có các lớp cơ bản như sau: Ranh giới hành chính, đường giao thông, sông suối... Cơ sở dữ liệu bản đồ nền được xây dựng bằng cách sử dụng cơ sở dữ liệu sẵn có, cho phép truy cập miễn phí. Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng hệ cơ sở dữ liệu từ Openstreetmap, Google satellite và Google road. OpenStreetMap (OSM) là một bản đồ có thể chỉnh sửa miễn phí trên thế giới. Do tính chất mở của nó, nên ai cũng có thể đóng góp, chỉnh sửa và thay đổi OpenStreetMap để cải thiện nó. Google satellite và google road là một trong số các kiểu bản đồ cơ bản trong nhóm google map (roadmap, satellite, hybrid, terrain). Satellite là bản đồ vệ tinh, vì vậy nó có khả năng cập nhật thông qua hệ thống vệ tinh của Google. Tiếp đó, dựa trên thông tin thu thập về tọa độ các điểm quan trắc, nhóm nghiên cứu xác định tọa độ của các vị trí phát sinh khí thải và chuyển lên bản đồ khu vực, gắn nhãn cho các điểm theo mã quan trắc. Kết quả xây dựng bản đồ vị trí các điểm khảo sát ở Hình 3.1, trên bản đồ thể hiện đầy đủ các thông số về đường giao thông, khu vực KCN Song Khê - Nội Hoàng



Hình 3.1: Bản đồ vị trí các điểm khảo sát

Kết quả khảo sát thu thập dữ liệu về nguồn thải bao gồm số liệu quan trắc về NO<sub>2</sub> và bụi cũng như thông tin về đặc điểm nguồn như chiều cao, đường kính, lưu lượng... được thể hiện ở Bảng 3.1.

Bảng 3.1. Kết quả thu thập dữ liệu nguồn thải

Mã quan trắc	Kết quả quan trắc (mg/Nm <sup>3</sup> )		Các thông số của nguồn thải			
	NO <sub>2</sub>	Bụi tổng	Chiều cao hs (m)	Nhiệt độ (°C)	Đường kính ống khói D(mm)	Lưu lượng Q (m <sup>3</sup> /h)
SKNH01_KT01	0,45	48	36	30,44	1.100	49.783
SKNH02_KT02	0	22	13,1	30,14	3.00	3.508
SKNH03_KT04	41,23	77	6	196,4	400	1.268
SKNH04_KT58	107,11	79	9	50,66	2.500	59.755
SKNH05_KT59	0	36	7,5	30,1	1.180	35.301
SKNH06_KT60	3,26	24	15	28,8	1.200	26.071
SKNH07_KT61	6,016	27	8	31,94	800	13.649
SKNH08_KT62	212,02	80	15	46	700	10.553
SKNH09_KT63	0	51	15	43,5	800	23.898
SKNH10_KT64	0,88	18	5,8	32,4	600	14.769

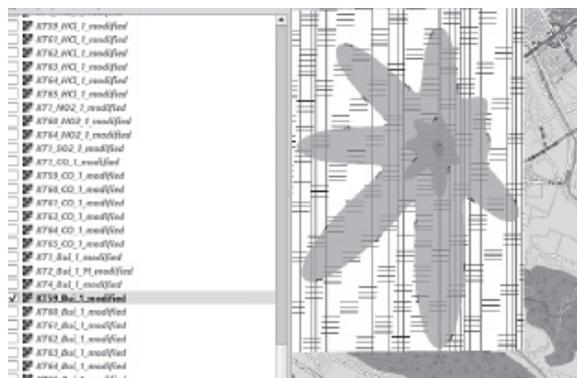
Nguồn: [2]

Căn cứ vào số liệu về nồng độ khí thoát ra, lưu lượng dòng khí, nhóm nghiên cứu xác định được hệ số phát thải M với kết quả thể hiện ở Bảng 3.2.

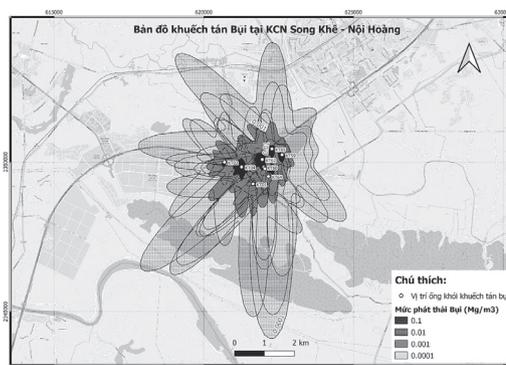
Bảng 3.2. Kết quả tính toán hệ số phát thải M

Mã nguồn	Hệ số phát thải (g/s)		Mã nguồn	Hệ số phát thải (g/s)	
	NO <sub>2</sub>	Bụi		NO <sub>2</sub>	Bụi
SKNH01_KT01	0,006223	0,663773	SKNH06_KT60	0,023609	0,173807
SKNH02_KT02	0	0,021438	SKNH07_KT61	0,022809	0,102368
SKNH03_KT04	0,014522	0,027121	SKNH08_KT62	0,621513	0,234511
SKNH04_KT58	1,777,877	131,129	SKNH09_KT63	0	0,338555
SKNH05_KT59	0	0,35301	SKNH10_KT64	0,00361	0,073845

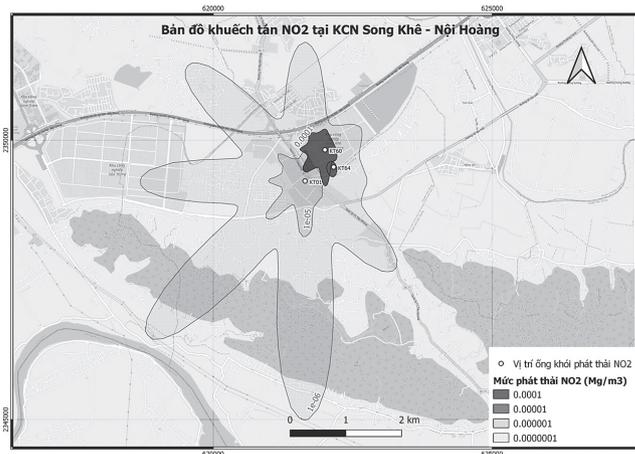
Dựa trên các công thức (1), (2) đã trình bày, nhóm nghiên cứu đã tiến hành tính toán khuếch tán bụi và NO<sub>2</sub> tại từng vị trí phát thải bằng công thức Gauss và xây dựng sơ đồ phát thải bằng phần mềm ENVIM, kết quả tính toán sau đó được đưa lên bản đồ theo từng lớp cho từng ống khói. Hình 3.2 thể hiện các lớp dữ liệu đã được đưa lên QGIS. Kết quả biên tập bản đồ cuối cùng được thể hiện ở Hình 3.3 và 3.4.



Hình 3.2: Các lớp dữ liệu được đưa lên bản đồ



Hình 3.3: Bản đồ khuếch tán ô nhiễm bụi tại KCN Song Khê - Nội Hoàng



Hình 3.4: Bản đồ khuếch tán NO<sub>2</sub> tại KCN Song Khê - Nội Hoàng

Kết quả chồng ghép bản đồ cho thấy, các vùng khuếch tán khí thải của các ống khói có sự giao thoa với nhau và vì vậy làm lượng khí ô nhiễm trong không khí gia tăng. Ngoài ra, trên bản đồ thể hiện vị trí khuếch tán bao trùm cả hai tuyến quốc lộ (cao tốc Hà Nội - Bắc Giang và QL17), bao trùm cả phạm vi của KCN Vân Trung. Như vậy, việc các doanh nghiệp xả thải đạt quy chuẩn môi trường về khí thải công nghiệp sẽ không đảm bảo cho môi trường không khí KCN cũng như các khu vực lân cận đạt yêu cầu đảm bảo chất lượng. Như vậy, việc kiểm soát ô nhiễm môi trường không khí cần có các công cụ quản lý mang tính tổng hợp hơn, có khả năng kiểm soát tác động tổng hợp từ các nguồn thải khác nhau, ví dụ như với trường hợp là tác động từ bản thân các nhà máy trong KCN Song Khê - Nội Hoàng tác động qua lại đến nhau, mà còn từ hoạt động của KCN Vân Trung ở phía Tây cũng như hoạt động giao thông trên các tuyến đường. Hệ thống thông tin địa lý là một trong những công nghệ hiện đại phức tạp nhất để thu thập, lưu trữ, thao tác, phân tích và hiển thị dữ liệu không gian. Những dữ liệu này thường được tổ chức thành các lớp chuyên đề dưới dạng bản đồ số. Việc sử dụng kết hợp hệ thống thông tin địa lý với các công nghệ khác sẽ hỗ trợ ghi lại dữ liệu không gian và sử dụng trực tiếp các dữ liệu này để phân tích và biểu diễn bản đồ và giúp cho nhà quản lý có cái nhìn tổng quát hơn.

Trong hệ thống các phần mềm, QGIS với đặc điểm là phần mềm hệ thống thông tin địa lý miễn phí mã nguồn mở cung cấp khả năng xem, xử lý và phân tích các dữ liệu. QGIS hỗ trợ các chức năng cơ bản của một phần mềm của hệ thống tin địa lý gồm: Quản lý dữ liệu, đọc được nhiều định dạng dữ liệu, biên tập và xuất bản bản đồ, xuất-nhập dữ liệu và các chức năng phân tích không gian... QGIS có hầu hết các chức năng phù hợp với việc tạo ra giải pháp ứng dụng công cụ bản đồ để quản lý đa nguồn trong kiểm soát ô nhiễm không khí cho các cơ quan quản lý môi trường.

Để có thể ứng dụng công cụ này trong quản lý các nguồn ô nhiễm không khí, cần có thêm sự đầu tư xây dựng cơ sở dữ liệu về hoạt động của các KCN, hoạt động giao thông, hoạt động đốt phế thải... trên toàn bộ khu vực tỉnh. Đồng thời, cần xây dựng mạng lưới quan trắc dày đặc hơn để có thể kiểm soát ô nhiễm ngay tại các khu vực lân cận các điểm phát sinh khí thải.

#### 4. KẾT LUẬN

Hệ thống thông tin địa lý là một trong những công nghệ hiện đại hỗ trợ thu thập, lưu trữ, thao tác, phân tích và hiển thị dữ liệu không gian. Những dữ liệu này thường được tổ chức thành các lớp chuyên đề dưới dạng bản đồ số. Việc sử dụng kết hợp hệ thống thông tin địa lý với các công nghệ khác sẽ hỗ trợ ghi lại dữ liệu không gian và sử dụng trực tiếp các dữ liệu này để phân tích và biểu diễn bản đồ và giúp cho nhà quản lý có cái nhìn tổng quát hơn về kiểm soát ô nhiễm không khí. Kết quả nghiên cứu đã xây dựng được các bản đồ lan truyền ô nhiễm từ 10 nguồn thải tại KCN Song Khê - Nội Hoàng, kết quả nghiên cứu cho thấy mặc dù khí thải tại miệng thải đều đạt Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 19:2009/BTNMT quy định nồng độ tối đa cho phép của bụi và các chất vô cơ trong khí thải công nghiệp khi phát thải vào môi trường, tuy nhiên trong quá trình khuếch tán, phạm vi khuếch tán bụi và NO<sub>2</sub> của các nhà máy có sự chồng lấn lên nhau làm gia tăng ô nhiễm trong các khu vực này và có thể gây ra ô nhiễm không khí cục bộ. Như vậy, cơ quan quản lý nhà nước cần có thêm các giải pháp quản lý tổng hợp ô nhiễm không khí đa nguồn trên cơ sở ứng dụng công nghệ thông tin như QGIS.

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. UBND tỉnh Bắc Giang, Báo cáo tổng hợp quy hoạch tỉnh Bắc Giang thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến 2050.
- [2]. UBND tỉnh Bắc Giang, Báo cáo công tác bảo vệ môi trường tỉnh Bắc Giang năm 2022.
- [3]. QCVN 02:2022/BXD: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng.
- [4]. Teggi, S. Costanzini, G. Ghermandi, C. Malagoli, M. Vinceti (2018), A GIS-based atmospheric dispersion model for pollutants emitted by complex source areas, Sci. Total Environ., 610-611.

Ngày nhận bài: 26/7/2024  
 Ngày nhận bài sửa: 12/8/2024  
 Ngày chấp nhận đăng: 19/8/2024

# Nghiên cứu đặc trưng thoát hiểm từ phòng tối theo nhóm tuổi - trường hợp nghiên cứu ở An Giang

■ **ThS. NGUYỄN MINH THIÊN<sup>(1)</sup>**

*Công ty TNHH Tư vấn Thiết kế và Xây dựng DBE*

■ **TS. TRẦN VŨ TỰ<sup>(2)</sup>**

*Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh*

Email: <sup>(1)</sup>minhthiendbe@gmail.com; <sup>(2)</sup>tutv@hcmute.edu.vn

**TÓM TẮT:** Nghiên cứu tập trung vào đánh giá đặc trưng thoát hiểm từ phòng tối theo nhóm tuổi thông qua việc thực hiện một diễn tập nhỏ thoát hiểm để xác định tốc độ thoát hiểm theo từng nhóm tuổi cho một trường hợp nghiên cứu ở tỉnh An Giang. Dựa trên số liệu phân tích, nhóm nghiên cứu tiến hành mô hình hóa quá trình thoát hiểm trong phòng tối theo độ tuổi bằng phần mềm NetLogo. Kết quả nghiên cứu cho thấy, nhóm tuổi từ 7 - 10 tuổi có giá trị vận tốc thấp nhất, chỉ bằng 48,9% vận tốc của nhóm cao nhất (nhóm từ 30 - 45 tuổi).

**TỪ KHÓA:** Thoát hiểm, mô phỏng, an toàn, giao thông.

**ABSTRACT:** This article focuses on evaluating the characteristics of escape from a dark room by age group through conducting small escape drills in An Giang Province to determine the escape speed. Based on analytical data, the research conducted modeling of the escape process in the dark room by using NetLogo. The research results show that the age group from 7 - 10 years old has the lowest speed, accounting for 48.9% of the speed of the highest group (group from 30 - 45 years old).

**KEYWORDS:** Escape, simulation, safety, traffic.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh xã hội ngày càng phát triển, sự an toàn của con người trong các công trình xây dựng từ nhà ở đến các công trình công cộng trở thành một trong những yếu tố quan trọng hàng đầu. Một vấn đề cần thiết nghiên cứu trong quá trình thoát hiểm là sự khác biệt về hành vi và khả năng thoát hiểm giữa các nhóm tuổi khác nhau. Đã có nhiều nghiên cứu về thoát hiểm như các nghiên cứu sơ tán cầu thang trong tòa nhà cao tầng thông qua các thực nghiệm và mô hình hóa trong phần mềm để đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả sơ tán như hành vi người di chuyển, sự hiểu biết hay khả năng nhận thức mức độ rủi ro [1]. Một số

nghiên cứu về sơ tán người đi bộ trong môi trường lớp học trong trường hợp khẩn cấp tập trung vào phân tích các yếu tố như chiều rộng cửa, số học sinh... lên thời gian sơ tán nhằm mô hình hóa các đặc điểm sơ tán cho các thiết kế tòa nhà an toàn. Các nghiên cứu về hành vi sơ tán tòa nhà cao tầng để đánh giá thời gian thoát ra ngoài và lập các mô hình sơ tán để phân tích các yếu tố hành vi nhằm nâng cao tính năng an toàn tính mạng cũng đã được thực hiện.

Tuy nhiên, sự thoát hiểm từ phòng tối với các nhóm độ tuổi vẫn chưa có nhiều nghiên cứu. Đặc trưng của phòng tối là để phản ánh lại tình trạng phòng bị thiếu ánh sáng khi có sự cố cháy nổ, khi đó người thoát hiểm sẽ không định rõ phương hướng di chuyển một cách chính xác. Sự tương tác giữa người và người thể hiện rõ ràng hơn do tình trạng chen lấn, va chạm trong lúc di chuyển.

## 2. MỤC TIÊU BÀI BÁO

Mục tiêu đầu tiên liên quan đến việc thu thập và phân tích số liệu thoát hiểm cho các nhóm tuổi thoát ra từ một căn phòng thiếu ánh sáng. Dựa vào số liệu khảo sát, nghiên cứu phân tích và phát triển mô hình mô phỏng trong Netlogo [2] để đánh giá thời gian thoát hiểm ra từ căn phòng này và từng nhóm tuổi ở viễn cảnh xem xét mối quan hệ giữa lưu lượng thoát hiểm và thời gian thoát hiểm.

## 3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 3.1. Phương pháp thu thập số liệu

Nghiên cứu này thu thập số liệu tại Dự án Trụ sở làm việc Sở Tài nguyên và Môi trường và các cơ quan trực thuộc tỉnh An Giang với diện tích xây dựng vào ngày 01/7/2024 từ 9h đến 17h. Nhóm nghiên cứu thu thập số liệu tại phòng làm việc với diện tích phòng (4,0x5,0)m, các thiết bị, vật dụng trong phòng được di chuyển ra ngoài, đảm bảo cho phòng tối hoàn toàn trước khi thực hiện. Nhóm nghiên cứu tận dụng camera đặt ở hành lang cách mặt nền 2 m, lấy góc quay ra hướng cửa để quan sát quá trình thoát hiểm. Để tạo tình huống thoát hiểm, tác giả thông báo có sự cố cháy nổ xảy ra báo hiệu cho mọi người thoát ra khỏi phòng. Quá trình thoát hiểm được ghi lại hình ảnh và ghi nhận vận tốc di chuyển của từng người thông qua hai tham số, đó là quãng đường và thời gian di chuyển.



Hình 3.1: Buổi diễn tập thực nghiệm

### 3.2. Phương pháp mô phỏng

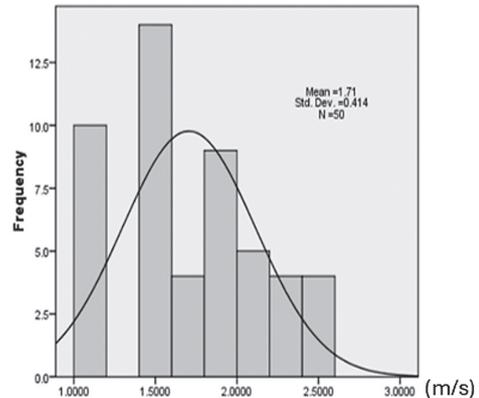
Nghiên cứu sử dụng ngôn ngữ Netlogo là công cụ để mô phỏng quá trình thoát hiểm và đánh giá sự tác động ở các viễn cảnh. Các chương trình mô phỏng của nhóm nghiên cứu trong việc xây dựng một phòng có diện tích 20 m<sup>2</sup> để tiến hành mô phỏng dòng người thoát hiểm từ căn phòng này với giả thiết trước khi quá trình thoát hiểm xảy ra, tất cả nhóm người thoát hiểm đang tập trung ở góc xa nhất so với lối thoát.

## 4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

### 4.1. Kết quả phân tích số liệu

Nghiên cứu tiến hành phân tích sự phân phối vận tốc theo nhóm tuổi dựa vào biểu đồ quan hệ giữa tần suất

(Frequency) và vận tốc trung bình, cụ thể như thể hiện trong hình sau:



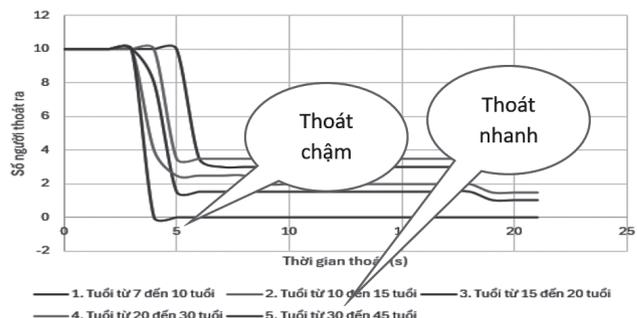
Hình 4.1: Biểu đồ phân phối vận tốc theo nhóm tuổi 7 - 45 tuổi

Dựa vào biểu đồ quan hệ giữa tần suất (Frequency) và vận tốc trung bình có thể thấy: Giá trị vận tốc trung bình (Mean) của nhóm 7 - 10 tuổi là 1,15 m/s, nhóm 10 - 15 tuổi là 1,48 m/s, nhóm 15 - 20 tuổi là 1,66 m/s, nhóm 20 - 30 tuổi là 1,96 m/s và nhóm 30 - 45 tuổi là 2,31 m/s. Có thể thấy rằng, nhóm tuổi từ 7 - 10 tuổi có giá trị vận tốc thấp nhất, chỉ bằng 48,9% vận tốc của nhóm cao nhất (nhóm từ 30 - 45 tuổi). Sự khác nhau về giá trị trung bình và độ lệch về vận tốc thoát hiểm giữa các nhóm tuổi cho thấy ảnh hưởng của tuổi tác đến khả năng thoát hiểm trong môi trường tối và khó khăn.

### 4.2. Kết quả mô phỏng

#### 4.2.1. Kết quả mô phỏng số người thoát ra theo độ tuổi

Sau khi kiểm định mô hình mô phỏng trong Netlogo, nghiên cứu tiến hành mô phỏng lần lượt cho các nhóm tuổi thoát hiểm trong Netlogo, bao gồm nhóm từ 7 - 10 tuổi, nhóm 10 - 15 tuổi, nhóm 15 - 20 tuổi, nhóm 20 - 30 tuổi và nhóm từ 30 - 45 tuổi. Biểu đồ thể hiện số người thoát ra theo thời gian thoát cho các nhóm tuổi khác nhau trong một phòng tối được mô tả bởi các đường màu khác nhau.



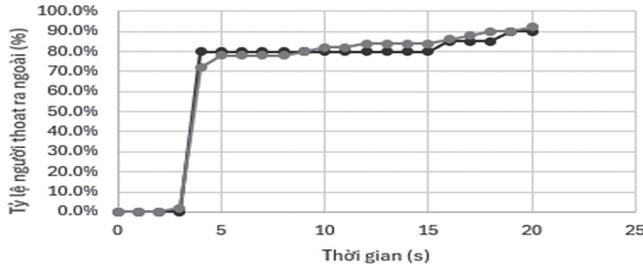
Hình 4.2: So sánh thời gian thoát hiểm của nhóm tuổi

Dựa vào kết quả nghiên cứu cho thấy, nhóm tuổi từ 30 - 45 tuổi thoát hiểm nhanh nhất, trong khi nhóm tuổi từ 7 - 10 và 10 - 15 có thời gian thoát ra ngoài muộn hơn. Điều này cũng có thể giải thích được do nhóm trẻ em là nhóm khi thoát hiểm thường có tâm lý không ổn định, phản ứng dễ hoảng loạn, thường bám theo người lớn. Trong khi đó, nhóm người trưởng thành có tốc độ di chuyển ổn định, nhanh chóng và phản ứng nhanh, khả năng tự quyết định cao.



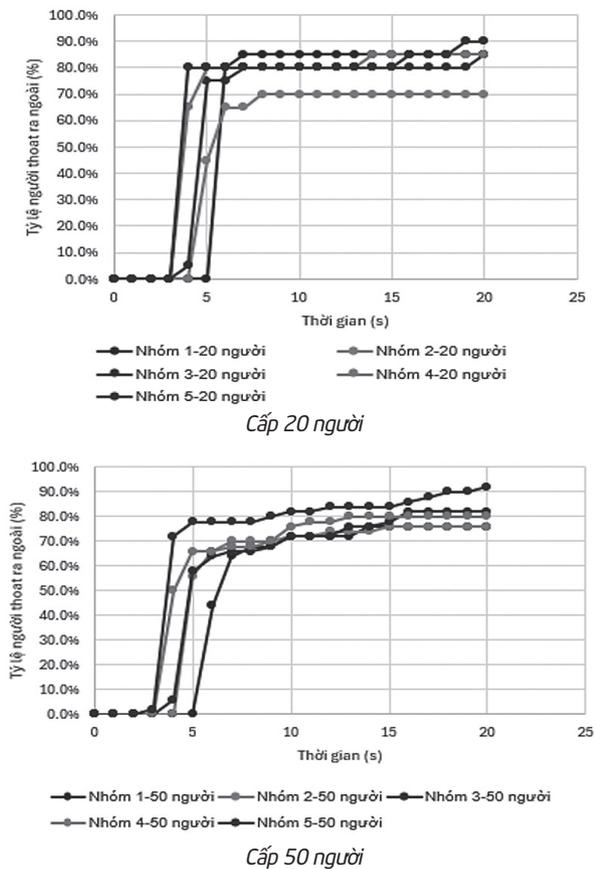
**4.2.2. Đánh giá sự tác động về số lượng người thoát hiểm trong phòng**

Nghiên cứu giả thiết các thông số khác không thay đổi, nhưng số lượng người trong phòng thay đổi nhằm đánh giá sự tác động về lưu lượng thoát ra lên thời gian thoát hiểm. Nghiên cứu tiến hành so sánh với các cấp như 20 người, 50 người ở trong phòng cho các nhóm tuổi. Kết quả nghiên cứu cho tỷ lệ người thoát ra ngoài phòng theo thời gian như sau:



Hình 4.3: Tỷ lệ người thoát ra theo nhóm tuổi

Dựa vào kết quả nghiên cứu cho thấy lưu lượng càng tăng (số người trong phòng càng nhiều) thì tỷ lệ thoát hiểm ra ngoài theo thời gian có sự suy giảm dần và có sự khác biệt giữa các nhóm tuổi. Nếu so sánh ở cùng cấp lưu lượng (cấp 20 người và cấp 50 người), mối quan hệ giữa thời gian và tỷ lệ thoát hiểm ra ngoài phòng của các nhóm độ tuổi như sau:



Hình 4.4: Tỷ lệ người thoát ra theo nhóm tuổi

Nhìn chung, các biểu đồ cho thấy rằng, số lượng người trong nhóm và độ tuổi có ảnh hưởng đến hiệu quả thoát hiểm. Các nhóm tuổi lớn hơn cũng có xu hướng thoát hiểm hiệu quả hơn.

**5. KẾT LUẬN**

Kết quả nghiên cứu cho thấy, nhóm tuổi từ 30 - 45 tuổi

thoát hiểm nhanh nhất, trong khi 2 nhóm tuổi từ 7 - 10 và 10 - 15 có thời gian thoát ra ngoài muộn hơn do các yếu tố tâm lý và kinh nghiệm cũng như khả năng tự quyết định cao. Nhóm tuổi từ 7 - 10 tuổi có giá trị vận tốc thấp nhất, chỉ bằng 48,9% vận tốc của nhóm cao nhất (nhóm từ 30 - 45 tuổi). Kết quả mô phỏng cho thấy, số lượng người trong nhóm và độ tuổi có ảnh hưởng đến hiệu quả thoát hiểm.

Nghiên cứu góp phần đưa thêm các hướng đi mới cho các nghiên cứu sau này trong việc đánh giá các tình huống thoát hiểm khẩn cấp khi xảy ra sự cố. Tuy nhiên, mô hình mô phỏng được đề xuất trong nghiên cứu còn ở mức đơn giản. Thực tế cho thấy tầm quan trọng của việc phân tích hành vi thoát hiểm theo độ tuổi cần phải nghiên cứu thêm. Trẻ em thường phản ứng chậm và dễ hoảng loạn, trong khi người trưởng thành có phản ứng nhanh và hiệu quả nhất, còn người cao tuổi di chuyển chậm và cần sự hỗ trợ nhiều hơn.

**Tài liệu tham khảo**

[1]. Fang, Z. M., Song, W. G., Li, Z. J., Tian, W., Lv, W., Ma, J., & Xiao, X. (2012), *Experimental study on evacuation process in a stairwell of a high-rise building*, Building and environment, 47, 316-321.

[2]. Wilensky, U. (2014), *NetLogo: Center for connected learning and computer-based modeling*, Northwestern University. Evanston, IL, 1999.

[3]. Trần Vũ Tự, Lê Phước Lập (2018), *Đánh giá hiệu quả các phương án thoát hiểm của các công trình xây dựng bằng chương trình đa tác tử*, Tạp chí Xây dựng, ISSN 0866-8762, tr.119-126.

[4]. Trần Vũ Tự, Trương Thanh Hòa (2023), *Đánh giá sự ảnh hưởng của không gian dùng cho trưng bày ở lối đi trong khu thương mại đến khả năng thoát hiểm trong công trình bằng phương pháp mô phỏng*, Kỷ yếu Hội nghị Khoa học Kỹ thuật & Công nghệ Xây dựng lần 3, tr.207-212, NXB. Khoa học và Kỹ Thuật, ISBN: 978-604-67-2825-2.

Ngày nhận bài: 30/7/2024  
 Ngày nhận bài sửa: 16/8/2024  
 Ngày chấp nhận đăng: 26/8/2024

# Xây dựng mô hình mô phỏng thủy lực và quá trình vận chuyển bùn cát khu vực ven biển Hải Phòng - Nam Định bằng phần mềm MIKE 21/3 FM Couple

■ TS. NGUYỄN XUÂN LONG

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email: nguyenvuanlong@vimaru.vn

**TÓM TẮT:** Mô phỏng các yếu tố thủy động lực và các tác động của quá trình vận chuyển bùn cát tại các khu vực biển và ven biển là một trong những kênh tham khảo rất hữu ích cho các cơ quan quản lý nhà nước chuyên ngành hàng hải có những đánh giá chính xác về mức độ ảnh hưởng của tình trạng bồi lấp để có kế hoạch, định hướng xây dựng cơ sở hạ tầng cảng biển và luồng hàng hải trong tương lai. Khu vực ven biển Hải Phòng - Nam Định là nơi có mật độ tàu thuyền qua lại nhiều, được đầu tư xây dựng nhiều cảng biển có quy mô để đón các tàu trọng tải lớn. Để góp phần giải quyết cơ sở khoa học và lý luận về quy hoạch các dự án cảng, luồng hàng hải của khu vực ven biển Hải Phòng - Nam Định, tác giả đã xây dựng mô hình mô phỏng thủy lực và quá trình vận chuyển bùn cát bằng phần mềm MIKE 21/3 FM Couple trên cơ sở các dữ liệu địa hình và khí tượng thủy văn được thu thập. Kết quả của bài báo có thể làm tài liệu tham khảo cho các cơ quan quản lý nhà nước hàng hải và các nhà khoa học trong lĩnh vực hàng hải nghiên cứu, triển khai các vấn đề liên quan.

**TỪ KHÓA:** Mô phỏng, thủy động lực, quản lý hàng hải, MIKE 21/3.

**ABSTRACT:** The simulation of hydrodynamic factors and the impacts of sand and sediment transport processes in marine and coastal areas are crucial for specialized maritime state management agencies. Accurate assessments of sedimentation's impact are essential for planning and directing the construction of seaport infrastructure and navigational channels in the future. The coastal area of Hai Phong - Nam Dinh sees a high density of passing ships and has seen significant investment in the construction of large-scale seaports to accommodate large ships. To contribute to the scientific and theoretical basis for planning port projects and navigation channels in this coastal area, the author has developed a hydraulic simulation model for the transportation process of sand and mud using the MIKE 21/3 FM Couple software, based on collected topographic

and hydrometeorological data. The results of the study can serve as a valuable reference for maritime state management agencies and scientists in the maritime field for further research and implementation of related issues.

**KEYWORDS:** Simulation, hydrodynamic, maritime management, MIKE 21/3.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dựa vào tiêu chuẩn, nguồn gốc, có thể chia bờ biển nước ta thành 3 nhóm chính. Sau đó, tiếp tục dựa vào các quá trình tạo địa hình bờ biển cơ bản, mức độ thay đổi của bờ do các quá trình biển, động lực và tính chất chia cắt đường bờ, để chia thành các kiểu khác nhau [1].

Tại khu vực Hải Phòng - Nam Định là nơi có đặc điểm địa hình bờ biển khá khúc khuỷu, phức tạp với sự xuất hiện của các châu thổ và các con sông lớn đổ ra biển. Ngoài ra, cũng có một số các đảo và bãi bồi xuất hiện ven bờ tạo nên các hình thái khí tượng hải văn đặc trưng và tốc độ bồi lấp cũng khá lớn. Đây được gọi là kiểu bờ biển tam giác châu-sú vệt điển hình ở hai nơi ứng với hai hệ thống sông lớn nhất nước ta là sông Hồng và sông Thái Bình. Vì nằm trong đới nóng nên thực vật ngập mặn phát triển mạnh. Sự phát triển nhanh chóng của thực vật ngập mặn ở vùng cửa sông đã có tác dụng thúc đẩy trở lại làm gia tăng quá trình tích tụ mở rộng diện tích tam giác châu thổ.

Do nằm trong khu vực có nhiều cửa sông đổ ra biển nên khu vực có tốc độ bồi lấp cũng tương đối cao và nhanh hơn so với nhiều khu vực khác gây ảnh hưởng tới quá trình khai thác cảng và luồng cảng biển. Các cơ quan quản lý nhà nước thường xuyên tiến hành nạo vét, duy tu để đảm bảo độ sâu cốt luồng như công bố gây tốn kém sức người, sức của và giảm khả năng khai thác, hiệu suất cảng.

Để có các thông tin một cách trực quan và sinh động, cơ quan Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI) đã nghiên cứu và đưa vào sử dụng phần mềm tính toán các yếu tố thủy động lực học trong bộ công cụ Mike Zero. Đây là một công cụ được sử dụng khá phổ biến tại các quốc gia trên thế

giới. Một trong những công cụ hữu ích để tính toán chế độ thủy động lực vùng cửa sông, cửa biển, làm cơ sở chỉnh trị lòng dẫn, tạo điều kiện cho tàu thuyền ra vào được thuận lợi là phần mềm MIKE 21/3 FM Couple. Do đó, trong phạm vi nghiên cứu này, tác giả sẽ sử dụng phần mềm này để tính toán mô phỏng chế độ thủy động lực và quá trình vận chuyển bùn cát khu vực ven biển Hải Phòng - Nam Định.

## 2. ĐẶC ĐIỂM KHÍ TƯỢNG HẢI VĂN KHU VỰC VEN BIỂN HẢI PHÒNG - NAM ĐỊNH

### 2.1. Khu vực Hải Phòng

Vùng biển Hải Phòng là một bộ phận thuộc Tây Bắc vịnh Bắc bộ. Các đặc điểm cấu trúc địa hình đáy biển và đặc điểm hải văn biển Hải Phòng gắn liền với những đặc điểm chung của vịnh Bắc bộ và biển Đông. Độ sâu của biển Hải Phòng không lớn. Đường đẳng sâu 2 m chạy quanh mũi Đồ Sơn rồi hạ xuống 5 m ở cách bờ khá xa, ở đáy biển nơi có các cửa sông đổ ra, do sức xâm thực của dòng chảy nên độ sâu lớn hơn. Ra xa ngoài khơi, đáy biển hạ thấp dần theo độ sâu của vịnh Bắc bộ, chừng 30 - 40 m. Mặt đáy biển Hải Phòng được cấu tạo bằng thành phần mịn, có nhiều lạch sâu vốn là những lòng sông cũ nay dùng làm luồng lạch ra, vào hàng ngày của tàu biển. Hải Phòng có bờ biển dài trên 125 km kể cả bờ biển chung quanh các đảo khơi. Bờ biển có hướng một đường cong lồi của bờ vịnh Bắc bộ, thấp và khá bằng phẳng, cấu tạo chủ yếu là cát bùn do 5 cửa sông chính đổ ra. Trên đoạn chính giữa bờ biển, mũi Đồ Sơn nhô ra như một bán đảo, đây là điểm nút của dải đồi núi chạy ra từ trong đất liền, có cấu tạo đá cát kết (sa thạch) tuổi Devon, đỉnh cao nhất đạt 125 m, độ dài nhô ra biển 5 km theo hướng Tây Bắc - Đông Nam. Ưu thế về cấu trúc tự nhiên này đã tạo cho Đồ Sơn có một vị trí chiến lược quan trọng trên mặt biển, đồng thời cũng là một thắng cảnh nổi tiếng. Dưới chân những đồi đá cát kết có bãi tắm, có nơi nghỉ mát nên thơ và khu an dưỡng có giá trị. Ngoài khơi thuộc địa phận Hải Phòng có nhiều đảo rải rác trên khắp mặt biển, lớn nhất có đảo Cát Bà, xa nhất là đảo Bạch Long Vĩ [2].



Hình 2.1: Khu vực ven biển của sông Văn Úc

### 2.2. Khu vực Thái Bình

Thái Bình có khoảng 50 km bờ biển, đây là nguồn lợi đánh bắt, nuôi trồng thủy hải sản và giao lưu buôn bán theo đường bờ biển. Nền địa hình Thái Bình là đồng bằng được hình thành cách đây không lâu. Đường bờ biển hiện nay chỉ mới được bồi đắp trong vòng 100 - 200 năm trở lại đây. Theo tài liệu năm 2003 của Viện Địa lý (Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam) thì đất Thái Bình có nền móng cứng của khu vực nằm sâu dưới 4.000 - 6.000 m, được phủ bởi các lớp trầm tích. Trên cùng là trầm tích phù sa hiện đại đang hình thành lớp phủ thổ nhưỡng dày 1 - 2 m, màu đỏ mịn, luôn luôn bị biến đổi do được bồi đắp. Tuy quá trình đó bị chậm lại do hệ thống sông đê, làm tăng độ cao của

lòng sông, nhưng lại thúc đẩy quá trình tiến ra biển nhanh hơn. Những vùng trũng ở độ sâu 1 - 2 m hay gặp xác thực vật. Đối ven biển được phủ bởi trầm tích Đệ Tứ dày tới 20 m, chia làm 3 tầng: Tầng cuội, sỏi, cát khô, xen sét sâu 100 đến 150 - 190 m. Tầng cát mịn dưới dày từ 40 - 60 m đến 100 m. Tầng trên dày trên 40 - 60 m. Quá trình hình thành và phát triển của châu thổ là sự tổng hòa của các yếu tố sông - biển. Xen kẽ các dải phù sa là các cồn cát có dạng hình nan quạt hay cánh cung cong ra biển. Các vùng này bị lấp bằng do tác động của nước và gió.

### 2.3. Khu vực Nam Định

Tỉnh Nam Định có bờ biển dài 72 km, có 4 sông chính là sông Hồng, sông Đáy, sông Ninh Cơ và sông Sò cùng đổ ra biển Đông theo 4 cửa sông gồm Ba Lạt, cửa Đáy, cửa Ninh Cơ và cửa sông Hà Lạn. Địa hình khu vực ven biển và tuyến mặt nước tương đối bằng phẳng, độ cao trung bình khoảng 1 m. Ngoài biển phía Đông Bắc có các cồn cát như cồn Ngạn, cồn Lu, cồn Mờ dài trên 20 km.

Tỉnh Nam Định có gần 91 km đê biển, qua 3 huyện: Hải Hậu (33.179 km), Nghĩa Hưng (26.325 km), Giao Thủy (31.161 km). Phần lớn bờ biển Nam Định thuộc vùng biển lấn, bãi thoái nghiêm trọng, trong số gần 91 km đê biển có khoảng trên 50 km đê đi qua khu vực nền cát, đất đắp đê là cát và cát pha. Khoảng 45 km đê trực diện với biển, phía trong đồng là thung lũng; đê thường xuyên chịu tác động gây hại của sóng do triều cường, gió mạnh, áp thấp nhiệt đới và bão. Đến nay, đã cứng hóa được 88,17 km chống được bão cấp 10, triều trung bình, còn lại chống được bão cấp 9.

## 3. PHƯƠNG PHÁP VÀ DỮ LIỆU MÔ PHỎNG

### 3.1. Phương pháp mô phỏng

Trong nghiên cứu, bộ mô hình MIKE được sử dụng để tính toán, trong đó: Mô hình MIKE Zero [3] được sử dụng để tính toán lưới và các biên đầu vào cho mô hình MIKE 21 [4] và MIKE 21 FM/3 Couple [5]; mô hình MIKE 21 được sử dụng để tính toán các biên đầu vào cho mô hình MIKE 21FM/3 Couple; mô hình MIKE 21 FM/3 Couple được sử dụng để tính toán chế độ thủy động lực và vận chuyển bùn cát khu vực ven biển Hải Phòng - Nam Định.

### 3.2. Dữ liệu mô phỏng

- Khu vực tính toán: Giới hạn bởi kinh độ 106°20.8' E và 106°54' E, vĩ độ 20°9.8' N và 20°42.9' N trong hệ tọa độ UTM-48.

- Thời gian mô phỏng: Từ 00h00 ngày 01/11/2023 đến 24h00 ngày 04/11/2023, với 384 bước thời gian, mỗi bước 900s.

- Điều kiện biên: Biên nước North (phía Bắc), biên nước East (phía Đông) và biên nước South (phía Nam) giá trị thủy triều thay đổi theo thời gian và đường bờ; biên bờ giá trị thủy triều tại đó không đổi và bằng 0.

- Một số tham số khác: Số Courant (CFL) = 0,8; độ mặn nước biển tại 10°C = 32 PSU; độ nhám đáy biển = 32 ( $m^{1/3}/s$ ); độ nhớt nước biển = 0,28;

### 3.3. Thiết lập mô hình mô phỏng

#### 3.3.1. Thiết lập mô hình thủy động lực học

Mô hình thủy động lực học được tích hợp trong MIKE 21 FM/3 Couple cũng tương tự như trong MIKE 21 Flow Model FM. Các dữ liệu đầu vào cũng cần được thiết lập như lưới tính toán bởi mô hình Mesh Generation trong Mike Zero, độ sâu, mật độ, độ nhớt, ma sát đáy, lực Coriolis, lực cản của gió, sự bức xạ của sóng, điều kiện biên.

Trong mô hình thủy động lực học, các điều kiện biên được thiết lập gồm biên nước và biên bờ. Biên nước gồm có biên South, biên East và biên North. Giá trị biên bờ không đổi và bằng 0.

### 3.3.2. Thiết lập mô hình vận chuyển bùn

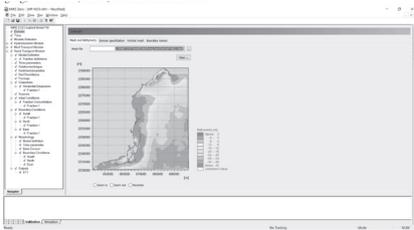
Mô hình vận chuyển bùn cũng được tích hợp trong gói chương trình của MIKE 21 FM/3 Couple. Trong kết quả đầu ra có thể lựa chọn các dữ liệu được xuất ra như độ dày đáy biển lớp 1, khối lượng bùn tích tụ đáy, tổng độ dày lớp bùn thay đổi và tổng khối lượng bùn thay đổi theo thời gian, ứng suất cắt đáy biển, mức độ xói mòn...

Các thiết lập dữ liệu đầu vào như: Lựa chọn các tham số cho mô hình, cách thức giải phương trình toán, các tham số đáy biển, sự phân tán theo chiều ngang, các lực tác động do sóng, ảnh hưởng của quá trình nạo vét, các điều kiện ban đầu gồm mật độ và độ dày của các lớp bùn ban đầu, điều kiện biên nước và biên bờ. Sau khi thiết lập xong, tại mục kết quả lựa chọn tên file cần lưu và địa chỉ ổ cứng để lưu. Đối với mô hình vận chuyển bùn, file kết quả sẽ có đuôi *dfs*.

### 3.3.3. Thiết lập mô hình vận chuyển cát

Mô hình vận chuyển cát được tích hợp để tính toán khối lượng cát bồi lắng trong khu vực tính toán. Các thông số đầu ra của mô hình có thể lựa chọn như: Thành phần SSC, độ tiếp nhận của đáy biển theo phương x và y, tổng khối lượng đã tiếp nhận, mức độ thay đổi kết cấu đáy biển, độ dày đáy biển, sự thay đổi độ dày đáy biển, tổng khối lượng và cường độ thay đổi đáy biển, hướng dịch chuyển của khối cát. Kết quả của mô hình được lưu dưới dạng file có đuôi *dfs*.

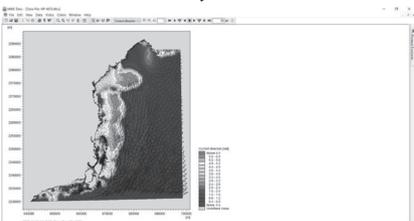
Các thiết lập đầu vào cho mô hình gồm có: Giới hạn mô hình, tham số thời gian, cách thức giải phương trình toán, thành phần của cát, ma sát đáy, lực cản thiết để tính toán sự vận chuyển của cát, quá trình phân tán theo phương ngang, các điều kiện biên, hình thái của mô hình.



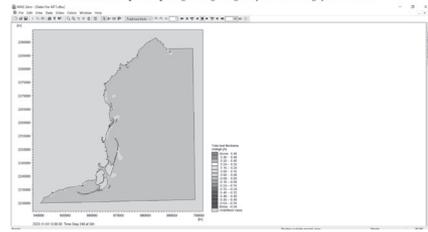
Hình 3.1: Thiết lập dữ liệu tính toán cho mô hình MIKE 21 FM/3 Couple

## 4. KẾT QUẢ

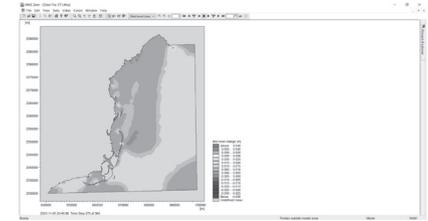
Sau khi thiết lập các thông số đầu vào của mô hình, tác giả thực hiện chạy chương trình mô phỏng và cho ra kết quả với các mức thời gian khác nhau tương ứng với 3 mô hình: Thủy động lực học, vận chuyển bùn và vận chuyển cát như hình dưới đây:



Hình 4.1: Kết quả mô phỏng hướng dòng chảy lúc 13h45 ngày 01/11/2023



Hình 4.2: Kết quả mô phỏng tổng khối lượng bùn thay đổi lúc 13h00 ngày 04/11/2023



Hình 4.3: Kết quả mô phỏng sự thay đổi độ dày đáy biển lúc 20h45 ngày 03/11/2023

## 5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu các quá trình vận chuyển vật chất lơ lửng trong môi trường nước biển và khu vực ven biển nước ta luôn là một đề tài có nhiều ý nghĩa khoa học và thực tiễn. Đóng vai trò quan trọng trong vấn đề bảo vệ môi trường, khai thác hiệu quả tiềm năng kinh tế biển và ven biển của cả nước. Thấy rõ được tầm quan trọng đó, các nhà khoa học và rất nhiều học giả đã tập trung nghiên cứu quá trình bồi lấp và sự dịch chuyển của các dòng chảy ven bờ để đánh giá tác động tới độ sâu luồng lạch và kết cấu đáy biển khu vực ven bờ. Kết quả nghiên cứu của tác giả cũng đã đóng góp một phần để làm phong phú thêm các luận chứng khoa học về nghiên cứu biển và hàng hải, đồng thời cũng có thể làm tài liệu tham khảo cho các cơ quan quản lý nhà nước chuyên ngành hàng hải, các cơ quan khí tượng hải văn, trắc đạc biển. Trong các bài báo tiếp theo, tác giả sẽ tiếp tục phát triển mô hình dưới góc độ so sánh với các trạm khí tượng hải văn ven biển và phân tích đánh giá chuyên gia đối với các hiện tượng diễn ra trong quá trình mô phỏng để có cái nhìn tổng quát và giải thích rõ hơn sự biến đổi của các lớp trầm tích, bùn cát tại khu vực nghiên cứu.

### Tài liệu tham khảo

- [1]. Nguyễn Thanh Sơn, Trịnh Phùng (1979), *Về các kiểu bờ biển Việt Nam*, Tuyển tập nghiên cứu biển 1, 2, tr.103-113.
- [2]. <https://vmrcc.gov.vn/thong-tin-khi-tuong-thuy-van/dac-diem-khi-hau-thuy-van-khu-vuc-vinh-bac-bo-711.html>.
- [3]. Mike Zero (2014), *Project Oriented Water Modelling - Step by step training guide*, DHI.
- [4]. Mike 21 and Mike 3 Flow Model FM (2014), *Hydrodynamic Module - Step by step training guide*, DHI.
- [5]. MIKE 21/3 Coupled Model FM (2014), *Step-by-step training guide: Coastal application*, DHI.

Ngày nhận bài: 25/7/2024

Ngày nhận bài sửa: 13/8/2024

Ngày chấp nhận đăng: 26/8/2024

# Nghiên cứu xác định cơ chế bồi lấp, xói lở tuyến luồng Cái Mép - Thị Vải

■ TS. NGUYỄN THỊ DIỄM CHI

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam  
Email: chintd@vamaru.edu.vn

**TÓM TẮT:** Biến động của các yếu tố động lực học biển và khí hậu như sóng, gió, nước dâng do bão và áp thấp, dòng chảy ven bờ, thủy triều... là tác nhân chính gây ra biến động chế độ thủy động lực và hình thái khu vực cửa sông. Dòng chảy ven bờ đóng vai trò chính vận chuyển trầm tích trong sông từ khu vực này chuyển sang khu vực khác, như là sự phân bố lại bùn cát dọc bờ và khu vực cửa sông ven biển, làm cho hình thái khu vực cửa sông ven biển luôn thay đổi. Bài báo nghiên cứu xác định cơ chế bồi lấp, xói lở cửa sông, ứng dụng tính toán cho luồng Cái Mép - Thị Vải trên cơ sở mô phỏng chế độ thủy động lực.

**TỪ KHÓA:** Thủy triều, sóng, gió, trầm tích.

**ABSTRACT:** Fluctuations of marine dynamic and climate such as waves, wind, rising water in storm, coastal currents, tides... are the main factors which cause fluctuations of hydrodynamic regimes and morphology of the estuary area. Coastal currents play the main role in transporting sediment in the river from one area to another, such as the redistribution of sediment along the shore and coastal estuary areas, causing the morphology of coastal estuaries to constantly change. Research article to determine the mechanism of sedimentation and erosion of the estuary, applying calculations to the Thi Vai estuary on the basis of simulating the hydrodynamic regime.

**KEYWORDS:** Tides, waves, wind, sediment.

## 1. DIỄN BIẾN CỬA SÔNG

Dòng chảy cửa sông là dòng chảy rối. Sự hình thành dòng chảy rối là do ma sát của phần tử nước đối với bề mặt của kênh dẫn, phần chảy sát bờ tiếp xúc sẽ có vận tốc thay đổi tạo thành các xoáy, do nước có tính nhớt (ma sát trong) nên các xoáy lan truyền vào trong lòng sông, giao thoa với nhau làm cho các phần tử nước chuyển động rối loạn hình

thành trạng thái chảy rối. Đặc tính chủ yếu của dòng chảy cửa sông là:

- Tính chu kỳ, thuận nghịch và không ổn định;
- Bị xâm thực mặn;
- Biến dạng của sóng triều trong quá trình truyền vào cửa sông.

Ở vùng cửa sông luôn xảy ra hai quá trình trái ngược nhau là bồi tụ và bào mòn. Hiện tượng kết tủa và kết chùm của bùn cát mịn xảy ra khi gặp nước mặn, chuyển động của bùn cát ảnh hưởng bởi tác động của sóng và dòng triều, nhất là chuyển động của bùn nhão trong cửa sông, chuyển động của các loại bùn cát dọc bờ biển đi vào cửa sông...

Dòng chảy vòng tại đoạn tiếp cận cửa sông là một nhân tố quan trọng ảnh hưởng đến diễn biến của lòng sông. Do tác dụng của dòng chảy vòng mà dòng chảy trên mặt có lượng ngậm cát tương đối bé chảy về phía bờ lõm, dòng chảy đáy có lượng ngậm cát tương đối lớn chảy về phía bờ lồi làm xói bờ lõm và bồi bờ lồi. Ở những đoạn sông cong gấp khúc, bùn cát ở đáy theo dòng chảy vòng di chuyển từ bờ lõm sang bờ lồi đối diện và lắng đọng tại đó. Còn ở đoạn sông cong vừa, dòng chảy vòng tương đối yếu, bùn cát di chuyển đến bờ lồi và lắng đọng tại phía dưới đường cong. Dòng chảy vòng hướng ngang kết hợp với dòng chảy dọc làm thành dòng chảy xoắn, kích thước quy mô dòng chảy xoắn không giống nhau. Đối với dòng chảy xoắn lớn có thể chiếm một phần lớn mặt cắt ngang của dòng sông và ảnh hưởng đến sự biến hình dòng sông.

Ở đoạn cửa sông, chịu ảnh hưởng trực tiếp của triều lên và triều rút, trong trường hợp đoạn sông thẳng, khi triều dâng do tác dụng của lực Coriolis, dòng chảy lệch sang bờ trái, khi triều rút lại chảy sang phía bờ bên phải. Khu vực ở giữa mặt cắt ngang sông, dòng chảy yếu, bùn cát dễ bồi tụ thành các cồn hoặc bãi cát ngầm. Trong trường hợp đoạn sông cong, khi triều rút dòng chảy hướng về bờ lõm, khi triều dâng dòng chảy thường hướng sang bờ lồi, làm cho các đoạn cong vùng cửa sông thay đổi.

Do sự dao động dòng chảy khi triều dâng, triều rút làm cho lòng dẫn không ổn định, gây khó khăn cho luồng chạy tàu. Ở đoạn biển nông ngoài cửa sông, do tác dụng của dòng triều thường hình thành một đoạn lạch sâu.

## 2. CÂN BẰNG VÀ CHUYỂN ĐỘNG CỦA BÙN CÁT ĐÁY

Sự phân bố bùn cát trên sông rất phức tạp, nó phụ thuộc vào địa hình, vận tốc chảy, bán kính cong của dòng chảy. Ở nơi nào mặt cắt co hẹp, chỗ đó vận tốc tăng và gây nên xói, nơi nào mặt cắt dòng sông mở rộng thì vận tốc giảm gây ra bồi. Khi bồi mặt cắt dòng sông sẽ co hẹp lại làm tăng vận tốc, còn khi xói mặt cắt lòng sông sẽ mở rộng ra làm giảm vận tốc và quá trình trên diễn biến đến một mức cân bằng nào đó, tại đoạn sông có sự cân bằng lòng sông có thể coi như ổn định. Giữa dòng chảy và lòng sông luôn có sự tương tác lẫn nhau và đại đa số các sông, lòng dẫn được biến đổi liên tục, ít khi đạt được sự cân bằng do điều kiện thủy văn không tuân theo quy luật nào. Vào mùa lũ, ngoài bùn cát còn có nhiều vật rắn khác có kích thước lớn cũng bị cuốn vào dòng chảy do vận tốc dòng chảy lớn. Đa số nguồn cát trong sông được tạo thành do các trận mưa rào lớn trên lưu vực. Nếu đất đai trên lưu vực có ít cây bao phủ thì tốc độ xâm thực càng nhanh và tạo thành dòng bùn cát.

Các hạt lớn di chuyển dưới đáy sông gọi là bùn cát đáy, còn đối với các hạt nhỏ có thể nằm lơ lửng trong nước một thời gian dài gọi là hạt cát lơ lửng. Càng về cửa sông thì tốc độ dòng chảy càng nhỏ và chỉ có các hạt bùn cát có kích thước bé mới theo dòng chảy đổ ra biển. Các hạt cát lớn bị giữ lại và lắng đọng trên dọc đường.

Khi bùn cát nằm trên đáy nhám, vận tốc trung bình tác động lên hạt bùn cát tỉ lệ với lưu tốc ma sát:

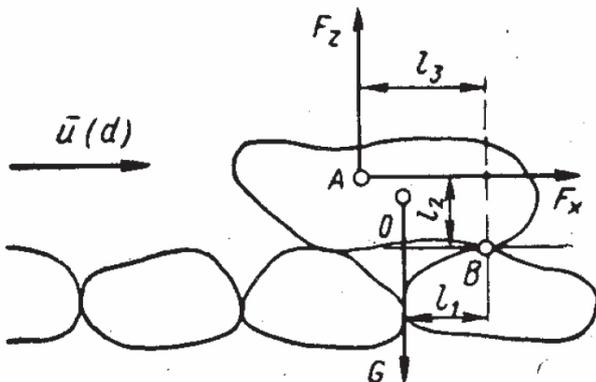
$$\overline{u(d)} \sim u \quad (1)$$

Khi bùn cát nằm trên đáy phẳng vận tốc trung bình tác động lên hạt bùn cát được xác định theo công thức:

$$\overline{u(d)} = \left( \frac{d\overline{u}}{dz} \right)_{z=0} d = \frac{\tau_0}{\mu} d = \frac{u_*^2 \rho}{\mu} d = u_* \frac{u_* d}{\nu} \quad (2)$$

do  $\tau_0 = \mu \left( \frac{\partial \overline{u}}{\partial z} \right)_{z=0}$  ở sát đáy

Xét một hạt bùn cát nằm trên đáy sông, khi đó nó sẽ chịu các lực tác động như Hình 2.1:



O - Trọng tâm của hạt bùn cát; A - Điểm đặt lực  $F_z$ ,  $F_x$

Hình 2.1: Sơ đồ lực tác dụng lên hạt bùn cát

Áp lực thủy động theo phương nằm ngang  $F_x$ :

$$F_x = \frac{1}{2} C_x d^2 \rho \overline{u(d)}^2 = \frac{C_x}{2} f_1^2 \rho u_*^2 d^2 \quad (3)$$

d - Đường kính hạt;

$\rho$  - Khối lượng riêng của nước;

$C_x$  - Hệ số cản theo phương x (có tính đến ảnh hưởng của hình dạng hạt bùn cát).

Đặt:

$$f_2 = f_2 \left( \frac{u_* d}{\nu} \right) = \frac{C_x}{2} f_1^2 \quad (4)$$

Ta có:

$$F_x = f_2 \rho u_*^2 d^2 \quad (5)$$

Lực nâng sinh ra do áp lực thủy động:

$$F_z = f_3 \rho u_*^2 d^2 \quad (6)$$

Trọng lượng của hạt G:

$$G = Vg(\rho_s - \rho) = C_1 d^3 g(\rho_s - \rho) \quad (7)$$

Trong đó:

$C_1$  - Hệ số hình dạng thể tích  $V = C_1 d^3$  (với hình cầu  $C_1 = \pi/6$ );

$\rho_s$  - Khối lượng riêng của hạt bùn cát;

$\rho$  - Khối lượng riêng của nước.

\* Vận tốc không xói: Là vận tốc của dòng chảy tác dụng vào hạt bùn cát để hạt bùn cát ở trạng thái tới hạn.

Công thức xác định vận tốc không xói Gôntrarôp:

$$U_0 = 0,96 \sqrt{gd^{0,4} (d_{50\%} + 0,0014)^{0,6} \left( \frac{h}{d_{50\%}} \right)^{0,2} \left( \frac{d_{50}}{d_{90}} \right)^{0,2}} \quad (8)$$

$d_{50}$  - Đường kính hạt với suất đảm bảo 50% (m);

$d_{90}$  - Đường kính hạt với suất đảm bảo 90% (m);

h - Độ sâu của dòng chảy tại vị trí của hạt bùn cát (m);

$U_0$  - Có thứ nguyên là m.

\* Vận tốc xói:

Khi vận tốc dòng chảy lớn hơn  $U_0$  hạt bùn cát sẽ chuyển động, vận tốc dòng chảy làm cho các hạt chuyển động một cách nhanh và mạnh được gọi là vận tốc xói. Theo thực nghiệm, vận tốc xói được lấy như sau:

$$U_x = 1,3U_0 \quad (9)$$

\* Lưu lượng bùn cát:

$$\frac{q_s}{\overline{u}_s} = m(1 - \varepsilon)d \quad (10)$$

$\varepsilon$  - Hệ số rỗng của lớp bùn cát đáy;

m - Hệ số mật độ của chuyển động;

$\overline{u}_s$  - Vận tốc chuyển động của bùn cát.

Lưu lượng bùn cát theo công thức của Levi:

$$q_s = 0,00076 \left( \frac{U}{\sqrt{gd}} \right)^3 d(U - U_0) \left( \frac{d}{h} \right)^{0,25} \quad (11)$$

Công thức này được dùng khi:  $d > 0,5 \div 1$  mm và

Lưu lượng bùn cát theo công thức của Grisanhin:

$$q_s = 0,015 \left( \frac{U}{U_0} \right)^3 d(U - U_0) \quad (12)$$

Áp dụng khi  $\frac{d}{h} < 5 \cdot 10^{-4}$

## 3. ĐIỀU KIỆN ĐỊA CHẤT, THỦY VĂN LUỒNG CÁI MÉP - THỊ VẢI

### 3.1. Điều kiện địa chất

Tham khảo số liệu khảo sát địa chất phục vụ lập báo cáo nghiên cứu tổng thể luồng Cái Mép - Thị Vải, điều kiện địa chất của khu vực xây dựng từ trên xuống gồm:

- Lớp F: Cát lẫn sét, xác thực vật, màu xám vàng, xám đen, kết cấu rời rạc. Lớp này chỉ xuất hiện tại hố khoan D4, bề dày lớp 0,5 m.

- Lớp 1a\*: Sét béo/bụi dẻo, màu xám xanh, xám đen, lẫn cát và hữu cơ, trạng thái chảy đến dẻo chảy. Giá trị SPT thay đổi từ 0 búa đến 1 búa.

- Lớp 1a: Sét béo/bụi dẻo, màu xám xanh, xám đen, lẫn cát và hữu cơ, trạng thái chảy đến dẻo chảy. Giá trị SPT thay đổi từ 0 búa đến 3 búa.

- Lớp 1b: Sét béo/bụi dẻo, màu xám xanh, xám đen, lẫn cát và hữu cơ, trạng thái dẻo chảy đến dẻo mềm. Giá trị SPT thay đổi từ 0 búa đến 5 búa.

- Lớp 2: Cát màu xám vàng, xám trắng, kết cấu rời rạc. Giá trị SPT thay đổi từ 7 búa đến 16 búa.

- Lớp 3a: Sét màu xám, xám xanh, xám đen, trạng thái dẻo mềm. SPT là 5 búa.

- Lớp 3b: Sét pha cát màu xám xanh, xám trắng, trạng thái dẻo mềm. Giá trị SPT thay đổi từ 4 búa đến 8 búa.

- Lớp 3c: Sét màu xám xanh, xám trắng, xám vàng, trạng thái dẻo cứng đến cứng. Giá trị SPT thay đổi từ 8 búa đến 12 búa.

- Lớp 4a: Cát màu xám trắng, xám vàng, kết cấu rời rạc. Giá trị SPT thay đổi từ 6 búa đến 10 búa.

- Lớp 4b: Cát màu xám trắng, xám vàng, kết cấu chặt vừa. Giá trị SPT thay đổi từ 1 búa đến 39 búa.

- Lớp 4c: Cát màu xám vàng, xám trắng, kết cấu chặt vừa đến rất chặt. Giá trị SPT thay đổi từ 26 búa đến >50 búa.

- Lớp 5: Sét màu xám xanh, xám vàng, xám trắng lẫn laterit, trạng thái nửa cứng đến cứng. Giá trị SPT thay đổi từ 12 búa đến >30 búa.

- Lớp 6a: Đá phong hóa màu xám xanh, xám đen, xám vàng.

- Lớp 6b: Đá tươi, màu xám xanh, xám đen.

- Thấu kính TKS2: Sét lẫn ít bột cát, màu xám đen, xám trắng, trạng thái dẻo mềm. Giá trị SPT là 6 búa.

- Thấu kính TKS4: Sét màu xám vàng, đốm xanh, trạng thái nửa cứng. Giá trị SPT là 21 búa.

- Thấu kính TKSC: Sét pha cát màu xám trắng, trạng thái nửa cứng. Giá trị SPT là 26 búa.

- Thấu kính TKS3: Sét kẹp cát, xám đen trắng, trạng thái dẻo mềm. Giá trị SPT là 6 búa.

Theo điều kiện địa chất cho thấy địa chất lớp mặt tại các lỗ khoan đều là bùn sét hữu cơ, trạng thái chảy. Ngoài ra, thực tế nạo vét duy tu hàng năm cho thấy các vật liệu đào sâu hơn cao độ thiết kế đều là đất bùn sét (đất nạo vét loại đất phù sa bùn lũng).

### 3.2. Khí tượng, thủy hải văn

Theo QCVN 02:2021/BXD, điều kiện khí tượng tại trạm khí tượng Vũng Tàu như sau:

- Nhiệt độ trung bình năm tại trạm Vũng Tàu là 26,7°C; nhiệt độ cao nhất trung bình năm là 30,5°C, nhiệt độ thấp nhất trung bình năm là 24,8°C; nhiệt độ cao nhất tuyệt đối

là 36,2°C, nhiệt độ thấp nhất tuyệt đối là 15,0°C.

- Độ ẩm trung bình nhiều năm của không khí vào khoảng 81,8%, độ ẩm tương đối trung bình tháng thay đổi trong khoảng từ 78,1% đến 86,1%, độ ẩm trung bình năm thấp nhất là 65,3%.

- Lượng mưa trung bình năm là 1.437 mm, số ngày mưa trung bình trong năm là 122,8 ngày. Tháng có số ngày mưa trung bình lớn nhất là tháng 7 khoảng 20 ngày, tháng có số ngày mưa trung bình nhỏ nhất là tháng 2 khoảng 0,2 ngày.

- Trong mùa khô gió có hướng đặc trưng là hướng Bắc, Đông Bắc, trong mùa mưa hướng gió chủ đạo là Tây - Tây Nam. Tốc độ gió trung bình nhiều năm là 3,0 m/s.

- Theo tài liệu gió tại trạm Vũng Tàu từ 1986 đến 2010 cho thấy tốc độ gió lớn nhất quan trắc được là 22 m/s theo hướng Tây Nam (SW) ngày 17/12/2000.

Dòng chảy trong khu vực Gành Rái, sông Cái Mép - Thị Vải bị chi phối chủ yếu từ thủy triều. Dòng triều chiếm khoảng 90% độ lớn dòng tổng cộng, còn dòng dư khoảng 10% và có giá trị khá lớn, thường vượt quá 1,5 m/s đến 2,5 m/s. Dòng chảy tại vịnh Gành Rái và trong sông Cái Mép - Thị Vải mang tính chất gần như thuận nghịch.

Theo số liệu quan sát tại Sao Mai và Nghinh Phong, chiều cao sóng (H) lớn nhất là 1,2 m, chu kỳ sóng (T) là 3,8 giây và chiều dài sóng (L) là 45 m tại Sao Mai, còn tại mũi Nghinh Phong các giá trị này lần lượt là H=1,97 m, T=5,9 m và L=57 m.

Vùng biển ven bờ Vũng Tàu và vịnh Gành Rái thuộc vùng biển nông có độ sâu tự nhiên biến đổi nhỏ từ vài mét đến hơn 30 m. Do đặc điểm tự nhiên mà vịnh Gành Rái bị che khuất về nhiều hướng gió (ngoại trừ hướng Tây Nam) nên điều kiện hình thành tạo sóng là tương đối hạn chế. Đối với hướng Tây Nam tuy không được che chắn sóng địa hình đáy biển khá nông nên quá trình hình thành và phát triển sóng là không thể lớn được.

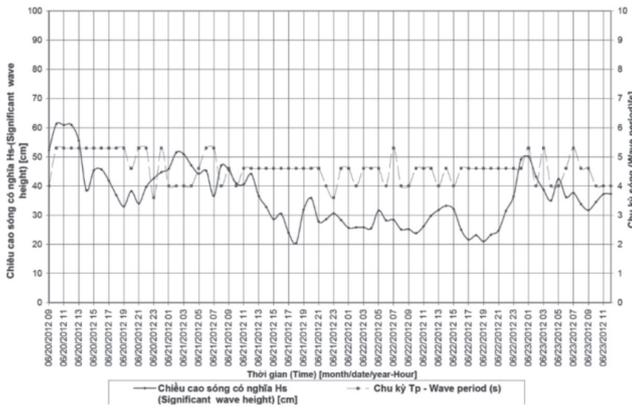
### 4. XÁC ĐỊNH CƠ CHẾ BỒI LẤP, XÓI LỞ CỦA SÔNG CÁI MÉP - THỊ VẢI TRÊN CƠ SỞ MÔ PHỎNG CHẾ ĐỘ THỦY ĐỘNG LỰC

Căn cứ một số nhận định về quy luật bồi lấp, xói lở của sông Thị Vải trên cơ sở phân tích dữ liệu địa hình và dựa vào phân tích các yếu tố tác động đến chế độ thủy động lực khu vực của sông, tác giả lựa chọn 2 nhóm kịch bản để tính toán, mô phỏng nhằm tìm ra quy luật, cơ chế bồi lấp, xói lở của sông Cái Mép - Thị Vải, gồm:

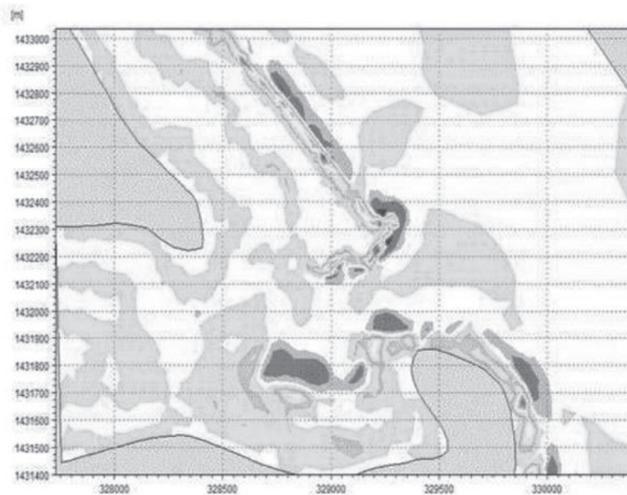
Nhóm kịch bản 1: Mô phỏng chế độ thủy động lực khu vực của sông Thị Vải theo mùa gió và mùa dòng chảy để tìm ra cơ chế bồi lấp, xói lở theo mùa;

Nhóm kịch bản 2: Mô phỏng chế độ thủy động lực khu vực của sông Thị Vải khi có bão đổ bộ để đánh giá ảnh hưởng của bão đến bồi lấp, xói lở;

Theo số liệu tham khảo qua phân tích, xử lý, các thông số chiều cao sóng có nghĩa, hướng sóng, chu kỳ sóng và phổ sóng được trình bày trong Hình 4.1.



**Hình 4.1: Chiều cao và chu kỳ sóng trung bình**



**Hình 4.2: Biến động địa hình đáy**

Từ kết quả mô phỏng chế độ thủy động lực theo mùa, chế độ dòng chảy khu vực cửa sông chịu ảnh hưởng của chế độ dòng chảy ven bờ, ít bị ảnh hưởng của chế độ dòng chảy trong sông. Vận tốc dòng chảy lớn nhất từ 1,5 m/s đến 2,5 m/s, độ cao sóng cực đại theo các tháng trong năm từ 1,5 đến 3,0 m.

Theo kịch bản số 1, tại mũi Nghinh Phong - Cầu Đá hình thành dải cát mỏng có kích thước khác nhau, độ dày lớp bồi, xói dưới 0,12 m và dịch chuyển khi gặp các hướng sóng khác nhau. Ở khu vực phía ngoài cửa sông: Địa hình biến đổi theo các hướng sóng khác nhau, mức độ bồi xói ở khu vực này dưới 0,1 m. Bùn cát có xu hướng bồi lấp cửa sông khi xuất hiện sóng hướng Đông và Đông Nam và dịch chuyển vào phía trong cửa sông khi xuất hiện sóng hướng Tây, Tây Nam.

Theo kịch bản số 2, khi có bão đổ bộ, tốc độ gió vùng gần tâm bão rất lớn. Đường đi của bão có thể làm gia tăng vận tốc và độ cao sóng đổ bộ, tác động vào khu vực cửa sông làm cho chế độ thủy động lực khu vực cửa sông bị thay đổi. Ở khu vực phía trong cửa sông hình thành những điểm bồi xói, vị trí các điểm bồi, xói dịch chuyển theo quy luật cân bằng bùn cát cửa sông, mức độ bồi tại các điểm này từ 0,2 - 0,24 m, mức độ xói từ 0,16 - 0,24 m.

## 5. KẾT LUẬN

Trong tuyến luồng Cái Mép - Thị Vải, bồi lấp, xói lở ở vịnh Gành Rái là do tác động thủy động lực của các yếu tố (như gió, bão, sóng, triều, dòng chảy) và ảnh hưởng từ hoạt động nạo vét khơi thông lòng dẫn. Trên cơ sở khoa học và thực tiễn có thể thấy các vấn đề cần giải quyết nhằm ổn định luồng Cái Mép - Thị Vải, chống bồi lấp cửa sông là xây dựng công trình chỉnh trị, xây kè giảm sóng chắn cát. Để ngăn cát công trình đề có yêu cầu thân kín, không cho bùn cát xuyên qua thân đê, để giảm sóng công trình đề có cao trình đỉnh thích hợp và sử dụng các cấu kiện phá sóng. Hiện nay, ngoài các dạng kết cấu truyền thống bằng các cấu kiện bê tông, cừ thép... còn có các dạng kết cấu hiện đại, sử dụng các loại kết cấu nhẹ phù hợp với điều kiện nền đất yếu.

Hệ thống công trình chỉnh trị để ổn định luồng tàu của sông Thị Vải vừa có tác dụng hướng dòng ở khu vực gần cửa vừa có tác dụng ngăn cát giảm sóng ở phía ngoài. Do các hạng mục công trình được bám sát với bãi bồi hoặc nổi từ bờ ra, nên nhìn chung chiều cao đê không lớn, trung bình chỉ khoảng (5 - 7)m. Vì vậy, sẽ là phù hợp nếu sử dụng dạng đê khối đổ, mái nghiêng.

Tùy vị trí và chiều cao đê có thể lựa chọn hoặc là mái phủ thảm FS, hoặc là các khối phủ bằng khối Tetrapod hay khối lục lăng ở mặt đón sóng. Trọng lượng khối phủ phụ thuộc vào chiều cao sóng lớn nhất có thể xảy ra và được xác định theo công thức Hudson hoặc Van der Meeer. Nếu sử dụng dạng đê phao nổi cần nghiên cứu lắp thêm phần "rèm" che chân linh hoạt khi phao nổi cách xa đáy để có tác dụng ngăn cát. Ngoài ra, có thể nghiên cứu các dạng bẫy cát hoặc bố trí hào đón cát phía dòng bùn cát đến với luồng, như một lạch phụ.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong Đề tài mã số DT23-24.72.

### Tài liệu tham khảo

- [1]. Lương Phương Hậu, Nguyễn Văn Giáp (1995), *Chỉnh trị cửa sông ven biển*, NXB. Xây dựng, Hà Nội.
- [2]. *Tài liệu khảo sát luồng Cái Mép - Thị Vải*.
- [3]. Nguyễn Thị Diễm Chi (2024), *Thiết kế và quản lý đường thủy*, NXB. Đại học Hàng hải Việt Nam.

**Ngày nhận bài: 25/3/2024**

**Ngày nhận bài sửa: 10/4/2024**

**Ngày chấp nhận đăng: 25/4/2024**



# Nghiên cứu ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) và Internet kết nối vạn vật (IOT) để phát triển hệ thống kiểm soát ra vào cho khu đô thị thông minh

■ ThS. PHẠM NGỌC DUY; CN. NGUYỄN PHƯƠNG ĐÔNG<sup>(\*)</sup>; CN. VŨ THỊ MÙI

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email: <sup>(\*)</sup>npdong2810@gmail.com

**TÓM TẮT:** Bài báo cung cấp các kiến thức cơ bản về hệ thống kiểm soát truy cập (Access Control) dựa trên hệ thống nhận diện sinh trắc học (nhận diện khuôn mặt, xác thực vân tay) kết hợp với thẻ từ. Hệ thống là kết quả của nghiên cứu ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) và áp dụng Internet kết nối vạn vật (IoT) để kiểm soát việc ra vào của dân cư sống tại khu đô thị thông minh. Nhóm tác giả đã nghiên cứu, xây dựng và triển khai hệ thống kiểm soát ra vào thông minh ở một số khu đô thị, ký túc xá tại TP. Hải Phòng. Từ các dữ liệu thực tế khi áp dụng, nhóm nghiên cứu cung cấp cái nhìn tổng quát về những lợi ích mà hệ thống kiểm soát ra vào mang lại khi được vận hành tại khu đô thị thông minh.

**TỪ KHÓA:** Hệ thống kiểm soát truy cập, nhận diện sinh trắc học, trí tuệ nhân tạo, Internet kết nối vạn vật.

**ABSTRACT:** This article provides basic knowledge about the access control system based on biometric recognition system (facial recognition, fingerprint authentication) combined with NFC cards. The system is the result of the application of artificial intelligence (AI) and Internet of Things (IoT) to control the access of people living in smart residential. The research team has built and deployed smart access control systems in some smart residential and dormitories in Hai Phong city. From the actual data collected from project, the research team provides an overview of the benefits that access control systems bring when operated in smart residential and dormitory.

**KEYWORDS:** Access control systems, biometric recognition systems, artificial intelligence, Internet of Things.

## 1. KHÁI QUÁT VỀ HỆ THỐNG KIỂM SOÁT RA VÀO TẠI KHU ĐÔ THỊ THÔNG MINH

### 1.1. Giới thiệu

Nhóm tác giả đã nghiên cứu, phát triển và triển khai một hệ thống kiểm soát ra vào tại khu đô thị thông minh.

Hệ thống khi được cài đặt ở lối ra vào hoặc thang máy của tòa nhà, những thiết bị đọc quét, thu nhận dữ liệu sẽ tự động chụp hình ảnh, kiểm tra vân tay hoặc thẻ ra vào mà dân cư đã đăng ký tại khu đô thị, sau đó kiểm tra, quét dữ liệu tại cơ sở dữ liệu để tìm kết quả phù hợp. Nếu thẻ, vân tay hoặc hình chụp đều trùng khớp với dữ liệu dân cư đã đăng ký thì quyền truy cập sẽ được cấp và cửa ra vào sẽ tự động đóng mở. Nếu không, hệ thống sẽ hiện cảnh báo cửa không mở được do không phải dân cư đăng ký trong đô thị.

Trong khuôn khổ bài nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu trình bày về hệ thống xác thực và kiểm soát truy cập hệ thống vào an ninh tại cổng của khu đô thị thông minh sử dụng công nghệ xác thực vân tay, thẻ NFC và nhận dạng khuôn mặt. Hệ thống có 3 hoạt động chính, đó là: Giám sát ra, giám sát vào và giám sát sự xáo trộn. Các mô-đun phần cứng sẽ giao tiếp với hệ thống máy tính thông qua các bộ điều khiển chính. Sau khi những thông tin mà các mô-đun gửi về được xử lý bởi máy chủ, các câu lệnh điều khiển sẽ đưa ra mở/đóng cửa hay chính là cấp quyền truy cập cho người dùng.

### 1.2. Tổng quan về nhận dạng tần số vô tuyến (NFC)

Nhận dạng tần số vô tuyến (NFC) là một công nghệ không dây được sử dụng để phát triển hệ thống kiểm soát truy cập này. Có rất nhiều tài liệu đã công bố việc sử dụng công nghệ này để tự động hóa các quy trình khác nhau, từ lĩnh vực công nghiệp đến điều khiển nhà thông minh.

Tùy thuộc vào nguồn năng lượng điện, thẻ NFC được phân loại là chủ động hoặc thụ động. Các thẻ hoạt động sử dụng pin để cấp nguồn cho mạch trên thẻ và truyền thông tin thẻ theo yêu cầu của người đọc. Tuy nhiên, các thẻ này rất đắt tiền và hiếm khi được sử dụng. Hơn nữa, các thẻ thụ động lấy năng lượng từ đầu đọc để cung cấp năng lượng cho mạch của chúng. Các thẻ này rất hiệu quả về chi phí và do đó hầu hết các ứng dụng đều sử dụng chúng.

### 1.3. Tổng quan về nhận dạng sinh trắc học vân tay (fingerprint biometric)

Hệ thống sinh trắc học là những đặc điểm vật lý trên cơ thể riêng biệt của mỗi người, ví dụ như dấu vân tay. Một hệ thống có khả năng đạt được "Nhận dạng dấu vân tay của mỗi người một cách chủ động" hoàn toàn tự động, chính xác và đảm bảo sự tin cậy.

Hầu hết các thuật toán nhận dạng vân tay chọn ra các điểm khác biệt độc đáo trên toàn bộ hình ảnh vân tay

thu thập được và sử dụng chúng như một điều kiện để xác thực danh tính từng mẫu vân tay. Những điểm khác biệt này có thể là các đường gờ, góc cong trên hình dạng vân tay nhưng chúng luôn là khác biệt với mỗi người và không thay đổi suốt cuộc đời của họ.

Quy trình tóm lược về nhận dạng sinh trắc học vân tay:

- Quét: Cảm biến vân tay sẽ lấy mẫu vân tay của người dùng khi đăng ký.

- Phân tích: Hình ảnh dấu vân tay được đưa qua thuật toán nhằm xác định, trích xuất điểm độc đáo của vân tay.

- Tạo mẫu: Dựa trên điểm độc đáo của vân tay, thuật toán sinh một mẫu biểu diễn điểm độc đáo. Mẫu sẽ được lưu trong cơ sở dữ liệu phục vụ mục đích xác thực.

- So sánh: Khi một người tiến hành xác thực bằng vân tay, một mẫu mới sẽ được khởi tạo. Mẫu này sau đó được so sánh với các mẫu trong cơ sở dữ liệu.

- Xác thực: Nếu mẫu khởi tạo khi xác thực trùng khớp với mẫu đã lưu thì quá trình xác thực thành công, ngược lại sẽ từ chối quyền truy cập.

#### 1.4. Tổng quan về nhận dạng khuôn mặt (face recognition)

Một hệ thống bảo mật cao hơn trong hệ thống kiểm soát truy cập kết hợp với trí tuệ nhân tạo (AI) để tăng khả năng bảo mật là ứng dụng phân tích khuôn mặt - một phần mềm xác định hoặc xác nhận, xác thực danh tính của người dùng qua khuôn mặt của chính họ. Công nghệ này bản chất chính là xác định và đo lường các đặc điểm trên khuôn mặt của mỗi người trong hình ảnh đã quét ở các hệ thống kiểm soát truy cập. Công nghệ nhận dạng khuôn mặt có thể giúp xác định khuôn mặt người trong hình ảnh hoặc video, xác định xem khuôn mặt xuất hiện trong hai hay nhiều hình ảnh có phải là cùng một người không, tìm kiếm, tra cứu khuôn mặt ấy trong một bộ sưu tập đồ sộ các hình ảnh hiện có ở trong cơ sở dữ liệu. Các hệ thống bảo mật sinh trắc học sử dụng công nghệ nhận dạng khuôn mặt này để nhận dạng cá nhân độc nhất trong lúc người dùng đăng nhập và sử dụng, cũng như để tăng cường cho hoạt động xác thực người dùng.

## 2. THÀNH PHẦN CỦA HỆ THỐNG KIỂM SOÁT RA VÀO THÔNG MINH

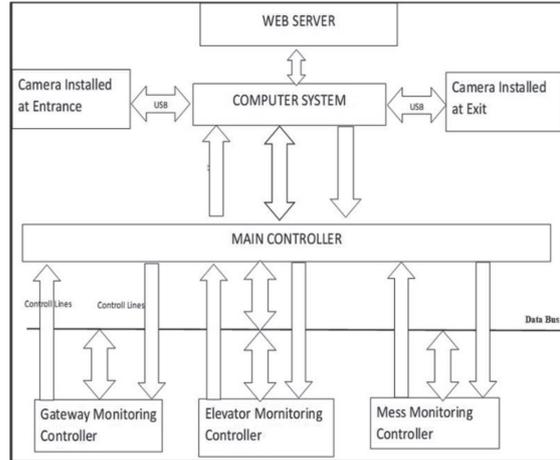
### 2.1. Tổng quan hệ thống

Hệ thống kiểm soát ra vào thông minh sử dụng nhận dạng sinh trắc học từ ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) và Internet kết nối vạn vật (IoT) ở khu đô thị thông minh được triển khai sẽ bao gồm 2 giai đoạn chính: Giai đoạn đăng ký để thu nhận dữ liệu và giai đoạn công nhận, chấp nhận cấp quyền để ra lệnh các controller điều khiển hệ thống:

- Giai đoạn đăng ký: Khi dân cư làm hợp đồng tại khu đô thị, dân cư sẽ cung cấp thông tin như vân tay, hình ảnh khuôn mặt của từng người đăng ký sinh sống tại đây và sau đó cấp thẻ NFC. Những hình ảnh mà dân cư cung cấp đăng ký sinh sống tại khu đô thị sẽ được sử dụng để tạo ra một hệ thống mạng nơ-ron để liên tục chuyển tiếp nguồn cấp dữ liệu với thuật toán đóng mở ra vào cửa.

- Giai đoạn xác minh: Nhận dạng để cấp quyền cho người dùng là dân cư đã đăng ký tại khu đô thị. Sau khi nhận được dữ liệu người dùng nhập/tác động lên hệ thống thu nhận tín hiệu kiểm tra, số thẻ NFC của người dùng, vân

tay và hình ảnh của người dùng được chụp hoặc đang tác động lên thiết bị thu nhận dữ liệu thì chúng sẽ được chuyển đến hệ thống trung tâm điều khiển hay controller để nhận dạng và xác thực. Khi tìm thấy kết quả trùng khớp, quyền truy cập sẽ được cấp cho người dùng và hệ thống sẽ tự động đóng mở.

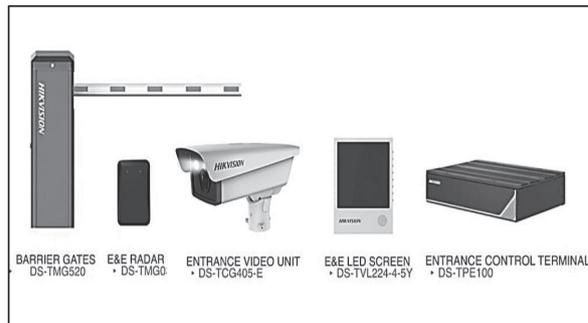


Hình 2.1: Sơ đồ kết nối giữa các mô-đun của hệ thống

### 2.2. Các thành phần chung của hệ thống kiểm soát ra vào tại khu đô thị

- Đối với phương tiện giao thông đường bộ:

Bộ điều khiển giám sát lối vào bao gồm: Cổng barie, radar phát hiện phương tiện, camera ghi biển số phương tiện, màn hình LED tất cả cảm biến và cơ cấu chấp hành được giao tiếp với cổng điều khiển DS-TPE100.

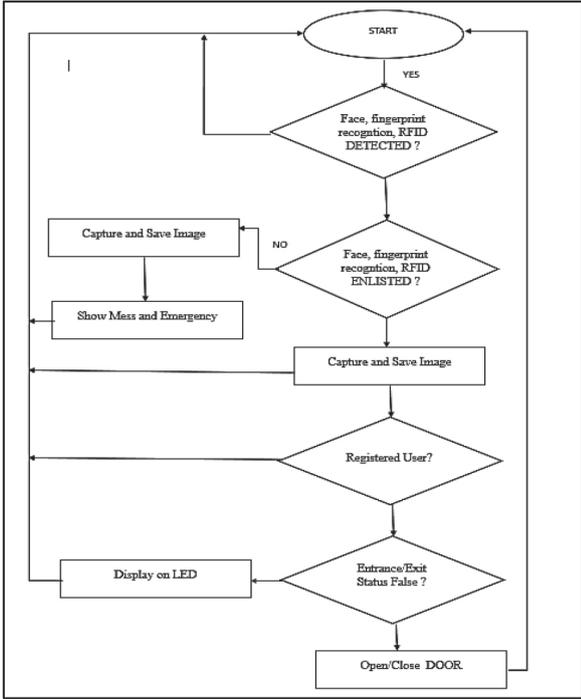


Hình 2.2: Các thiết bị sử dụng cho hệ thống quản lý phương tiện giao thông

Sau khi phát hiện và nhận dữ liệu từ thiết bị thu nhận dữ liệu (qua camera) từ thẻ NFC hoặc dấu vân tay, mống mắt thông qua quá trình ngắt nối tiếp, nếu không tìm thấy kết quả phù hợp với dữ liệu đăng ký, vi điều khiển sẽ hiện ra thông báo không thể mở cửa và đèn led báo hiệu màu đỏ. Đồng thời, nó cũng sẽ gửi yêu cầu đến hệ thống máy qua bộ điều khiển TPE100 để chụp ảnh người ra vào hệ thống cửa và bật tín hiệu xanh - khi dữ liệu trùng khớp và đỏ - khi dữ liệu không trùng khớp với thông tin người dùng đã đăng ký.

Hệ thống ra vào thông minh sẽ thực hiện hai chức năng chính. Đầu tiên, nó sẽ xác minh người vào cửa so với số NFC thu nhận bằng các thuật toán nhận khuôn mặt, vân tay đã quét, sau đó kiểm tra xem người dùng có phải là người mặc định đã đăng ký hệ thống ra vào hay không. Sau khi xử lý, hệ thống sẽ hiện ra thông báo người đang

quét có được cấp quyền truy cập hay không, hay là bị từ chối với những dữ liệu không trùng khớp với người dùng đăng ký. Nếu quyền truy cập được cấp, ra lệnh cho bộ điều khiển cửa yêu cầu mở cửa. Do đó, hệ thống sẽ giám sát được chặt chẽ và luôn đảm bảo an ninh trước sự xâm phạm của người ngoài khu đô thị. Dưới đây là lưu đồ thuật toán của hệ thống ra vào ở khu đô thị thông minh:



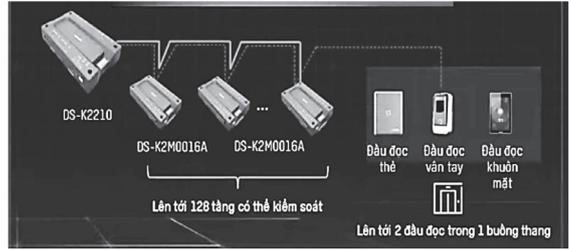
**Hình 2.3: Lưu đồ cho mô-đun giám sát ra vào của hệ thống - Đối với người đi bộ:**

Bộ điều khiển giám sát lối vào bao gồm: Cửa kiểm soát đi bộ tích hợp radar, camera giám sát, cổng ghi hình ảnh mặt/vân tay/thẻ tất cả được giao tiếp với vi điều khiển TPE100.

Cả hai bộ vi điều kiểm soát khi phát hiện và nhận dữ liệu từ thiết bị thu nhận dữ liệu (qua camera) từ thẻ NFC hoặc dấu vân tay, mống mắt thông qua quá trình ngắt nối tiếp. Nếu không tìm thấy kết quả phù hợp với dữ liệu đăng ký, vi điều khiển sẽ hiện ra thông báo không thể mở cửa và đèn led báo hiệu màu đỏ. Đồng thời, nó cũng sẽ gửi yêu cầu đến hệ thống máy qua bộ điều khiển TPE100 để chụp ảnh người ra vào hệ thống cửa và bật tín hiệu xanh - khi dữ liệu trùng khớp và đỏ - khi dữ liệu không trùng khớp với thông tin người dùng đã đăng ký.

**2.3. Bộ điều khiển giám sát ra vào tại cổng thang máy của tòa nhà**

Hệ thống kiểm soát ra vào tại thang máy của khu đô thị sẽ thu nhận dữ liệu qua nút bấm của thang máy. Dữ liệu thu nhận sẽ gồm đầu lọc thẻ của NFC, đầu đọc vân tay, đầu đọc khuôn mặt từ người dùng sau đó đẩy về controller ở trên tầng 2 của hệ thống máy tính. Bộ điều khiển chính sẽ bao gồm DS-K2210, sau đó kết hợp với bộ kiểm soát phụ tương ứng với số tầng kiểm soát. Hệ thống cũng sẽ sử dụng các thuật toán nhận khuôn mặt, vân tay đã quét hoặc thẻ NFC, sau đó kiểm tra xem người dùng có phải đã đăng ký trên hệ thống ra vào hay không và phân quyền truy cập cho người dùng tới các tầng được phép.

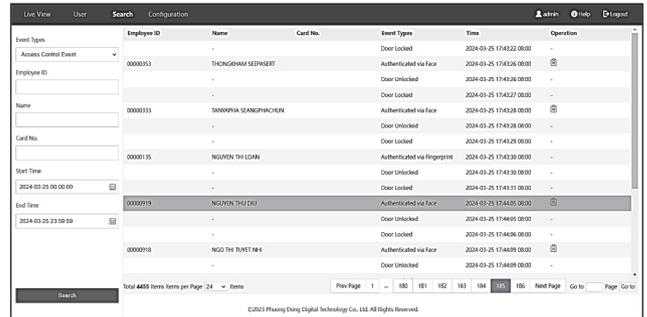


**Hình 2.4: Hình ảnh bộ điều khiển thang máy**

**3. XÂY DỰNG HỆ THỐNG KIỂM SOÁT RA VÀO**  
**3.1. Xây dựng hệ thống**

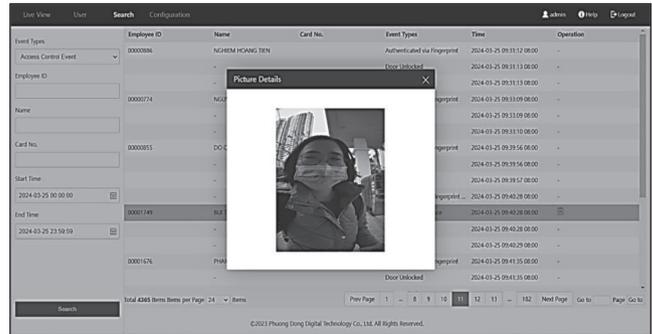
Để kiểm tra kết quả hệ thống kiểm soát ra vào tại khu đô thị thông minh, nhóm nghiên cứu cung cấp một số hình ảnh về hệ thống máy tính quản lý hệ thống kiểm soát ra vào tại khu đô thị với một số chức năng tiêu biểu của hệ thống như sau:

Hệ thống hiển thị những thông tin cá nhân của người ra/vào hệ thống qua ID của thẻ. Có thể tìm kiếm thông tin của người dùng theo loại thẻ, ID, tên người dùng... và hiển thị kết quả khi nhận dữ liệu người dùng khi qua hệ thống của như: Họ đã xác thực qua vân tay hay khuôn mặt để đóng/mở cửa... Với hệ thống nghiên cứu này, hệ thống sẽ giúp quản lý dễ dàng, thuận tiện trong việc quản lý một lượng dữ liệu lớn thu nhận trong khu đô thị. Hệ thống cũng sẽ giúp bảo vệ và lưu trữ dữ liệu một cách an toàn và hiệu quả cao.



**Hình 3.1: Ảnh chụp màn hình nhập ký vào/ra trên hệ thống**

Ngoài ra, hệ thống còn lưu trữ cho xem chi tiết những hình ảnh đầu vào dữ liệu của người dùng khi xác thực khi ấn vào từng thẻ trên thanh thông tin của từng người dùng.



**Hình 3.2: Ảnh chụp màn hình ảnh thu nhận dữ liệu khi người dùng xác thực**

Khi người dùng bước vào khu đô thị qua hệ thống kiểm soát ra vào thông minh, hệ thống thu nhận thông tin dữ liệu sẽ tự động chụp lại hình ảnh người dùng ấy khi thao tác trên hệ thống, từ đó hệ thống máy tính sẽ tự động

xác định, lưu trữ lại chi tiết thời gian và hình ảnh thời điểm đó mà người dùng ra vào khu đô thị.

Hình 3.3: Thông số cài đặt thời gian mở/đóng cửa, cài đặt kết nối thang máy

### 3.2. Triển khai hệ thống

Hệ thống có thể triển khai theo nhiều giai đoạn, mỗi giai đoạn tích hợp số lượng chức năng khác nhau, phù hợp với từng môi trường ứng dụng hệ thống. Chúng ta có thể chia thành các thành phần như sau: (1) Máy chủ điều khiển trung tâm, lưu trữ dữ liệu, (2) Các mô-đun nhận dữ liệu, (3) Các mô-đun chấp hành.

#### 3.2.1. Máy chủ điều khiển trung tâm, lưu trữ dữ liệu

Đây là nơi dữ liệu về khuôn mặt, vân tay, ID thẻ cư dân được lưu lại trong một cơ sở dữ liệu riêng và đồng thời cũng trực tiếp sử dụng thuật toán khác nhau so sánh các dữ liệu được gửi tới từ các mô-đun nhận dữ liệu. Dữ liệu máy chủ có thể sử dụng: Hình ảnh khuôn mặt, mẫu sinh trắc học vân tay/mống mắt, ID thẻ NFC. Qua các dữ liệu thu thập, máy chủ sẽ lưu trữ chúng khi được thiết lập tại quá trình đăng ký cư dân mới hoặc tiến hành ra lệnh cho các mô-đun chấp hành những thao tác, ngữ cảnh phù hợp với yêu cầu của đơn vị ứng dụng hệ thống khi xác thực người dùng thành công.



Hình 3.4: Phòng quan sát các khu vực ra vào của hệ thống

#### 3.2.2. Các mô-đun nhận dữ liệu

Các mô-đun nhận dữ liệu là các cảm biến khác nhau, mục đích chính là thu thập các dữ liệu xác thực cần thiết và cung cấp chúng tới máy chủ một cách nhanh nhất. Các mô-đun thu thập thường thấy: Camera, cảm biến vân tay (quang học, điện dung, siêu âm), camera mống mắt, đầu đọc thẻ NFC, micro... Với hệ thống thực nghiệm, các mô-đun nhận dữ liệu sẽ ghi lại dữ liệu cần thiết và gửi tới server để phục vụ quá trình đăng ký xác thực người dùng.

#### 3.2.3. Các mô-đun chấp hành

Các mô-đun chấp hành được lựa chọn dựa theo yêu cầu của đơn vị ứng dụng hệ thống, thường bao gồm: Đèn LED xác nhận, cổng xoay 3 càng tự động, cổng barrier tự

động, mô-đun điều khiển thang máy, khóa cửa thông minh... Nhờ các mô-đun chấp hành này, server điều khiển có thể đưa ra các thao tác khác nhau phù hợp với từng trường hợp sử dụng (kiểm soát người ra/vào, kiểm soát xe ra/vào, tự chọn tầng người dùng cần đến tại thang máy, mở khóa cửa phòng...).

### 3.3. Đánh giá

Một số thông số về hiệu suất bảo mật của hệ thống:

- Độ chính xác nhận diện khuôn mặt > 99%;
- Thời gian nhận diện khuôn mặt (1:N)  $\leq 0,2s$ ;
- Khoảng cách nhận diện khuôn mặt (1:N) 0.3 - 1,5 m;
- Thời gian nhận diện vân tay (1:N)  $\leq 0,5 - 1s$  (\*).

(\*): Độ chính xác nhận diện vân tay với sai số 1/100000 tương ứng với thời gian nhận diện  $\leq 0,5s$ , sai số 1/1000000 với thời gian  $\leq 1s$ .

### 4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu cho thấy tiềm năng việc ứng dụng trí tuệ nhân tạo và áp dụng Internet kết nối vạn vật để kiểm soát việc ra vào của dân cư sống tại khu đô thị thông minh. Nghiên cứu này cung cấp các kiến thức cơ bản về hệ thống kiểm soát truy cập, các phương thức xác thực sinh trắc học, sự tùy biến của hệ thống để đạt được các yêu cầu khác nhau của từng chủ đầu tư. Nhóm nghiên cứu ứng dụng hệ thống kiểm soát ra/vào tại một khu đô thị, ký túc xá, từ đó tiến hành so sánh trực tiếp việc ứng dụng hệ thống so với sử dụng nhân lực để kiểm soát thủ công, qua đó cung cấp cái nhìn tổng quát về những lợi ích mà hệ thống kiểm soát diện tử mang lại.

**Lời cảm ơn:** Bài báo là một sản phẩm của công trình nghiên cứu khoa học Trường Đại học Hàng hải Việt Nam năm học 2023 - 2024.

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. Benenson, Z., Gartner, F. C., & Kesdogan, D. (2005), *An algorithmic framework for robust access control in wireless sensor networks*, In Proceedings of the Second European Workshop on Wireless Sensor Networks (pp.158-165).
- [2]. Shen, Y. L. (2007), *An access control scheme in wireless sensor networks*, In Proc. 4th IFIP International Conference on Network and Parallel Computing Workshops (NPC2007), pp.362-367.
- [3]. Wong, K. H., Zheng, Y., Cao, J., & Wang, S. (2006), *A dynamic user authentication scheme for wireless sensor networks*, In IEEE international conference on sensor networks, ubiquitous and trustworthy computing (SUTC'06), vol.1, p.8.
- [4]. Mahadik, S., Narayanan, K., Bhoir, D. V., & Shah, D. (2009), *Access Control System using fingerprint recognition*, In Proceedings of the international Conference on Advances in Computing, Communication and Control, pp.306-311.
- [5]. Mittal, Y., Varshney, A., Aggarwal, P., Matani, K., & Mittal, V. K. (2015), *Fingerprint biometric based access control and classroom attendance management system*, In 2015 Annual IEEE India Conference (INDICON), pp.1-6.

Ngày nhận bài: 02/4/2024

Ngày nhận bài sửa: 17/4/2024

Ngày chấp nhận đăng: 04/5/2024

# Nghiên cứu, phát triển hệ thống thi trực tuyến phòng chống gian lận cho trường đại học

■ ThS. PHẠM NGỌC DUY<sup>(\*)</sup>; PHAN VIỆT VŨ

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email: <sup>(\*)</sup>duy@vimaru.edu.vn

**TÓM TẮT:** Hiện nay, với xu thế ứng dụng chuyển đổi số trong giáo dục, các hệ thống học tập trực tuyến, thi trực tuyến đã thu hút nhiều cơ sở giáo dục ứng dụng và đổi mới. Nhóm nghiên cứu đề xuất một hệ thống thi trực tuyến dựa nền web nơi những bài kiểm tra, kỳ thi được tiến hành trong hệ thống mạng nội bộ hoặc qua Internet (trực tuyến) cho Trường Đại học Hàng hải Việt Nam. Giải pháp này nhằm mục đích đánh giá năng lực học của sinh viên một cách kỹ lưỡng và hiệu quả thông qua các bài kiểm tra và kỳ thi trực tuyến. Nó cung cấp sự thuận tiện cho việc tổ chức thi và giúp giảm thiểu quản lý cũng như hạn chế gian lận trong quá trình thi cử một cách tự động và chính xác. Hệ thống này cho phép truy cập từ xa và tự động xử lý các công việc như kiểm tra bài làm và đưa ra kết quả, lưu trữ chúng trên máy chủ an toàn.

**TỪ KHÓA:** Hệ thống thi trực tuyến, hạn chế gian lận.

**ABSTRACT:** With the trend of digital transformation application in education, online learning systems and online exams systems have attracted many educational institutions to apply and innovate. The research team proposed a web-based online examination system where tests and exams are conducted in the intranet system or over the Internet (online) for Vietnam Maritime University. The solution aims to assess students' learning competencies thoroughly and effectively through online tests and exams. It provides convenience for exam management and helps instructors manage and limit cheating during the examination process automatically and accurately. This system allows remote access and automatically handles tasks such as checking work and giving results, storing them on secure servers.

**KEYWORDS:** Online exam system, anti cheating.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ thống thi trực tuyến là một giải pháp công nghệ thông tin hiệu quả, cho phép bất kỳ tổ chức sắp xếp, triển khai và quản lý các kỳ thi thông qua cả môi trường mạng Internet và mạng nội bộ. Hệ thống sẽ khắc phục những

vấn đề thường gặp phải trong quá trình thi cử truyền thống như: Sự chậm trễ trong quá trình xử lý, thông báo kết quả; sự khó khăn trong công tác quản lý, lưu trữ đề thi, bài thi, tăng khả năng mất, hỏng giấy tờ; việc tìm kiếm dữ liệu thi càng trở nên khó khăn làm mất nhiều công sức và thời gian của bộ phận quản lý. Có rất nhiều nghiên cứu cũng tập trung nghiên cứu chủ đề hệ thống thi trực tuyến [1-8]. Ví dụ, Yair Levy et al. [8] đã phát triển một hệ thống sử dụng công nghệ sinh trắc học để xác minh danh tính của sinh viên trong quá trình tham gia kiểm tra. Nó tập trung vào việc sử dụng dấu vân tay của sinh viên để xác thực. Sinh viên đăng nhập vào hệ thống sau khi quét dấu vân tay của mình qua hệ thống quét và thu nhận dấu vân tay. Hệ thống này khắc phục các vấn đề bảo mật liên quan đến xác thực bằng sinh trắc học ngoài hệ thống mật khẩu truyền thống giúp hạn chế gian lận trong môi trường thi trực tuyến. Tuy nhiên, hệ thống này yêu cầu tích hợp nhiều phần cứng bổ sung hơn như: Bộ thu nhận tín hiệu, thiết bị xử lý, quét dấu vân tay...

Hệ thống thi trực tuyến trên là một giải pháp hiệu quả tại các đơn vị giáo dục, đào tạo như trường đại học, cao đẳng. Các trường đại học và cao đẳng có thể chỉ đạo tổ chức kiểm tra trực tuyến và báo cáo kết quả trong thời gian thực. Tổ chức sẽ có một phòng ban chuyên biệt chịu trách nhiệm tạo, quản lý các kỳ thi và đảm bảo an toàn, đúng quy trình. Hệ thống thi trực tuyến cho phép người dùng (giảng viên, sinh viên) truy cập từ xa. Nó giúp bộ phận quản lý giảm bớt công việc của kỳ thi, hỗ trợ kiểm tra mọi thông tin về bài thi, kỳ thi và đưa ra kết quả nhanh chóng, đặc biệt khi số lượng thí sinh lớn và đa dạng. Phần lớn những công việc này được xử lý hoàn toàn tự động bởi hệ thống máy tính. Tất cả các thông tin được đưa đưa trên máy chủ kiểm tra và lưu trữ. Hơn nữa, bộ phận ra đề thi có thể truy cập các cơ sở dữ liệu này để tạo và cung cấp bài kiểm tra. Người quản trị cấp quyền truy cập cho người quản lý, giảng viên và sinh viên. Sinh viên có tài khoản đã được đăng ký có khả năng tham gia vào các kỳ thi nhất định do giảng viên thêm vào. Khi làm bài kiểm tra, sinh viên có thể đưa ra lựa chọn cho câu trả lời của mình trong bài kiểm tra. Câu trả lời đúng sẽ được làm nổi bật lên bằng màu sắc hoặc in đậm, nghiêng... Sau khi nộp bài kiểm tra, kết quả sẽ được hiển thị và điểm số sẽ được gửi lên hệ thống máy chủ trên điện toán đám mây để xử lý và lưu trữ.

Từ các công trình nghiên cứu liên quan có thể thấy, hệ thống thi trực tuyến là giải pháp hoàn toàn hiệu quả. Giải pháp của hệ thống này giúp giảm chi phí liên quan đến việc chỉ đạo, triển khai các kỳ thi trong một khung thời gian và hoàn thành việc một cách tự động hóa. Sau khi tìm kiếm và nghiên cứu các công trình liên quan, nhóm nghiên cứu nhận thấy có thể đề xuất một khung thi trực tuyến cung cấp nhiều tính năng đa dạng, thân thiện với người dùng, hỗ trợ công tác chỉ đạo, quản lý thi và áp dụng triển khai giải pháp tại đơn vị của mình để đánh giá.

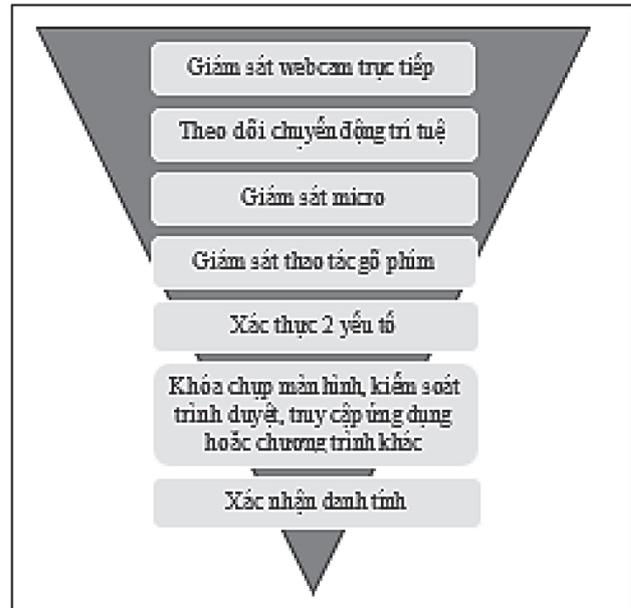
## 2. GIẢI PHÁP ĐƯỢC ĐỀ XUẤT

Hệ thống thi trực tuyến của nhóm nghiên cứu đã nghiên cứu và phát triển bao gồm nhiều tính năng và mô-đun chính. Nó sẽ có các mô-đun như lập kế hoạch lịch thi và đăng ký thí sinh, mô-đun quản lý bộ đề thi, câu hỏi; mô-đun quản lý cuộc thi - cho phép bắt đầu kỳ thi, thiết lập thời gian làm bài, kiểm soát địa chỉ IP thiết bị của từng thí sinh trong quá trình làm bài, mô-đun đánh giá, tính toán điểm số và xuất ra kết quả. Trong giai đoạn thí sinh tham gia thi, hệ thống có thể theo dõi địa chỉ IP từng thí sinh làm bài, hỗ trợ phát hiện những hành động khả nghi để xem xét lại kết quả bài kiểm tra, từ đó đánh giá khách quan nhất năng lực của thí sinh. Quá trình đánh giá có thể được hiển thị trên màn hình của giám thị và sinh viên. Trên màn hình hiển thị quá trình đánh giá bao gồm các giai đoạn bảo mật khác nhau mà đã cài cho hệ thống, quy trình xử lý của người đánh giá và quy trình kiểm tra các hoạt động của thí sinh như nhấn chuột, cảm thiết bị lưu trữ ngoài, mở cửa sổ trình duyệt mới... Hệ thống còn tạo ra thời khóa biểu và lịch kiểm tra để nhắc nhở thí sinh đến kỳ kiểm tra. Hệ thống thiết lập bộ câu hỏi được phân chia từ cấp độ dễ đến khó, cho phép người dùng tạo và phê duyệt bộ câu hỏi thông qua hệ thống. Các bộ đề thi có thể đa dạng về loại hình, được phân loại, quản lý khác nhau với các học phần khác nhau, cho từng khoa/viện khác nhau.

Nhóm nghiên cứu ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) trong quá trình triển khai, vận hành giải pháp bởi lẽ AI sẽ đóng một vai trò quan trọng trong việc cải thiện hệ thống thi trực tuyến. Bằng cách tích hợp các công nghệ AI vào hệ thống thi, các tổ chức có thể cung cấp trải nghiệm thi ổn định và hiệu quả hơn cho thí sinh. Điều này bao gồm việc sử dụng AI để sinh/tạo đề thi một cách tự động và ngẫu nhiên, hỗ trợ chấm điểm bài thi một cách tự động, cung cấp phản hồi tức thì và cá nhân hóa hướng dẫn học tập sau kỳ thi dựa trên kết quả thi. Hơn nữa, AI cũng có thể giúp trong việc phát hiện gian lận và vi phạm trong quá trình thi qua tính năng đánh giá hành động khả nghi của hệ thống để đảm bảo tính công bằng và trung thực của kết quả thi.

Phát hiện ra các yếu tố gian lận trong thi cử là một vấn đề quan trọng và cần thiết để đảm bảo tính công bằng và trung thực của quá trình thi. Các yếu tố gian lận có thể bao gồm việc sử dụng tài liệu không được phép, hợp tác không đúng mực giữa các thí sinh như trao đổi bài hoặc cho sao chép bài nhau, sử dụng phần mềm gian lận để làm bài hoặc thậm chí là việc thuê người khác thay mình làm bài thi. Để phát hiện ra những hành vi gian lận này, các

phương pháp và công nghệ hiện đại có thể được áp dụng. Một trong những phương pháp phổ biến là sử dụng thuật toán học máy và phân tích dữ liệu để kiểm tra phản ứng của thí sinh và các biểu hiện khác của hành vi gian lận. Các hệ thống giám sát tự động có thể theo dõi các yếu tố như thời gian làm bài, số lượng câu trả lời sai đối với các câu hỏi mức độ dễ hoặc khó, hoặc thậm chí là các biểu hiện dễ nhận thấy của việc sao chép từ nguồn khác, mở trình duyệt khác, truy cập trang web từ một mạng khác.



Hình 2.1: Đánh giá mức độ vi phạm gian lận thi cử

Khi vận hành thực nghiệm hệ thống thi trực tuyến, có thể phát sinh một số vấn đề khó khăn, hạn chế. Điển hình là khi số lượng người dùng truy cập trong một thời điểm quá lớn, hệ thống sẽ không thể đáp ứng được khả năng truy cập và có thể gặp tình trạng quá tải. Một ví dụ điển hình: Hệ thống đăng ký học phần/tín chỉ của các trường đòi hỏi gặp lỗi và không phản hồi người dùng. Đặc biệt là giai đoạn đăng ký học phần trực tuyến đầu các kỳ học, số lượng sinh viên truy cập trang web để đăng ký môn học quá lớn làm cho hệ thống trang không thể phản hồi, khiến sinh viên lo lắng, mất thời gian chờ đợi. Nguyên nhân của vấn đề này có thể do quá tải số lượng yêu cầu của máy chủ làm vượt quá khả năng xử lý, giải quyết của hệ thống máy chủ. Để giải quyết được vấn đề này, nhà trường cần nâng cấp hệ thống máy chủ, mua mới hay thuê thêm nhiều máy chủ ảo để tăng khả năng xử lý các yêu cầu được gửi đến. Thế nhưng, chi phí để đầu tư một máy chủ mới không hề rẻ và cấu hình của máy chủ không linh hoạt. Vậy nên, nhóm nghiên cứu đã đưa ra một giải pháp nhanh chóng, tiện lợi, tiết kiệm chi phí để giải quyết bài toán trên đó là ứng dụng triển khai giải pháp trên mô hình điện toán đám mây (tiếng Anh là Cloud Computing). Đây là giải pháp giúp giảm gánh nặng của hệ thống máy chủ, có thể sử dụng các dịch vụ trên đám mây từ các công ty tổ chức có số lượng VPS lớn và chất lượng như: AWS, Microsoft Azure... Là giải pháp hàng đầu với chi phí rẻ phù hợp với đa dạng các tổ chức, cấu hình đơn giản nhưng luôn đảm bảo tính bảo mật

cao và đặc biệt có thể chủ động nâng cấp bảo trì hệ thống máy chủ dễ dàng, nhanh chóng. Vì vậy, những nhà đầu tư phát triển hệ thống của nghiên cứu không còn lo về kinh phí hay những bài toán về việc sử dụng tài nguyên sao cho hiệu quả.

**3. TRIỂN KHAI VÀ ĐÁNH GIÁ**

Kết quả nghiên cứu của hệ thống thi trực tuyến bao gồm việc phát triển các tính năng và mô-đun quan trọng như lập kế hoạch lịch thi và đăng ký, quản lý bộ đề và câu hỏi thi, quản lý thời gian làm bài và đánh giá hành vi gian lận của thí sinh. Hệ thống này cũng tạo ra một môi trường kiểm tra linh hoạt và tiện lợi cho cả sinh viên và giảng viên. Bên cạnh đó, hệ thống đã tích hợp trí tuệ nhân tạo để cải thiện quá trình kiểm tra và phát hiện gian lận.

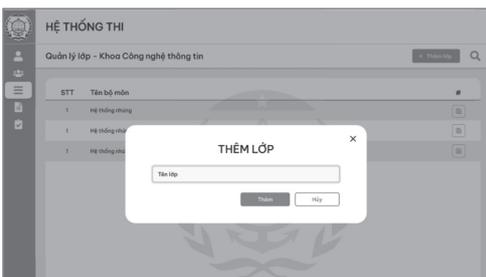


**HỆ THỐNG THI**  
Quản lý người dùng

STT	Username	Email	Số điện thoại	Lớp	Vai trò	#
1	user234	user234@hhu.vnu.edu.vn	012345678	CNT82EH	Admin	[icon]
1	user234	user234@hhu.vnu.edu.vn	012345678	CNT82EH	Admin	[icon]
1	user234	user234@hhu.vnu.edu.vn	012345678	CNT82EH	Admin	[icon]

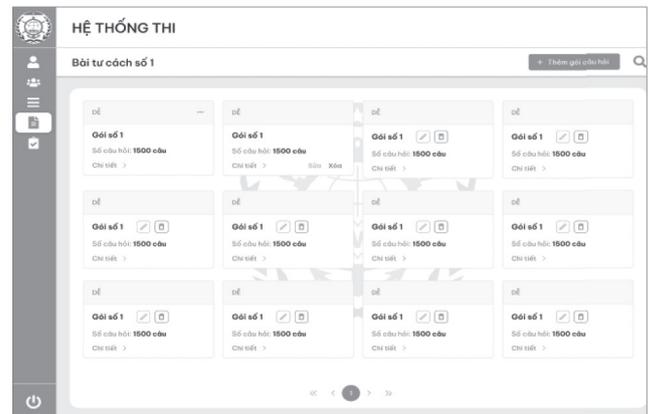
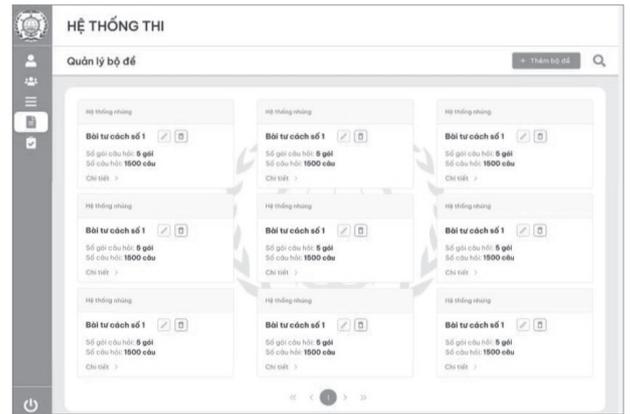
**Hình 3.1: Giao diện đăng nhập và quản lý người dùng**

Đối với đối tượng người dùng là giảng viên, giảng viên sẽ đăng nhập bằng tài khoản quản trị để tạo các lớp học phần theo mã học phần. Người quản lý đăng nhập hệ thống bằng tài khoản quản lý đã đăng ký hoặc được cấp bởi hệ thống. Thông tin đăng nhập sẽ gồm: Tên đăng nhập, mật khẩu. Sau đó, người quản lý ấn nút đăng nhập trên giao diện để đăng nhập vào hệ thống bằng tài khoản quản lý.

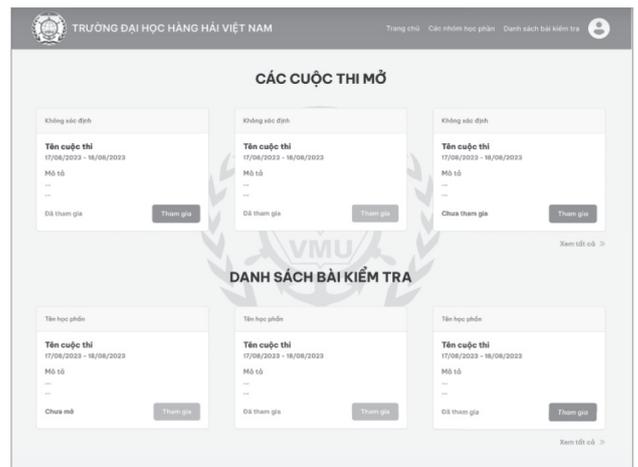


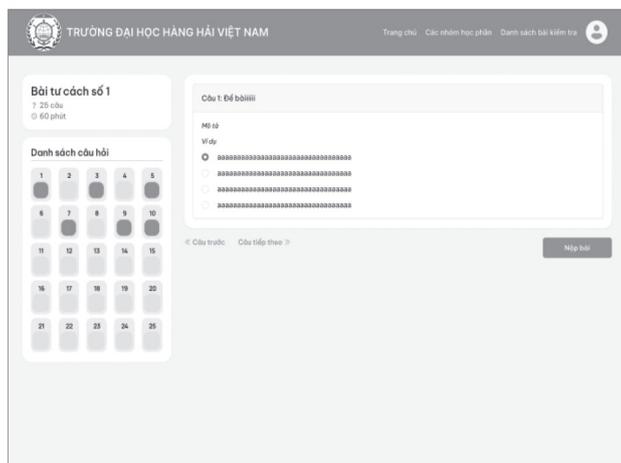
**Hình 3.2: Giao diện tạo và thêm lớp học phần**

Sau đó, giảng viên sẽ thêm dữ liệu sinh viên vào lớp học (thêm theo mã sinh viên) và tạo ra các lớp học phần ứng với mỗi bộ môn, đổ dữ liệu bộ ngân hàng câu hỏi vào hệ thống, hệ thống sẽ tự động sinh đề theo định dạng và cấu trúc câu hỏi của hệ thống thi trực tuyến. Hệ thống thi trực tuyến cho phép tài khoản quản trị quản lý và tạo các bộ đề với nhiều gói câu hỏi của mỗi lớp học phần. Một bộ đề sẽ được tạo và phân loại với các mức độ từ dễ, vừa, nâng cao và hỗn hợp. Quá trình quản lý bộ đề còn cho phép thêm bộ đề mới vào hệ thống bởi người quản trị. Bộ đề được tạo và đẩy lên hệ thống sẽ hiển thị tên bộ đề, tên học phần của bộ đề, số lượng gói câu hỏi và câu hỏi. Một chức năng khác là hẹn giờ mở đề và khóa đề thi.



**Hình 3.3: Giao diện quản lý bộ đề và bài tư cách**





**Hình 3.4: Giao diện danh sách cuộc thi, bài kiểm tra**

Đối với người dùng là thí sinh, sinh viên sẽ đăng nhập, xem danh sách các cuộc thi, bài thi và thực hiện thao tác thi tương ứng. Khi đến giờ mở đề, thí sinh nhấp vào nút “Bắt đầu thi” để bắt đầu làm bài. Hệ thống sẽ hiển thị đề thi và thời gian thi còn lại. Thí sinh làm bài theo hướng dẫn, hệ thống tự động lưu lại các câu trả lời. Khi hết thời gian hoặc hoàn thành bài thi, thí sinh nộp bài và có thể điểm thi sau khi kỳ thi kết thúc.

#### 4. KẾT LUẬN

Hệ thống thi trực tuyến do nhóm tác giả nghiên cứu và phát triển là một giải pháp nhiều tiềm năng để giải quyết các vấn đề trong quá trình học tập, thi cử tại trường đại học. Không chỉ có các chức năng liên quan đến thi cử, hệ thống còn giúp quản lý thông tin liên quan đến đào tạo, bao gồm lịch học, tài liệu, bài giảng và kế hoạch học tập. Giảng viên có thể dễ dàng theo dõi tiến độ học tập của sinh viên và cung cấp hỗ trợ khi cần thiết. Đồng thời, hệ thống giúp giảng viên tổ chức và quản lý kỳ thi một cách thuận tiện, đặc biệt khi áp dụng với Khoa Công nghệ thông tin của trường. Hệ thống sẽ có thể được sử dụng để quản lý bài thi trắc nghiệm của nhiều học phần tại đơn vị. Ngoài ra, giải pháp có thể tích hợp với hệ thống quản lý học trực tuyến của khoa thành một giải pháp tổng thể về đào tạo cho sinh viên, giúp sinh viên đạt hiệu quả cao hơn trong học tập.

Hệ thống hỗ trợ tối đa giảng viên có thể tiết kiệm thời gian, giảm bớt công việc khi phải đối mặt với nhiều kỳ thi căng thẳng. Giảng viên không cần phải nhiều tốn thời gian và công sức tổ chức thi viết giấy, thu thập và chấm điểm bằng tay. Hệ thống có thể tự động xử lý một phần các bước này, giúp giảm bớt gánh nặng công việc. Thông qua hệ thống, giảng viên có thể đánh giá chính xác năng lực thật sự của từng sinh viên. Điều này hỗ trợ quá trình đào tạo và giúp sinh viên phát triển tốt hơn.

Để hệ thống thi trực tuyến đạt hiệu quả và thành công trong tương lai, các cơ sở giáo dục và giảng viên đóng vai trò quan trọng trong việc tạo ra môi trường thi cử trung thực và tin cậy, thúc đẩy ý thức và động cơ học tập của

sinh viên. Việc triển khai hiệu quả hệ thống thi của nhóm nghiên cứu đòi hỏi sự cân nhắc rất lớn các yếu tố như lựa chọn và thiết kế mô hình phục vụ hệ thống học trực tuyến hiện nay, hỗ trợ người dạy và người học về năng lực công nghệ, kết hợp hài hòa giữa chương trình đào tạo, phương pháp giảng dạy, mục tiêu học tập. Hệ thống tạo cho người dạy và người học những trải nghiệm giá trị trong hoạt động đào tạo và kiểm tra đánh giá. Đây cũng là một tiền đề cho việc phát triển trong giáo dục đại học Việt Nam. Mặc dù vậy, điều này cũng sẽ tùy thuộc rất nhiều vào trình độ phát triển của công nghệ, tầm nhìn và nhận thức của các nhà quản lý giáo dục tại các cơ sở giáo dục đào tạo.

**Lời cảm ơn:** Bài báo là một sản phẩm của công trình nghiên cứu khoa học Trường Đại học Hàng hải Việt Nam năm học 2023 - 2024.

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. Butler-Henderson K, Crawford J. (Dec., 2020), *A systematic review of online examinations: A pedagogical innovation for scalable authentication and integrity*, Computer Education.
- [2]. J. Deborah L, K. R., V. P., B. S. Rawal and Y. Wang (2019), *Secure Online Examination System for e-learning*, 2019 IEEE Canadian Conference of Electrical and Computer Engineering (CCECE), Edmonton, AB, Canada, pp.1-4.
- [3]. Kyungmee Lee, Mik Fanguy (2022), *Online exam proctoring technologies: Educational innovation or deterioration?*, British Journal of Educational Technology, vol.53, Issue3, pp.475-490.
- [4]. Lu Chang, Xu Guang Ming (2012), *Application Research of Web Examination System Based on College*, Energy Procedia, vol.17, Part A, pp.528-533.
- [5]. Mustafa Yağci, Menderes Ünal (2014), *Designing and Implementing an Adaptive Online Examination System*, Procedia - Social and Behavioral Sciences, vol.116, pp.3079-3083.
- [6]. Topuz, A.C., Saka, E., Fatsa, Ö.F. (2022), *Emerging trends of online assessment systems in the emergency remote teaching period*, Smart Learning Environments 9, no.17.
- [7]. Yang Xd. (2012), *The Research on Online Examination System of PE Theory Courses*, Advances in Intelligent Systems and Computing, vol.191.
- [8]. Y.Levy, M.M. Ramim (2015), *A Theoretical Approach for Biometrics Authentication of e-Exams*, American Journal of Educational Research, vol.3, no.10, 1224-1229.

**Ngày nhận bài: 18/4/2024**

**Ngày nhận bài sửa: 02/5/2024**

**Ngày chấp nhận đăng: 14/5/2024**



# Xác định thông số thủy động lực của tàu trong hạ thủy trên triển dọc ứng dụng phương pháp CFD

■ TS. LÊ THANH BÌNH<sup>(\*)</sup>; ThS. BÙI THANH DANH; TS. ĐỖ TẤT MẠNH  
Trường Đại học Hàng hải Việt Nam  
Email: <sup>(\*)</sup>binhlth@vimar.edu.vn

**TÓM TẮT:** Bài báo trình bày kết quả mô phỏng và tính toán quá trình hạ thủy của tàu trên triển dọc sử dụng kỹ thuật lưới overset và multi-body motion ứng dụng phần mềm STAR CCM+. Mô phỏng cũng đồng thời tính đến ảnh hưởng của ma sát giữa máng trượt và triển. Kết quả mô phỏng được phù hợp với tính toán hạ thủy của tàu bằng phương pháp tĩnh học.

**TỪ KHÓA:** Hạ thủy dọc, CFD, lưới overset.

**ABSTRACT:** This article presents the results of simulation and calculation of the longitudinal launching of ships using overset grid and multi-body motion techniques by STAR CCM+ software. The simulation also takes into account the effect of friction between the sliding platform and the slipway. The simulation results are consistent with ship launching calculations using the static method.

**KEYWORDS:** Longitudinal ship launch, CFD, overset mesh.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hạ thủy là bước quan trọng trong quá trình đóng tàu, đảm bảo tính chính xác trong tính toán là yêu cầu quan trọng nhằm đảm bảo công tác hạ thủy tàu an toàn. Các phương pháp hạ thủy được sử dụng gồm: Hạ thủy trên mặt phẳng nghiêng dưới tác dụng của trọng lực (hạ thủy dọc, hạ thủy ngang), hạ thủy có sự hỗ trợ của các thiết bị (ụ nổi, sà nâng...).

Phương pháp hạ thủy tàu trên triển dọc là một trong số các phương pháp phổ biến trong các nhà máy đóng tàu trong và ngoài nước. Hạ thủy dọc không đòi hỏi nhiều thiết bị phức tạp, phù hợp cho nhiều kích thước tàu, an toàn hơn so với hạ thủy ngang. Tuy nhiên, hạ thủy dọc lại có yêu cầu cao hơn đối với diện tích vùng nước hạ thủy, diện tích yêu cầu cho triển đà cũng lớn hơn. Quá trình hạ thủy dọc cũng có thể xảy ra các sự cố như: Tàu không đủ trớn để xuống nước và dừng giữa triển, tốc độ trượt lớn làm tàu chuyển động quá xa ra khỏi vùng nước hạ thủy,

xảy ra hiện tượng xoay tàu tại mép triển, áp lực của tàu lên phần mũi trong quá trình nổi quá lớn dẫn tới phá hủy kết cấu phần mũi... Đa phần các mối nguy hiểm này có thể được phòng ngừa thông qua các tính toán hạ thủy ứng dụng các quy luật vật lý kết hợp với lý thuyết tàu.

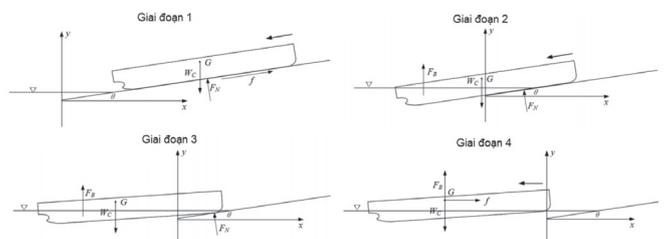
Tuy nhiên, còn một rủi ro khác là việc tàu đột ngột dừng trên triển do không đủ tốc độ và quán tính để thắng các lực cản thủy động, lực cản ma sát với triển. Nguyên nhân là do các phương pháp tính lực cản của tàu chỉ cho trường hợp tàu chạy tiến, lượng chiếm nước không đổi trong quá trình chuyển động trong khi hạ thủy thì tàu chuyển động bằng đuôi và lượng chiếm nước, hình dạng phần ngâm nước liên tục thay đổi theo thời gian và vị trí trên triển.

Phương pháp mô phỏng CFD là công cụ mạnh trong việc mô phỏng, tính toán thủy động lực học đã dần trở thành công cụ tiêu chuẩn và vô cùng hữu ích cho việc giải các bài toán thủy động lực học phức tạp với độ chính xác cao. Ứng dụng CFD trong tính toán hạ thủy chủ yếu được thực hiện cho phương pháp hạ thủy ngang [1, 2, 3] với các mô hình tính được công bố khá rộng rãi, trong khi mô phỏng hạ thủy dọc bằng phương pháp CFD rất hạn chế và không có các mô hình mô phỏng được công bố.

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả tiến hành mô phỏng quá trình hạ thủy của tàu trên triển dọc bằng phương pháp CFD với sự hỗ trợ của phần mềm STAR CCM+.

## 2. TỔNG QUAN VỀ HẠ THỦY DỌC

Hạ thủy trên triển dọc được chia ra thành 4 giai đoạn (Hình 2.1). Giai đoạn 1 là từ lúc tàu bắt đầu chuyển động đến khi đuôi tàu chạm nước, giai đoạn 2 từ lúc đuôi tàu chạm nước đến khi tàu bắt đầu nổi lên, giai đoạn 3 từ lúc tàu nổi lên đến khi mũi tàu tách ra khỏi mặt triển, giai đoạn 4 từ lúc mũi tàu tách ra khỏi mặt triển đến khi dừng.



Hình 2.1: Các giai đoạn trong hạ thủy trên triển dọc

**Bảng 2.1. Các thông số chính của tàu**

Thông số chính của tàu	Kí hiệu	Giá trị	Đơn vị
Chiều dài giữa hai đường vuông góc	LBP	139,98	m
Chiều rộng	B	27,00	m
Chiều cao	D	10,60	m
Mớn nước	d	8,80	m
Trọng tải	DWT	24.500	tấn

Quá trình chuyển động của tàu trên triển có sự tác dụng liên tục của các mô-men và lực từ từng giai đoạn, gồm: Trọng lực bản thân, ma sát, lực thủy động, phản lực của triển. Trong đó, lực thủy động có sự thay đổi liên tục, phức tạp nhất do trong quá trình chuyển động vào nước hình dáng, thể tích chiếm nước của tàu thay đổi liên tục.

Các thông số của triển, điều kiện hạ thủy cũng đóng vai trò quan trọng ảnh hưởng lên quá trình này, gồm: Khối lượng hạ thủy bao gồm tàu và máng trượt, độ dốc triển, mức nước hạ thủy, ma sát giữa mặt triển và máng trượt, tốc độ ban đầu của tàu.

*\*) Tính toán hạ thủy bằng phương pháp lý thuyết:*

Các thông số hạ thủy của tàu trong giai đoạn 1 được xác định thông qua các phương trình vật lý chuyển động vật rắn. Vận tốc được xác định theo phương trình sau [4]:

$$v = \sqrt{2gs(\tan \beta - f_{sl})}$$

Với:  $g$  - Gia tốc trọng trường;  $s$  - Quãng trượt của tàu trên triển;  $\beta$  - Độ dốc của triển;  $f_{sl}$  - Hệ số ma sát trượt của máng trượt và mặt triển.

Vận tốc của tàu ở giai đoạn cuối của giai đoạn 1 là đầu vào cho mô phỏng ở giai đoạn 2 khi đuôi tàu bắt đầu chạm nước và phát sinh lực nổi, lực cản thủy động lên thân tàu. Vận tốc chuyển động của tàu trong giai đoạn 2 và 3 được xác định bởi các phương trình sau:

$$v_2 = \sqrt{e^{-n} \left[ 2g(\beta - f_{sl}) \left( 1 - \frac{q}{3} s^2 \right) s - v_1^2 \right]}$$

$$v_3 = \sqrt{e^{-n} \left[ 2g(\beta - f_{sl}) \frac{N_B}{F_G} \left( 1 - \frac{s}{2s_B} \right) s - v_2^2 \right]}$$

$$n = \frac{C_S}{2} \left( 1 - \frac{N_B}{F_G} \right)^{2/3} \frac{s}{\sqrt[3]{F_G / (\rho g)}}$$

$$q = \frac{1}{s_B} \left( 1 - \frac{N_B}{F_G} e^{n s} \right)$$

$$s_3 = \frac{T_2}{\beta} + L_{slp} - s_B$$

Với:  $N_B$  - Phản lực của triển khi tàu bắt đầu nổi;  $F_G$  - Trọng lực;  $S_0$  - Lượng chiếm nước ban đầu;  $C_S$  - Hệ số lực cản thủy động;  $k$  - Hệ số khối lượng nước kèm;  $L_{slp}$  - Chiều dài của máng trượt.

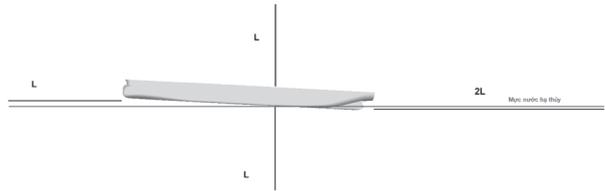
### 3. THIẾT LẬP MÔ PHỎNG

Mô phỏng tính toán quá trình hạ thủy tàu trên triển được thực hiện với sự hỗ trợ của phần mềm STAR CCM+. Mục đích của mô phỏng nhằm xác định chính xác hệ số lực cản, lực cản trong giai đoạn 2 của quá trình hạ thủy tàu.

Trong nghiên cứu này, các tác giả giới hạn việc mô phỏng được giả thiết thực hiện cho trường hợp độ sâu lớn, bỏ qua ảnh hưởng của đáy. Kích thước mô hình được lấy bằng 1/10 so với tàu thật.

### 3.1. Kích thước miền tính toán

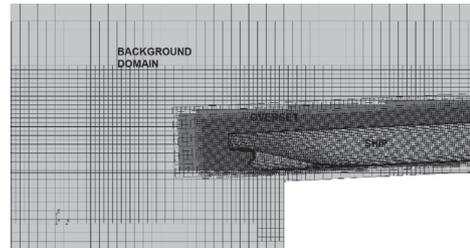
Để mô phỏng quá trình hạ thủy trên triển dọc, sử dụng miền tính toán bao gồm một miền tính và một miền overset. Chiều dài miền tính toán được lấy bằng 4 lần chiều dài tàu, độ sâu được lấy bằng một lần chiều dài tàu hạ thủy trung bình nhằm bỏ qua ảnh hưởng của đáy (Hình 3.1).



**Hình 3.1: Miền tính toán**

### 3.2. Mô hình vật lý

Nghiên cứu sử dụng phần mềm STAR-CCM+ của SIEMENS. Mô hình dòng rối SST k-epsilon được sử dụng tương tự với các mô phỏng trong bài mô phỏng lực cản khi không cần yêu cầu quá cao đối với dòng chảy sát bề mặt vỏ.



**Hình 3.2: Lưới mô phỏng**

## 4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 4.1. Lưới tính toán

Thiết lập kích thước lưới cơ bản của miền overset bằng 1/5 so với miền background. Để đảm bảo chính xác của quá trình mô phỏng, kích thước vùng background mà theo đó miền overset di chuyển phải được đảm bảo tương tự với kích thước của miền overset. Do vậy, lưới của miền background được bổ sung làm mịn cho vùng di chuyển của overset. Ngoài ra, thiết lập lưới cũng sử dụng việc làm mịn vùng lưới quanh phần vỏ bao tàu trong miền overset và có thiết lập lưới lăng trụ nhằm tăng tính chính xác trong tính toán lớp biên quanh tàu.

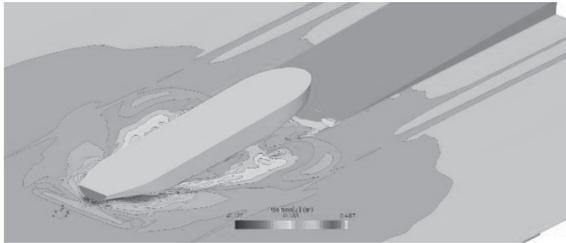
Phương pháp được sử dụng trong việc lựa chọn lưới dựa trên việc so sánh sai số giữa các tập dữ liệu do giá trị của các đại lượng được xem xét trong nghiên cứu thay đổi liên tục theo thời gian. Đại lượng được sử dụng cho đánh giá ở đây là lực cản và tốc độ tàu trong quá trình trượt trên triển.

Trong nghiên cứu này, bước thời gian được sử dụng trong mô phỏng nhằm tiết kiệm thời gian mô phỏng nhưng vẫn đảm bảo mức độ chính xác phù hợp.

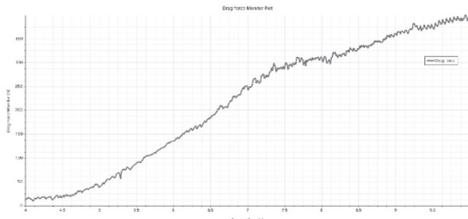
Bước thời gian còn được điều chỉnh trong quá trình tính nhằm đảm bảo số Courant đạt được trên bề mặt cánh thân tàu trung bình không lớn hơn 2.

### 4.2. Kết quả mô phỏng và tính toán hạ thủy tàu trên triển dọc

Lực cản nước của tàu theo thời gian đồng nhất với sự thay đổi của các thông số phản ngâm nước của tàu (Hình 4.2).

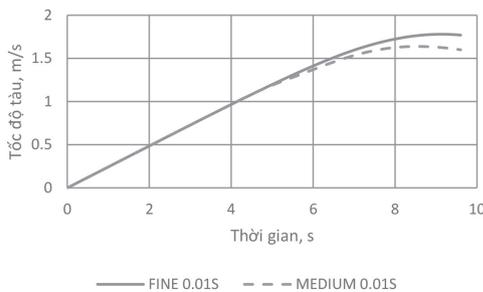


**Hình 4.1: Hệ sóng quanh tàu khi hạ thủy**

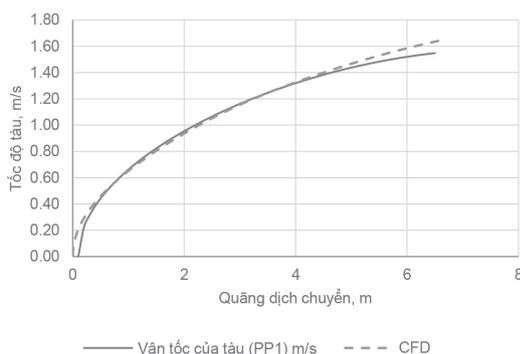


**Hình 4.2: Đồ thị lực cản tàu theo thời gian**

Tốc độ tàu trên triển phân rõ 2 giai đoạn: Giai đoạn đầu tiếp tục tăng tốc dưới tác dụng của trọng lực, lực cản của nước cơ bản nhỏ; giai đoạn sau khi lực cản nước tăng lên đáng kể thì tốc độ tàu bắt đầu xu hướng giảm. Hình 4.3 cho thấy kết quả tốc độ tàu giữa lưới trung bình và lưới mịn. Kết quả so sánh tốc độ tàu với phương pháp lý thuyết nêu ở trên (Hình 4.4) cho thấy sự phù hợp tốt.

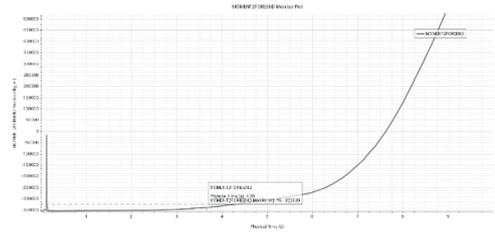


**Hình 4.3: Tốc độ tàu trên triển**

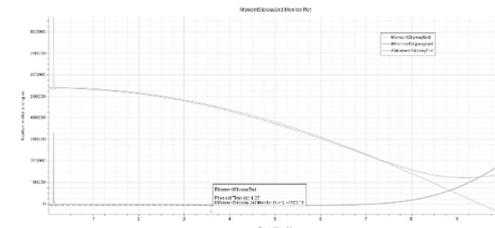


**Hình 4.4: So sánh tốc độ tàu trên triển giữa các phương pháp**

Mô phỏng đồng thời xác định thời điểm tàu kết thúc giai đoạn 2 thông qua xác định thời điểm mô-men đối với mép dầm mũi đối dấu Hình 4.5. Theo đó, ở thời điểm mô-men tổng đối với mép triển đối dấu là thời điểm xác định tàu nổi lái làm cơ sở xác định áp lực cạnh lên dầm mũi. Mô phỏng cho thấy tàu bắt đầu n, lái ở thời điểm 7,61s ứng với quãng trượt là 68,1 m. Kết quả này phù hợp với tính toán bằng phương pháp tĩnh học. Sự sai khác xảy ra do trong mô phỏng chưa tính đến máng trượt.



**Hình 4.5: Đồ thị các mô-men và mô-men tổng đối với dầm mũi**



**Hình 4.6: Đồ thị các mô-men và mô-men tổng đối với mép triển**

Đồ thị Hình 4.6 cho thấy mô-men tổng đối với mép triển luôn dương và trong quá trình hạ thủy không xảy ra hiện tượng quay của tàu quanh mép triển.

## 5. KẾT LUẬN

Bài báo đã áp dụng phương pháp mô phỏng số CFD vào tính toán các thông số thủy động học của tàu trong hạ thủy tàu trên triển dọc.

Kết quả mô phỏng góp phần xác định chính xác hệ số lực cản thủy động, nâng cao độ chính xác trong tính toán tốc độ, thời gian tàu trượt trên triển, nâng cao mức độ an toàn của hạ thủy tàu trên triển dọc.

Hướng hoàn thiện tiếp theo của nhóm tác giả nhằm mô phỏng hoàn toàn các giai đoạn hạ thủy bằng phương pháp CFD thông qua thiết lập đầy đủ hơn mô hình chuyển động vật lý của tàu cũng như áp dụng các kỹ thuật lưới tiên tiến hơn như lưới thích ứng.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong Đề tài mã số DT23-24.25.

## Tài liệu tham khảo

- [1]. Ivo Senjanović et al. (2020), *Launching of ships from horizontal berth by tipping tables - CFD simulation of wave generation*, Engineering Structures 210.
- [2]. M. Kraskovski (2007), *Simplified RANSE simulation of a sidelaunching*, Journal of Archives of Civil and Mechanical Engineering, 7:151-9.
- [3]. A. Fitriadhya, A.M.A. Malek (December, 2017), *Computational fluid dynamics analysis of a ship's side launching in restricted waters*, Journal of Mechanical Engineering and Sciences, vol.11, Issue 4, pp.2993-3003.
- [4]. Войткунский Я.И. и др. (1985), *Справочник по теории корабля В трех томах, Том 1*, Л. Судостроение.

**Ngày nhận bài: 28/3/2024**

**Ngày nhận bài sửa: 06/4/2024**

**Ngày chấp nhận đăng: 26/4/2024**

# Nghiên cứu lập trình mô phỏng, tính toán phương án tối ưu trong thiết kế luồng tàu biển theo phương pháp luận chứng kinh tế - kỹ thuật mực nước chạy tàu

■ PGS. TS. TRẦN KHÁNH TOÀN

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam  
Email: toantk.ctt@vimaru.edu.vn

**TÓM TẮT:** Trong thiết kế luồng tàu biển với nhiều phương án lựa chọn trục tuyến luồng, có hai tiêu chí đồng thời phải thỏa mãn là yêu cầu về kỹ thuật đối với các thông số chuẩn tắc luồng (bề rộng, mái dốc, cao trình đáy...) và chi phí đầu tư nhỏ nhất. Việc lựa chọn phương án thiết kế tối ưu được thực hiện bằng cách so sánh tổng chi phí xây dựng tuyến luồng và mực nước chạy tàu tối ưu giữa các phương án. Bài báo giới thiệu kết quả tổng hợp và khái quát thành qui trình tính toán từ các hướng dẫn trong tiêu chuẩn thiết kế, xây dựng mô hình toán, lập trình tự động hóa qui trình tính toán để xác định phương án tối ưu trong thiết kế luồng tàu biển.

**TỪ KHÓA:** Thiết kế luồng hàng hải, mực nước chạy tàu, chi phí nạo vét, chi phí chờ tàu, chi phí khấu hao của cảng.

**ABSTRACT:** In marine channel design with many options for choosing the channel axis, there are two criteria that must be satisfied at the same time: technical requirements for standard channel parameters (width, slope, bottom elevation, etc.) and minimal investment costs. The selection of the optimal design option is done by comparing the total cost of constructing of marine channel and the optimal navigable water level between the options. The article introduces the results synthesized and generalized into a calculation process from instructions in design standards, building mathematical models and programming to automate the calculation process to determine the optimal solution in marine channel design.

**KEYWORDS:** Marine channel design, navigable water level, dredging costs, ship waiting costs, port depreciation costs.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

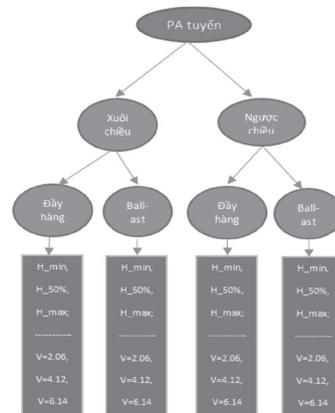
Trong thiết kế luồng tàu biển với nhiều phương án lựa chọn trục tuyến luồng, có hai tiêu chí đồng thời phải thỏa mãn là yêu cầu về kỹ thuật đối với các thông số chuẩn tắc

luồng (bề rộng, mái dốc, cao trình đáy...) và chi phí đầu tư nhỏ nhất [1].

Nội dung tự động hóa qui trình xác định mực nước chạy tàu tối ưu của nghiên cứu này đã được giới thiệu trong một bài báo khác. Trong bài báo này, tác giả tập trung vào nghiên cứu lập trình tính toán xác định phương án thiết kế luồng tối ưu khi có đồng thời nhiều phương án lựa chọn trục tuyến luồng.

## 2. MÔ HÌNH TOÁN

Mô hình toán được xây dựng dựa trên mối quan hệ giữa các yếu tố và thông số tính toán, phụ thuộc vào miền giá trị đại diện các vận tốc chạy tàu  $V_{max}$ , miền giá trị đại diện các mực nước chạy tàu theo tần suất mực nước giờ ( $H_{min}$ ,  $H_{50\%}$ ,  $H_{max}$ ), theo chế độ tàu chạy xuôi chiều và ngược chiều, theo trạng thái chuyên chở là tàu đẩy hàng và tàu chạy ballast. Tất cả các phần tính toán này được thực hiện riêng biệt đối với mỗi phương án trục tuyến luồng [5].



Hình 2.1: Sơ đồ mô hình toán xác định phương án tối ưu thiết kế luồng tàu biển

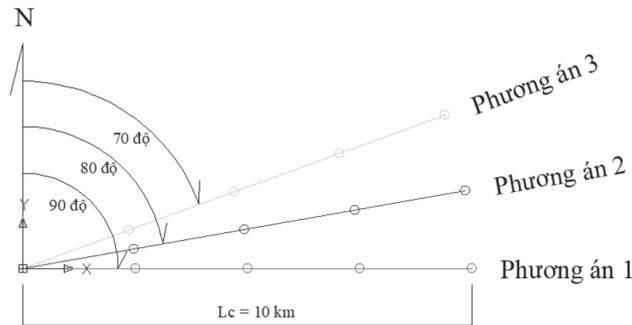
Sau khi xác định được tổng chi phí  $K_p$  nhỏ nhất và mực nước chạy tàu tương ứng trong từng phương án, tiến hành so sánh và lựa chọn phương án tối ưu. Phương án tối ưu nhất là phương án có tổng chi phí nhỏ nhất và mực nước tối ưu nhất là mực nước tương ứng với tổng chi phí nhỏ nhất.

## 3. TÍNH TOÁN THỬ NGHIỆM

Tính toán xác định phương án trục tìm luồng tối ưu và thông số thiết kế chuẩn tắc cho luồng hàng hải tiếp nhận tàu container trọng tải 20.000 DWT. Ban đầu, lựa chọn 3

phương án trực tuyến luồng, dựa trên việc cân đối 2 yếu tố: Sự thuận lợi/bất lợi về góc kẹp giữa hướng gió, dòng chảy với thân tàu để giảm độ dạt ngang; sự tận dụng/không tận dụng độ sâu tự nhiên (cao trình tự nhiên đáy luồng) để giảm khối lượng nạo vét [2, 3, 4].

Đồ hình sơ bộ 3 phương án tuyến biểu diễn trong Hình 3.1:



Hình 3.1: Đồ hình các phương án trực tuyến luồng

\* Số liệu đầu vào:

Các thông số đầu vào chính được tổng hợp theo Bảng 3.1.

Bảng 3.1. Thông số đầu vào tính toán

Thông số	Phương án		
	1	2	3
<b>Luồng hàng hải</b>			
Chiều dài tuyến luồng (km)	10	10	10
Phương vị (xuôi)	90°00'00"	80°00'00"	70°00'00"
Phương vị (ngược)	270°00'00"	260°00'00"	250°00'00"
Cao độ đáy tự nhiên trung bình (m): $Z_{\text{đáy\_TB}}$	-6,00	-5,50	-5,00
Cường độ sa bồi (P)	0,20	0,20	0,20
Địa chất đáy luồng	Cát chặt trung bình	Cát chặt trung bình	Cát chặt trung bình
<b>Thông số khí tượng, thủy văn</b>			
Mức nước tần suất giờ (m): $H_{\text{min}}, H_{50\%}, H_{\text{max}}$	0,66; 1,93; 3,38	0,66; 1,93; 3,38	0,66; 1,93; 3,38
Hướng và vận tốc gió chủ đạo	Đông Bắc, 13,8m/s	Đông Bắc, 13,8m/s	Đông Bắc, 13,8m/s
Hướng và vận tốc dòng chảy chủ đạo	Đông Bắc, 0,8m/s	Đông Bắc, 0,8m/s	Đông Bắc, 0,8m/s
<b>Tàu tính toán</b>			
Loại tàu	Container	Container	Container
Trọng tải (DWT)	20.000	20.000	20.000
Chiều dài tàu (m)	164	164	164
Chiều rộng tàu (m)	22,4	22,4	22,4
Mớn nước đẩy tải $T_{DT}$ (m)	8,6	8,6	8,6
Mớn nước ballast $T_{BL}$ (m)	2,7	2,7	2,7
3 vận tốc tàu đại diện $V_{\text{max}}$ (m/s)	2,6; 4,1; 6,2	2,6; 4,1; 6,2	2,6; 4,1; 6,2
Thống kê số liệu vận tải theo cỡ tàu thông qua luồng tính theo trọng tải (DWT)	20.000; 10.000; 7.000	20.000; 10.000; 7.000	20.000; 10.000; 7.000

\* Tổng hợp kết quả tính toán quan trọng:

Tổng chi phí  $K_{p\%}$  theo 3 mức nước chạy tàu đại diện  $H_{\text{min}}, H_{50\%}, H_{\text{max}}$ :

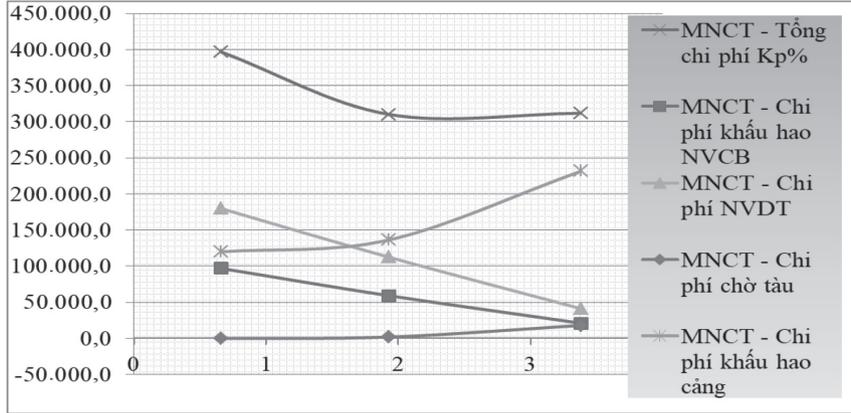
- Phương án 1:

Bảng 3.2. Tổng chi phí theo Phương án 1 (đơn vị tính: triệu VND)

Mức nước	Giá trị	$0,1K_k$	$E_k$	$E_t$	E2	$K_{p\%}$
		Khấu hao NVCB	NVDT	Chờ tàu	Khấu hao cảng	Tổng

$H_{min}$	0,66	96.971,7	179.878,0	6,4	120.000,0	396.856,2
$H_{50\%}$	1,93	59.254,1	112.510,4	1.984,9	136.522,5	310.271,9
$H_{max}$	3,38	21.107,7	41.287,6	17.965,5	231.529,2	311.890,0

Đồ thị quan hệ mực nước chạy tàu với tổng chi phí  $K_p$ :



Hình 3.2: Đồ thị quan hệ mực nước chạy tàu với tổng chi phí  $K_p$  theo Phương án 1

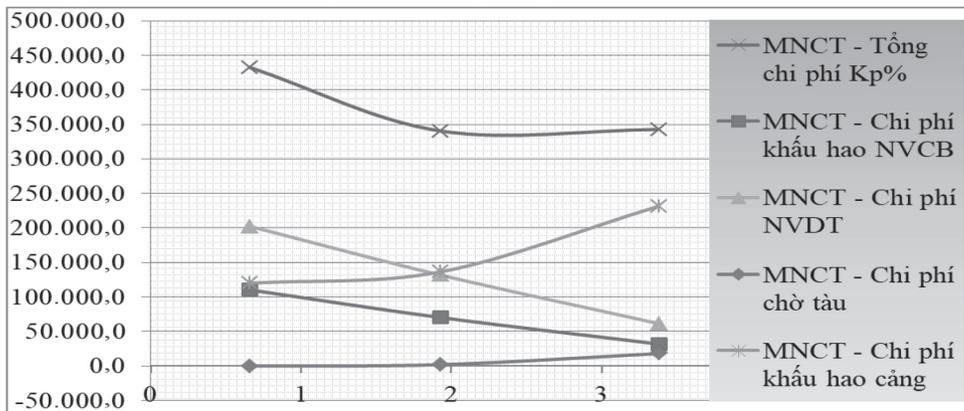
Mực nước chạy tàu tối ưu: Từ đồ thị Hình 3.2, ứng với tổng chi phí nhỏ nhất  $K_{p(min)} = 300.000.000.000$  (VND) và mực nước chạy tàu  $H = +2,40$  (m).

- Phương án 2:

Bảng 3.3. Tổng chi phí theo phương án 2 (đơn vị tính: triệu VND)

Mức nước	Giá trị	$0,1K_k$	$E_k$	$E_t$	E2	$K_{p\%}$
		Khấu hao NVCB	NVDT	Chờ tàu	Khấu hao cảng	Tổng
$H_{min}$	0,66	110.219,2	202.267,5	6,4	120.000,0	432.493,2
$H_{50\%}$	1,93	70.205,3	131.640,9	1.984,9	136.522,5	340.353,7
$H_{max}$	3,38	31.795,2	61.413,1	17.965,5	231.529,2	342.703,0

Đồ thị quan hệ mực nước chạy tàu với tổng chi phí  $K_p$ :



Hình 3.3: Đồ thị quan hệ mực nước chạy tàu với tổng chi phí  $K_p$  theo Phương án 2

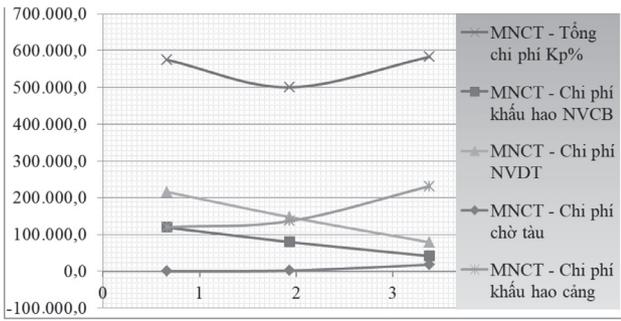
Mực nước chạy tàu tối ưu: Từ đồ thị Hình 3.3, ứng với tổng chi phí nhỏ nhất  $K_{p(min)} = 335.000.000.000$  (VND) và mực nước chạy tàu  $H = +2,20$  (m).

- Phương án 3:

Bảng 3.4. Tổng chi phí theo phương án 3 (đơn vị tính: triệu VND)

Mức nước	Giá trị	$0,1K_k$	$E_k$	$E_t$	E2	$K_{p\%}$
		Khấu hao NVCB	NVDT	Chờ tàu	Khấu hao cảng	Tổng
$H_{min}$	0,66	119.389,2	215.977,0	120.000,0	120.000,0	575.366,2
$H_{50\%}$	1,93	79.809,1	147.551,4	136.522,5	136.522,5	500.405,5
$H_{max}$	3,38	41.380,2	78.808,6	231.529,2	231.529,2	583.247,1

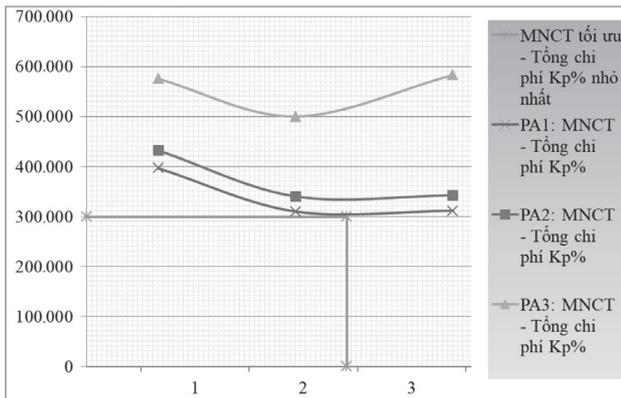
Đồ thị quan hệ mực nước chạy tàu với tổng chi phí K<sub>p</sub>:



**Hình 3.4:** Đồ thị quan hệ mực nước chạy tàu với tổng chi phí K<sub>p</sub> theo phương án 3

Mực nước chạy tàu tối ưu: Từ đồ thị Hình 3.4, ứng với tổng chi phí nhỏ nhất  $K_{p(min)} = 500.000.000.000$  (VND) và mực nước chạy tàu  $H = +1,95$  (m).

\* So sánh lựa chọn phương án tối ưu:



**Hình 3.5:** Đồ thị so sánh tổng hợp giá trị cực tiểu (K<sub>p\_min</sub>) của 3 phương án

**Bảng 3.5.** Bảng so sánh tổng hợp để lựa chọn phương án trực tuyến luồng tối ưu

Mực nước	Tổng chi phí K <sub>p%</sub> (triệu VND)			
	Phương án	1	2	3
H <sub>min</sub> (m)	0,66	396.856,2	432.493,2	575.366,2
H <sub>50%</sub> (m)	1,93	310.271,9	340.353,7	500.405,5
H <sub>max</sub> (m)	3,38	311.890,0	342.703,0	583.247,1
K <sub>p_(min)</sub>	-	<b>300.000,0</b>	335.000,0	500.000,0
MNCT tối ưu (m)	-	<b>+2,40</b>	+2,20	+1,95

\* Phân tích:

+ Phương án 1: Tận dụng độ sâu tự nhiên (cao trình đáy trung bình -6,00 m, sâu nhất trong cả 3 phương án), độ dạt ngang lớn dẫn đến tăng bề rộng làn tàu do tăng góc kẹp giữa thân tàu với hướng đến của gió và dòng chảy thịnh hành, tuy nhiên kết quả tính cuối cùng cho thấy điểm cực tiểu tổng chi phí K<sub>p</sub> đạt nhỏ nhất trong cả 3 phương án.

+ Phương án 2: Việc tận dụng độ sâu tự nhiên (cao trình đáy trung bình -5,50 m, sâu trung bình trong cả 3 phương án) và hạn chế một phần độ dạt ngang, dung hòa cả 2 yếu tố. Tuy nhiên, kết quả tính cuối cùng cho thấy điểm cực tiểu tổng chi phí K<sub>p</sub> vẫn lớn hơn của phương án 1.

+ Phương án 3: Không tận dụng được độ sâu tự nhiên (cao trình đáy trung bình -5,00 m, nông nhất trong cả 3 phương án), mặc dù hạn chế độ dạt ngang do giảm góc kẹp giữa thân tàu với hướng đến của gió và dòng chảy thịnh hành, tuy nhiên giá thành nạo vét lớn làm tổng chi phí lớn hơn so với 2 phương án còn lại.

\* Kết luận:

Từ bảng so sánh tổng hợp và đồ thị so sánh tổng hợp cho thấy:

- Phương án 1 cho điểm cực tiểu tổng chi phí K<sub>p\_(min)</sub> nhỏ nhất (3,1011 VND) trong cả 3 phương án, được lựa chọn là phương án tối ưu.

- MNCT ứng với chi phí K<sub>p\_(min)</sub> trong Phương án 1 được lựa chọn là MNCT tối ưu:

MNCT (tối ưu) = +2,4 (m).

### 5. KẾT LUẬN

Bài báo giới thiệu kết quả tổng hợp và khái quát thành qui trình tính toán từ các hướng dẫn trong tiêu chuẩn thiết kế, xây dựng mô hình toán, lập trình tự động hóa qui trình tính toán để xác định phương án tối ưu trong thiết kế luồng tàu biển. Với bài toán thiết kế có nhiều phương án trực tìm luồng, việc chọn phương án tối ưu dựa trên phương pháp luận chứng kinh tế kỹ thuật mực nước chạy tàu, phương án tối ưu nhất là phương án có tổng chi phí nhỏ nhất và mực nước tối ưu nhất là mực nước tương ứng với tổng chi phí nhỏ nhất.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong Đề tài mã số DT23-24.68.

### Tài liệu tham khảo

- [1]. Quy trình thiết kế kênh biển (Nga).
- [2]. Tiêu chuẩn thiết kế luồng PIANC.
- [3]. Tiêu chuẩn thiết kế luồng tàu và khu nước OCDI.
- [4]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 11419:2016, Luồng tàu biển - Yêu cầu thiết kế, 2016.
- [5]. Trần Khánh Toàn (2019), Luồng tàu và khu nước của cảng, NXB. Hàng hải, ISBN 9786049371964.
- [6]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 9272:2012, Phân cấp luồng hàng hải, 2012.
- [7]. Tiêu chuẩn kỹ thuật Nhật Bản về công trình cảng (bản dịch tiếng Việt của Viện Cảng - Kỹ thuật hàng hải, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội), 2009.
- [8]. Delft Hydraulics, Guidelines for the Design of Inland Navigation Canals, Netherland.
- [9]. The Overseas Coas I Area Deve, Technical standards and comme ries for port and harbour facilities in Japan.

Ngày nhận bài: 29/3/2024

Ngày nhận bài sửa: 13/4/2024

Ngày chấp nhận đăng: 25/4/2024

# Nghiên cứu giảm dao động cho tháp cầu dưới tác dụng của tải trọng động bằng thiết bị giảm chấn chất lỏng TLD

■ TRẦN ĐỨC HÙNG; ĐINH TÙNG DƯƠNG; NGUYỄN THẾ DŨNG  
TRẦN ĐÌNH THẮNG; TS. TRẦN NGỌC AN<sup>(\*)</sup>

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email: <sup>(\*)</sup>antn.ctt@vimaru.edu.vn

**TÓM TẮT:** Trong bài báo này, các tác giả nghiên cứu việc tính toán dao động uốn cưỡng bức của tháp cầu khi lắp thiết bị giảm chấn chất lỏng TLDs tại đỉnh tháp. Tháp cầu được xem như một dầm Euler-Bernoulli tiết diện không đổi. Các kết quả mô phỏng số cho thấy sự hiệu quả của việc sử dụng thiết bị TLDs.

**TỪ KHÓA:** Dao động cưỡng bức, tháp cầu, giảm chấn chất lỏng TLD, dầm Euler-Bernoulli.

**ABSTRACT:** In this paper, the authors present the calculation of forced vibration of a bridge pylon installed with tuned liquid dampers at the top of the pylon. The bridge pylon is considered as a Euler-Bernoulli beam with uniform section. Numerical simulation results show the effectiveness of using TLD devices.

**KEYWORDS:** Forced vibration, bridge pylon, tuned liquid dampers, Euler-Bernoulli beam.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tháp cầu có kết cấu thanh mảnh nên rất nhạy cảm tác dụng với tác dụng của tải trọng động như gió bão, động đất. Chính vì vậy, việc nghiên cứu giảm dao động cho tháp cầu nhận được sự quan tâm của nhiều nhà nghiên cứu. Một trong những dạng thiết bị được nghiên cứu sử dụng là thiết bị giảm chấn chất lỏng TLD (tuned liquid damper). TLD có kết cấu là một hộp chứa chất lỏng, được đặt trong lòng đỉnh tháp, có dạng hình trụ tròn hoặc hộp chữ nhật [12]. Dưới tác dụng của tải trọng động, năng lượng dao động của tháp cầu đã được chuyển hóa thành dao động của chất lỏng, từ đó làm tắt nhanh dao động của tháp. Tại Việt Nam, thiết bị giảm chấn chất lỏng TLD đã được áp dụng cho tháp cầu Bãi Cháy [12]. Khi so sánh với các thiết bị giảm chấn khác (như TMD), thiết bị TLD có rất nhiều ưu điểm như dễ chế tạo, lắp đặt, dễ duy tu, bảo dưỡng, dễ điều chỉnh thông số, ngoài ra còn có tác dụng chống cháy.

Chính vì vậy, việc nghiên cứu giảm chấn sử dụng TLD là rất cần thiết.

Một số nghiên cứu trong nước về TLD áp dụng cho tháp cầu có thể kể đến như [1, 5]. Trong tài liệu [1], tác giả Nguyễn Đức Thị Thu Định đã quy đổi các TLDs về thiết bị giảm chấn khối lượng-lò xo (tuned mass dampers - TMDs) tương đương, tháp cầu được quy đổi về hệ một bậc tự do, các TLDs được xem là khác nhau về tần số (đa tần số). Trong tài liệu [5], tác giả Vũ Đức Phúc đã tính toán tối ưu cho dầm công-xôn chịu tải trọng cưỡng bức phân bố đều có dạng hàm sin và lắp 3 TMDs tại 3 vị trí trên dầm. Trong tài liệu [6], tác giả nghiên cứu giảm dao động cho khung thép sử dụng TLD, có xét đến tương tác giữa chất lỏng và thành bể, hệ chính được đưa về hệ một bậc tự do.

Trong nội dung bài báo, xét tháp cầu lắp các TLDs có kích thước như nhau (đơn tần số). Các vấn đề được giải quyết như sau: Sử dụng phương pháp động lực học trong Cơ học kỹ thuật để xây dựng phương trình chuyển động của tháp cầu lắp TLDs và áp dụng phương pháp mô phỏng số để tính toán dao động cưỡng bức của tháp cầu khi lắp TLDs.

## 2. XÂY DỰNG MÔ HÌNH

Tháp cầu được mô hình hóa về một dầm Euler-Bernoulli tiết diện không đổi, có khối lượng riêng  $r$ , khối lượng trên một đơn vị dài  $m$ , mô-đun đàn hồi  $E$ , mô-men quán tính  $I$ , chiều dài  $L$ . Trên đỉnh tháp bố trí  $N$  bộ giảm chấn chất lỏng TLDs. Các khối chất lỏng TLDs có kích thước là như nhau.

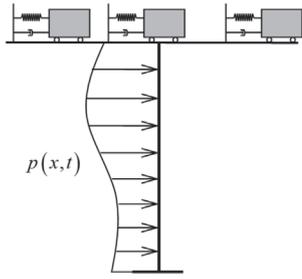
Theo các tài liệu [8, 10], thiết bị TLD có thể quy đổi về TMD tương đương. Khi đó, TMD tương đương có khối lượng, độ cứng lò xo và độ cản nhớt được xác định.

$$m = V \rho_{\text{liquid}} = 2pabh$$
$$k = 4\pi^2 mf^2, c = 2\zeta \sqrt{mk} \quad (1)$$

Trong đó:  $r_{\text{liquid}}$  - Khối lượng riêng của chất lỏng;  $2a$  và  $h$  - Chiều dài và chiều cao của TLD;  $g$  - Gia tốc trọng trường;  $f$  - Tần số dao động của TLD và  $\zeta$  - Tỷ số cản của TLD.

Như vậy, trong trường hợp tháp cầu chịu tác dụng của lực phân bố kích động tuần hoàn, mô hình dao động của tháp cầu lắp TLDs tại đỉnh tháp có thể được quy về mô hình tính toán như trên Hình 2.1.





Hình 2.1: Mô hình dao động của tháp cầu lắp TMDs tương đương dưới tác dụng của hệ lực phân bố

### 3. DAO ĐỘNG CƯỜNG BỨC CỦA THÁP CẦU KHI KHÔNG LẮP TMDs TƯƠNG ĐƯƠNG

Xét tháp cầu chịu tác dụng của lực phân bố đều dưới dạng hàm sin.

$$p = p_0 \sin \Omega t \quad (2)$$

Phương trình vi phân mô tả dao động uốn của tháp cầu khi không lắp  $N$  TMDs trên đỉnh tháp.

$$\mu \ddot{w} + EI \left[ \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + c^{(i)} \frac{\partial^5 w}{\partial x^4 \partial t} \right] = p_0 \sin \Omega t \quad (3)$$

Trong đó:  $c^{(i)}$  - Hệ số nội cản nhớt.

Nghiệm của phương trình có thể tìm được dưới dạng:

$$w(x,t) = W(x)q(t) \quad (4)$$

Với:  $W(x)$  - Hàm riêng dao động của tháp cầu ứng với tần số dao động thứ nhất, còn  $q(t)$  là hàm cần xác định.

Tiến hành đạo hàm và tích phân phương trình (3), đưa về dạng:

$$\ddot{q}(t) + 2\delta \dot{q}(t) + \omega^2 q(t) = P(t) \quad (5)$$

Với:

$$2\delta = c^{(i)} \omega^2 \quad (6)$$

$$P(t) = \frac{p_0 \sin \Omega t \int_0^L W(x) dx}{\mu \int_0^L W^2(x) dx} \quad (7)$$

### 4. DAO ĐỘNG CƯỜNG BỨC CỦA THÁP CẦU KHI LẮP N TMDs TƯƠNG ĐƯƠNG

Khi lắp  $N$  TMDs trên đỉnh tháp, dao động của tháp cầu có dạng:

$$\mu \ddot{w} + EI \left[ \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + c^{(i)} \frac{\partial^5 w}{\partial x^4 \partial t} \right] = p_0 \sin \Omega t + NF\delta(x-L) \quad (8)$$

Với:

$$F(t) = k[u - w(L,t)] + c[\dot{u} - \dot{w}(L,t)] \quad (9)$$

$$= ku + c\dot{u} - kW(L)q(t) - cW(L)\dot{q}(t)$$

Trong đó:  $w(L,t)$  - Chuyển vị tại đỉnh tháp;  $u$  - Chuyển vị của TMD tương đương.

Biến đổi hệ (8)-(9) về dạng:

$$\begin{aligned} \ddot{q}_1(t) + b_{11}q_1 + b_{12}q_2 + c_{11}\dot{q}_1 + c_{12}\dot{q}_2 &= P(t) \\ \ddot{q}_2(t) + b_{21}q_1 + b_{22}q_2 + c_{21}\dot{q}_1 + c_{22}\dot{q}_2 &= 0 \end{aligned} \quad (10)$$

Với:

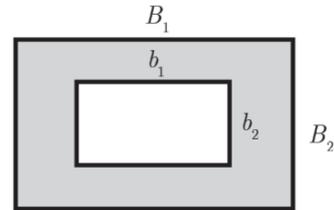
$$P(t) = p_0 \sin \Omega t \frac{\int_0^L W(x) dx}{D}; \quad D = \mu \int_0^L W^2(x) dx;$$

$$\begin{aligned} q_1 &= q; \quad q_2 = u, \\ b_{11} &= \left[ 2\delta + c \frac{nW^2(L)}{D} \right]; \quad b_{12} = -c \frac{nW(L)}{D}; \\ c_{11} &= \left[ \omega^2 + k \frac{nW^2(L)}{D} \right]; \quad c_{12} = -k \frac{nW(L)}{D}; \\ b_{21} &= -cW(L); \quad b_{22} = c; \quad c_{21} = -kW(L); \quad c_{22} = k \end{aligned} \quad (11)$$

Giải hệ (10) bằng phương pháp số, ta nhận được đồ thị dao động của hệ.

### 5. VÍ DỤ ÁP DỤNG

Trong mục này, xét mô hình tháp cầu có dạng tiết diện dạng chữ nhật rỗng như trên Hình 5.1. Xét dao động theo phương ngang cầu (có độ cứng chống uốn nhỏ hơn). Các thông số của tháp cầu được trình bày trong Bảng 5.1.



Hình 5.1: Mặt cắt ngang của tháp cầu

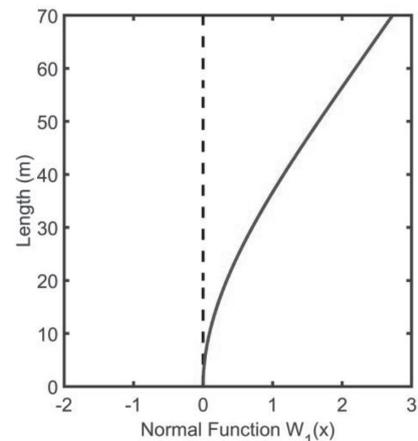
Do trong thực tế, các TLDs được bố trí phía trong lòng tháp, ngoài ra còn cần phải bố trí khoang trống để thực hiện các hoạt động kiểm tra, duy tu, bảo dưỡng nên chọn các TLDs có kích thước  $2a = 1,5$  m;  $b = 0,5$  m.

Tỉ số tổng khối lượng của các TLDs và khối lượng của tháp chọn là 0,5%.

Bảng 5.1. Các thông số của tháp cầu

Ký hiệu	Trị số	Đơn vị
$L$	70	m
$B_1$	5	m
$B_2$	3	m
$b_1$	2,6	m
$b_2$	1,5	m
$E$	31975.35e6	N/m <sup>2</sup>
$r$	2400	kg/m <sup>3</sup>

Tần số dao động riêng cơ bản của tháp cầu khi không lắp TLDs là  $\omega_1 = 2,5498$  rad/s. Hàm dáng của tháp cầu tương ứng với tần số cơ bản được thể hiện như trên Hình 5.2.

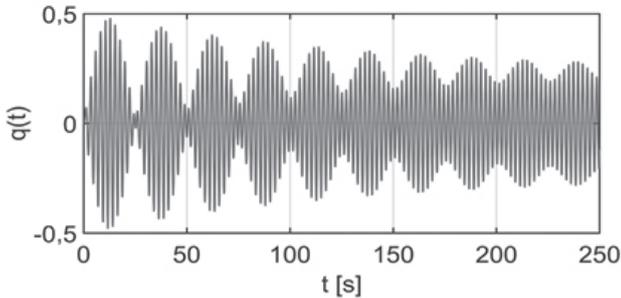


Hình 5.2: Hàm dáng của tháp cầu ứng với tần số cơ bản  $\omega_1$

Xét tháp cầu chịu tác dụng của hệ lực phân bố đều có dạng hàm sin.

$$p = p_0 \sin \Omega t$$

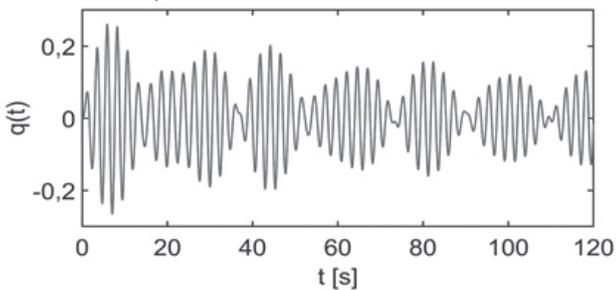
Với  $p_0 = 15 \text{ KN/m}$  và tần số cưỡng bức  $\Omega = 2,8 \text{ rad/s}$ .



**Hình 5.3: Đồ thị hàm  $q(t)$  khi không lắp TLDs**

Chuyển vị lớn nhất tại đỉnh tháp khi không lắp TLDs là 1,308 m.

Với tỉ số khối lượng của TLDs và tháp cầu là 0,005; sử dụng phương pháp thử dần xác định được số lượng khay TLD tối ưu là  $N_{opt} = 62$ .



**Hình 5.4: Đồ thị hàm  $q(t)$  khi lắp TLDs với số lượng tối ưu.**

Chuyển vị lớn nhất tại đỉnh tháp với số lượng khay TLD tối ưu là 0,708 m, giảm 45,87% so với khi chưa lắp TLDs.

## 6. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày tính toán giảm dao động cho tháp cầu dưới tác dụng của tải trọng động bằng thiết bị giảm chấn chất lỏng TLDs. Một số điểm tiếp cận mới đã được trình bày như sau:

- Tháp cầu được mô hình hóa thành dầm công-xôn, một đầu ngàm, một đầu tự do. Trong quá trình tính toán dao động, tháp vẫn được xem là một dầm Euler-Bernoulli và không quy đổi về hệ 1 bậc tự do.

- Sự tương quan về kích thước hình học của các TLDs và kích thước trong lòng tháp đã được đề cập.

- Để phù hợp với việc bố trí các TLDs trong thực tế, các TLDs trong mô hình nghiên cứu có kích thước và tần số như nhau (đơn tần số).

- Hiệu quả giảm chấn của TLDs đã được tính toán. Tuy nhiên, khác với các nghiên cứu trước, tùy theo tỉ số khối lượng được chọn, biến để tính toán tối ưu chính là số lượng khay chất lỏng được bố trí trong tháp cầu.

Hướng nghiên cứu tiếp theo của bài báo đó là số lượng khay chất lỏng TLDs tối ưu được xác định bằng phương pháp thử dần, có thể xây dựng một thuật toán tối ưu nhằm xác định được giá trị trên. Mặt khác, do trong thực tế, các khay TLDs được bố trí dọc theo tháp, do đó có

thể mô hình hóa một cách chính xác hơn là xét sự phân bố của các TLDs dọc theo tháp cầu tại đỉnh tháp.

### Tài liệu tham khảo

- [1]. Nguyễn Đức Thị Thu Định (2014), *Nghiên cứu ứng dụng hệ giảm chấn chất lỏng trong kiểm soát dao động cho cầu dầm văng tại Việt Nam*, Luận án Tiến sĩ, Trường Đại học GTVT.
- [2]. Đinh Tùng Dương, Nguyễn Thế Dũng, Trần Đình Thắng, Trần Đức Hùng, Trần Ngọc An (2024), *Nghiên cứu tính toán dao động tự do của tháp cầu khi lắp thiết bị giảm chấn chất lỏng TLD*, Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng Hải, số 77, tháng 01, tr.56-60.
- [3]. Nguyễn Quang Hoàng (2018), *MATLAB và SIMULINK cho kỹ sư*, NXB. Bách Khoa Hà Nội.
- [4]. Nguyễn Văn Khang (2005), *Dao động kỹ thuật*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [5]. Vũ Đức Phúc (2019), *Điều khiển tối ưu dao động bằng kết hợp nhiều bộ giảm chấn động lực*, Luận án Tiến sĩ, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [6]. Bùi Phạm Đức Tường (2020), *Ứng dụng bể chứa chất lỏng có thành mỏng trong việc kháng chấn và điều khiển dao động công trình*, Luận án Tiến sĩ, Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh.
- [7]. J.R. Banerjee (2012), *Free vibration of beams carrying spring-mass systems - A dynamic stiffness approach*, Computer and Structures, 104-105, pp.21-26.
- [8]. Yozo Fujino, Limin Sun, Benito M. Pacheco and Piyawat Chaiseri (1992), *Tuned liquid damper (TLD) for suppressing horizontal motion of structures*, Journal of Engineering Mechanics, 118 (10), pp.2017-2030.
- [9]. C.A. Rossit and P.A.A. Laura (2001), *Free vibrations of a cantilever beam with a spring-mass system attached to the free end*, Ocean Engineering, 28, pp.933-939.
- [10]. L.M. Sun, Y. Fujino, B.M. Pacheco and P. Chaiseri (1992), *Modelling of tuned liquid damper (TLD)*, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamic, 41-44, pp.1883-1894.
- [11]. Singiresu S. Rao (2007), *Vibration of continuous systems*, John Wiley & Sons, New Jersey.
- [12]. Tanmoy Konar and Aparna (Dey) Ghosh (2023), *A review on various configurations of the passive tuned liquid damper*, Journal of Vibration and Control, 29 (9-10), pp.1945-1980.

**Ngày nhận bài: 17/4/2024**

**Ngày nhận bài sửa: 02/5/2024**

**Ngày chấp nhận đăng: 14/5/2024**

# Nghiên cứu và tính toán sự làm việc của các liên kết điển hình trong kết cấu thép của các công trình dân dụng và công nghiệp

■ **ThS. TRẦN VĂN TÙNG<sup>(\*)</sup>; TRẦN MINH HẢI**

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email: <sup>(\*)</sup>tungtv@vamaru.edu.vn

**TÓM TẮT:** Trong những năm gần đây, kết cấu thép đã trở nên ngày càng phổ biến không chỉ trong các công trình công nghiệp mà còn trong các công trình nhà dân dụng. Xuất phát từ nhu cầu thực tế như vậy, việc nghiên cứu và tối ưu hóa khung thép là yêu cầu cần thiết để đem tính hiệu quả về mặt kỹ thuật và kinh tế.

Nghiên cứu về sự làm việc của khung kết cấu thép, ngoài việc tập trung vào kiểm tra tính bền và ổn định của các cấu kiện chính thì việc phân tích các nút liên kết cũng đóng vai trò quan trọng. Nếu liên kết không đủ khả năng chịu lực, nó có thể là nguyên nhân dẫn đến sự phá hoại toàn bộ công trình. Trong bài báo này, tác giả tập trung vào phân tích các dạng liên kết như liên kết cứng, mềm và nửa cứng. Đối tượng phân tích sẽ chủ yếu là liên kết giữa các cấu kiện chính như dầm, cột vì có nội lực tương đối lớn để nêu bật sự khác nhau đối với từng loại liên kết khi phân tích.

Dựa vào lý thuyết và phần mềm phân tích theo phương pháp phần tử hữu hạn để tính toán chính xác sự làm việc của các liên kết, so sánh và lựa chọn dạng liên kết lý thuyết phù hợp với từng liên kết thực tế của công trình thép dân dụng.

**TỪ KHÓA:** Liên kết cứng, liên kết nửa cứng.

**ABSTRACT:** In recent years, steel structures have become increasingly prevailing not only in industrial buildings but also in civil ones. Originating from such practical demands, research and optimization of steel frames is a necessary requirement to bring about technical and economic efficiency.

Research on the performance of steel structural frames, in addition to focusing on checking the durability and stability of the main components, analyzing the connection nodes also plays a vital role. If the connection is not strong enough to bear the force, it can lead to the destruction of the entire structure. In this topic, the author focuses on analyzing types of connections such as rigid, pin, and semi-rigid connections. The object of analysis will mainly be the connection between main components such as beams and columns because

there are relatively large internal forces to highlight the differences for each type of connection when analyzing.

Based on theory and analytical software using the finite element method to accurately calculate the working of the connections, then make a comparison and choose a theoretical connection type to be aligned with each actual connection of civil steel constructions.

**KEYWORDS:** Rigid connection, semi-rigid connection.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Một số loại thép phổ biến được sử dụng trong kết cấu xây dựng nêu ra bởi Tiêu chuẩn ASTM như sau:

- Thép carbon loại: A36/A366M, A53/A53M, A500 và A501 và A529/529M, hàm lượng carbon trong thép càng cao thì độ cứng và độ bền cũng tăng theo.

- Thép hợp kim thấp cường độ cao loại: A572/A572M. Đây là loại thép hợp kim thấp cường độ cao rất thông dụng dùng cho thép hình và thép tấm với hàm lượng hợp kim giới hạn nhỏ hơn 10%.

- Thép hợp kim và hợp kim thấp được nhiệt luyện loại: A852/A852M, A514/A514M với đặc tính cơ học, cường độ chảy dẻo rất cao.

*Phân loại các phương pháp thiết kế:*

- Phương pháp thiết kế theo độ bền cho phép ASD.  
- Phương pháp thiết kế theo hệ số tải trọng và hệ số sức kháng LRFD: Theo độ bền thiết kế.

## 2. CÁC LOẠI HỆ KHUNG CHỊU TẢI TRỌNG NGANG TRONG KẾT CẤU THÉP

### 2.1. Hệ thanh giằng

- Dễ dàng thiết kế kết cấu để chịu tải trọng ngang (thường gây ra bởi gió và động đất) và giúp giảm khối lượng dầm và hầu hết các cột (thanh giằng nhận tiếp nhận tải trọng ngang do đó cột chỉ chịu nén);

- Các liên kết trong công trình có thể chỉ gồm ứng xử chịu lực dọc và lực cắt, do đó sẽ nhẹ và tiết kiệm.

## 2.2. Hệ khung chịu mô-men (khung cứng)

- Tận dụng hoàn toàn không gian của các nhịp mà không có bất kỳ cản trở nào;

- Với liên kết khớp tại chân đế sẽ giúp tiết kiệm về chi phí phần nền móng (ngay cả đối với hệ giằng, vì nó có thể tạo lực kéo và đòi hỏi những cấu tạo chịu kéo phức tạp và tốn kém hơn);

- Bền vững khi chịu tải trọng động đất.

## 2.3. Hệ khung với liên kết ngàm ở chân đế

- Không hạn chế không gian sử dụng;  
- Kích thước cột lớn tạo cảm giác an toàn và chắc chắn hơn cho công trình;

- Khả năng chịu tải động đất kém (Tiêu chuẩn ASCE không khuyến khích sử dụng hệ kết cấu này cho những công trình thuộc vùng thường xuyên có động đất).

## 3. PHÂN LOẠI LIÊN KẾT TRONG KẾT CẤU THÉP

### 3.1. Liên kết mô-men ngàm hoàn toàn

- Liên kết mô-men ngàm hoàn toàn là liên kết với nút cứng hay liên kết liên tục.

- Mô-men ngàm hoàn toàn còn được biết đến như là liên kết với nút khung cứng hay liên kết liên tục. Liên kết mô-men ngàm hoàn toàn có độ cứng đủ để giữ cho không xuất hiện góc xoay tương đối giữa các cấu kiện liên kết.

### 3.2. Liên kết khớp

Liên kết khớp chịu cắt, hay còn gọi là liên kết khớp được lý tưởng hóa với độ cứng xoay bằng không và cấu kiện được đỡ tự do xoay. Tuy nhiên, trong thực tế, liên kết vẫn có khả năng kháng một lượng mô-men nhất định.

### 3.3. Liên kết mô-men bán phần (nửa cứng)

Ứng xử của liên kết mô-men nửa cứng đó là cho phép một góc xoay tương đối xuất hiện. Nó mang tính trung gian về góc xoay giữa loại liên kết chịu cắt đơn giản và liên kết ngàm hoàn toàn. Liên kết mô-men nửa cứng được phép sử dụng khi có đủ những dữ liệu sát thực để xác định được phần trăm độ cứng của liên kết so với ngàm hoàn toàn.

### 3.4. Phân tích các chi tiết liên kết

#### 3.4.1. Liên kết bu-lông

##### 3.4.1.1. Trạng thái liên kết của bu-lông

Có 2 trạng thái liên kết bu-lông thường được sử dụng:

##### a) Liên kết giới hạn trượt (Slip-critical connection)

Còn được gọi là liên kết ma sát, nghĩa là kiểm soát không cho phép trượt xảy ra.

##### \* Ứng dụng:

- Sự trượt được xem là ảnh hưởng tới khả năng làm việc của kết cấu do biến dạng quá mức hoặc là nguyên nhân dẫn đến sự giảm khả năng chịu lực hoặc ổn định cho kết cấu;

- Liên kết cần xem vấn đề mối hoặc liên kết dùng kích thước lỗ bu-lông to quá cỡ hoặc lỗ dạng rãnh song song với hướng của tải.

##### b) Liên kết loại chịu ép mặt (Bearing-type connection)

- Được sử dụng khi vấn đề trượt không là yếu tố quyết định phá hoại và liên kết bắt đầu trượt khi chịu tải trọng (nghĩa là vẫn cho phép trượt xảy ra);

- Với những liên kết chịu mỏi, liên kết bu-lông chịu kéo cường độ cao và tất cả liên kết loại giới hạn trượt phải được căng trước một lực kéo, lực căng trước vào khoảng 70% cường độ chịu kéo tối thiểu của bu-lông.

##### 3.4.1.2. Khả năng chịu lực của bu-lông.

- Độ bền chịu lực của 1 bu-lông đơn:

$$R_n \leq \phi R_n; \phi = 0,75(LRFD) \quad (1)$$

Trong đó:

$R_n$  - Độ bền chịu lực danh nghĩa được tính toán như sau:  
a) Độ bền chịu kéo đứt cho 1 bu-lông.

$$R_n = F_u(0,75A_b) = F_u A_b \quad (2)$$

Trong đó:

$F_{nt}$  - Ứng suất kéo danh nghĩa của bu-lông, bằng  $0,75F_u$ ;

$F_u$  - Ứng suất tới hạn bu-lông;

$A_b$  - Diện tích nguyên của mặt cắt ngang qua phần không chứa ren ( $\text{mm}^2$ ).

b) Độ bền chịu cắt đứt cho 1 bu-lông.

$$R_n = 0,9m A_s(0,625F_u) = (0,563)m A_s = F_m m A_b \quad (3)$$

Trong đó:

m - Số mặt phẳng cắt;

$A_s = A_b$  - Khi phần ren không nằm trong mặt cắt;

$A_s = 0,8A_b$  - Khi phần ren nằm trong mặt cắt;

$A_b$  - Diện tích nguyên của mặt cắt ngang qua phần không chứa ren;

$F_u$  - Ứng suất cắt danh nghĩa của bu-lông.

c) Độ bền chống trượt,  $R_n$  được tính như sau

$$R_n = \mu D_u h_f T_b n_s \quad (4)$$

Trong đó:

$\mu$  - Hệ số trượt trung bình cho bề mặt loại A và B, hoặc đạt được từ thí nghiệm;

$D_u = 1,13$  - Hệ số nhân kể đến tỷ số cường độ căng trước bu-lông trung bình và cường độ căng trước bu-lông tối thiểu;

$h_f$  - Hệ số kể đến tấm đệm;

$n_s$  - Số mặt trượt;

$T_b$  - Cường độ căng trước tối thiểu của bu-lông.

d) Độ bền chịu ép tại mặt lỗ bu-lông

$$R_n = A \times \tau_u^{plate} = 2l_c l_p (0,6F_u) = 1,2l_c l_p F_u \quad (5)$$

Trong đó:

$l_c$  - Khoảng cách, theo hướng tải trọng, giữa cạnh của hai lỗ gần kề hoặc từ cạnh của 1 lỗ đến cạnh của tấm ( $l_c = L_e - d_n/2$ );

$t$  - Bề dày của tấm liên kết;

$d_n$  - Đường kính lỗ bu-lông tiêu chuẩn (Bảng J3.3M - AISC 16).

e) Độ bền chịu nén

Khi tham gia liên kết sẽ chịu nén ở giới hạn chảy dẻo và mất ổn định sẽ được xác định bằng công thức như sau:

1. Khi:  $L_c/r \leq 25$  thì

$$\phi_c R_n = \phi_c F_y A_g; \phi_c = 0,9(LRFD) \quad (6)$$

2. Khi:  $L_c/r > 25$  tiết diện được xem là mảnh và tính toán như sau:

$$\phi_c R_n = \phi_c F_{cr} A_g; \phi_c = 0,9(LRFD) \quad (7)$$

- Khi:  $KL/r \leq 4,71\sqrt{E/F_y} \rightarrow F_{cr} = (0,658)^{F_y/E} F_y$  (8)

- Khi:  $KL/r > 4,71\sqrt{E/F_y} \rightarrow F_{cr} = 0,877F_y \leq F_y$  (9)

Trong đó:

$L_c = KL$  - Chiều dài hữu hiệu của cấu kiện;

K - Hệ số chiều dài hữu hiệu;

L - Chiều dài đoạn không giằng theo phương dọc cấu kiện;

$r = \min(r_x, r_y)$ , ( $r_x = \sqrt{I_x/A}$ ;  $r_y = \sqrt{I_y/A}$ ) - Bán kính quán tính của tiết diện uốn quanh trục yếu;

A - Diện tích nguyên mặt cắt ngang;

E - Mô-đun đàn hồi của thép 200.000 MPa;

$\phi_c = 0,9$  - Hệ số giảm kháng chịu nén, LRFD;

$F_{cr}$  - Ứng suất mất ổn định tới hạn;

$F_{cr} = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2}$  - Ứng suất Euler.

### 3.4.2. Liên kết hàn góc

3.4.2.1. Diện tích hữu hiệu của đường hàn

$$A_{wc} = L_c \times t_c \quad (10)$$

Trong đó:

$L_c$  - Chiều dài hữu hiệu của đường hàn;  
 $t_c$  - Bề dày hữu hiệu của đường hàn, bằng khoảng cách ngắn nhất từ đỉnh vuông đến bề mặt đường hàn.

3.4.2.2. Chiều dài hữu hiệu đường hàn góc  $L_c$ .

a) Về mặt cường độ

$$L_c \geq 4h_f \quad (11)$$

b) Với đường hàn ở góc biên

Đường hàn chạy dọc song song với ứng suất từ tải trọng truyền đến biên của cấu kiện chịu tải dọc trục, cụ thể ở đây là đường hàn giữa bản cánh và bản bụng của dầm thép tổ hợp  $L$  = Chiều dài đường hàn.

- Khi:

$$L \leq 100.h_f \rightarrow L_c = \text{Chiều dài thực tế.}$$

- Khi:

$$100.h_f < L \leq 300.h_f \rightarrow L_c = B \times (\text{chiều dài thực tế}).$$

Trong đó:

$$\beta (\leq 1,0) = 1,2 - 0,002(L/h_f)$$

- Khi:

$$L > 300.h_f \rightarrow L_c = 0,6 \times (\text{chiều dài thực tế})$$

c) Mỗi hàn gián đoạn (không liên tục)

$$L_c = \sum L_i$$

Trong đó:  $L_i$  - Chiều dài đường hàn của từng đoạn  $\geq 4h_f$  hoặc 40 mm.

d) Với loại nút ghép 2 tấm

$$L_c \geq 5t_{\text{prmin}} \text{ hoặc } 25 \text{ mm.}$$

Với  $t_{\text{prmin}}$  - Chiều dày tấm nhỏ hơn.

Đường hàn góc sẽ chịu cắt khi liên kết bản mã vào bụng hoặc cánh cột.

3.4.2.3. Độ bền thiết kế  $R_n$

Là giá trị nhỏ hơn của độ bền chịu cắt của kim loại cấu kiện liên kết và độ bền chịu cắt của kim loại đường hàn.

- Kim loại cấu kiện liên kết bị phá hoại:

$$R_n = 0,6.F_u.A_{nv}; \phi = 0,75(\text{LRFD}) \quad (1.12)$$

- Kim loại đường hàn:

$$R_n = 0,6.F_{\text{fxx}}.A_c; \phi = 0,75(\text{LRFD}) \quad (1.13)$$

Trong đó:

$0,6.F_u$  - Cường độ chịu cắt của cấu kiện liên kết, ( $F_u$  - Cường độ tới hạn);

$A_{nv}$  - Diện tích thực chịu cắt của cấu kiện liên kết;

$0,6.F_{\text{fxx}}$  - Cường độ chịu cắt của kim loại đường hàn

(với  $F_{\text{fxx}}$  - Cấp bền que hàn);

$A_c$  - Diện tích hữu hiệu của đường hàn.

**4. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ TÍNH TOÁN**

**4.1. Mô hình tính toán**

\* Thông số mô hình:

Số nhịp: 2.

+ Nhịp AB: 4,11(m).

+ Nhịp BC: 3,17(m).

- Số bước cột: 5.

- Số tầng: 3.

- Thông số vật liệu: Theo tiêu chuẩn Mỹ AISC/LRFD 360-16.

+ Mác thép: A36M.

+ Tiết diện dầm chính: 450x200x10x8 (mm).

+ Dầm phụ: 250x150x8x6 (mm).

+ Cột: 200x200x12x8 (mm).

+ Bu-lông: Loại cường độ cao Nhóm A (có phần ren).

Đường kính d22.



Hình 4.1: Mô hình tính toán

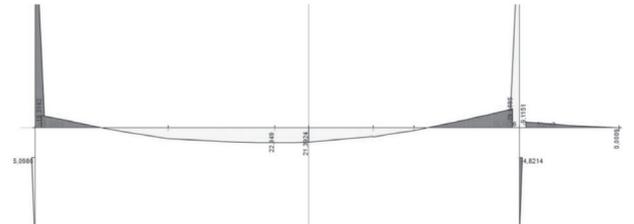
**4.2. Phân tích kết quả**

Tác giả tiến hành phân tích 2 mô hình khác nhau:

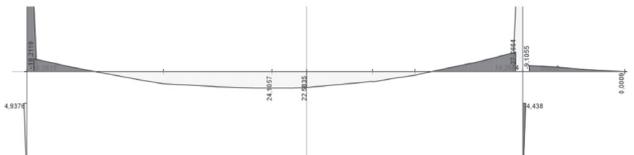
- Mô hình số 01: Sử dụng liên kết cứng được phân bố phù hợp theo các chi tiết liên kết chính (dầm chính và cột) của mô hình tính toán.

- Mô hình số 02: Sử dụng liên kết nửa cứng theo các chi tiết liên kết chính (dầm chính và cột) của mô hình tính toán.

Tác giả tiến hành áp dụng phần mềm Etabs để tiến hành phân tích kết quả nội lực theo phương pháp phân tử hữu hạn, tiến hành so sánh 1 cấu kiện dầm điển hình theo vị trí chịu nội lực nguy hiểm nhất, chúng ta tiến hành so sánh biểu đồ mô-men và lực cắt theo 2 mô hình.



Hình 4.2: Biểu đồ mô-men cho 1 cấu kiện dầm điển hình (LK nút cứng)



Hình 4.3: Biểu đồ mô-men cho 1 cấu kiện dầm điển hình (LK nửa cứng)

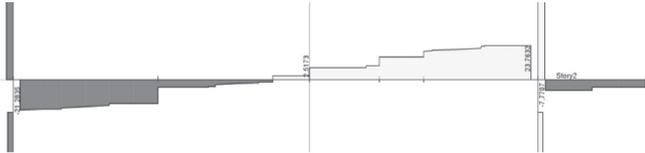
Theo kết quả tính toán của biểu đồ nội lực mô-men được phân bố tại 3 vị trí của cấu kiện dầm điển hình theo bảng sau:

Bảng 4.1. Phân tích nội lực mô-men tại 1 cấu kiện dầm điển hình

Mô hình	M (T.m) Vị trí 0 dầm	M (T.m) Vị trí L/2 dầm	M (T.m) Vị trí L dầm
01 (LK cứng)	-19,32	22,95	-29,69
02 (LK nửa cứng)	-18,2	24,11	-27,76
Chênh lệch (%)	5,8%	-4,8%	6,5%

Dựa theo kết quả *Bảng 4.1* biểu đồ nội lực mô-men, chúng ta có thể thấy mô-men tại 2 vị trí đầu dầm phân tích theo mô hình 2 (liên kết nửa cứng) thì có giá trị nhỏ hơn so với nội lực tại mô hình số 01 (liên kết cứng) lần lượt 5,8% và 6,5%. Tại vị trí giữa dầm, mô hình 2 lại có nội lực lớn hơn mô hình 1 khoảng 4,8%, dựa theo bảng phân tích, nội lực được phân bố đều theo 3 vị trí tại mô hình 2 so với mô hình 1.

So sánh giữa biểu đồ lực cắt của dầm điển hình theo 2 mô hình thì sự chênh lệch không đáng kể. Từ đó, tác giả kết luận được, liên kết nửa cứng và cứng sẽ tác dụng nhiều vào biểu đồ nội lực mô-men hơn so với biểu đồ lực cắt.



**Hình 4.4:** Biểu đồ mô-men cho 1 cấu kiện dầm điển hình (LK cứng và nửa cứng)

## 5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### 5.1. Kết luận

#### 5.1.1. Liên kết khớp

Theo kiểm tra độ bền chịu lực của nhóm bu-lông và độ bền chịu lực của bản bích và bụng dầm xác định được số lượng bu-lông liên kết là 3 bu-lông, với đường kính d22 và sử dụng bản mã liên kết vào bụng dầm, liên kết chịu được lực cắt tối đa là 10,85 T theo kết quả nội lực xuất từ mô hình tính toán, từ đó tác giả nhận thấy liên kết này sẽ phù hợp với nút có nội lực nhỏ không đáng kể, phù hợp với những công trình hay hệ kết cấu dàn chịu tải trọng nhẹ; có thể áp dụng liên kết khớp tại chân cột để triệt tiêu mô-men.

#### 5.1.2. Liên kết cứng

Trạng thái làm việc của liên kết cứng sẽ chịu tác dụng đồng thời của mô-men và lực cắt, tác giả đã ứng dụng vào trong tính toán liên kết giữa dầm chính và cột. Theo kiểm tra độ bền chịu kéo và chịu mô-men của nhóm bu-lông và kiểm tra độ bền của bản bích, bản bụng cột thì tác giả tính toán được số lượng 8 bu-lông đường kính d22 và kết hợp bản bích dày 20 mm, sườn gia cường bản bích dày 8 mm, liên kết chịu được mô-men và lực cắt tối đa lần lượt là  $M = 29,17 \text{ T.m}$  và  $Q = 23,76 \text{ T}$  thỏa mãn nội lực tác dụng vào liên kết. Từ đó có thể thấy, liên kết cứng sẽ phù hợp với những nút có nội lực tương đối lớn, áp dụng cho những công trình chịu tải trọng từ vừa đến nặng.

#### 5.1.3. Liên kết nửa cứng

So với trạng thái làm việc của liên kết cứng, liên kết nửa cứng sẽ phân bố nội lực mô-men đều hơn so với liên kết cứng; tác giả ứng dụng vào trong tính toán liên kết giữa dầm chính và cột với mô hình có liên kết đàn hồi. Theo kiểm tra độ bền chịu kéo và chịu mô-men của nhóm bu-lông và kiểm tra độ bền của bản bích, bản bụng cột thì tác giả thiết kế số lượng 8 bu-lông nhưng với đường kính nhỏ hơn d20 và kết hợp bản bích dày 18 mm, sườn gia cường bản bích dày 8 mm thỏa mãn nội lực tác dụng vào liên kết

với các giá trị lần lượt là  $M = 27,76 \text{ T.m}$  và  $Q = 23,76 \text{ T}$ . Từ đó có thể thấy, liên kết nửa cứng thiết kế tối ưu hơn so với liên kết cứng khi nội lực mô-men nhỏ hơn dẫn đến tiết diện và đường kính bu-lông sẽ nhỏ hơn.

### 5.2. Kiến nghị

Về cơ sở lý thuyết, để mô phỏng trạng thái làm việc chính xác của liên kết nửa cứng, tác giả đã dựa theo lý thuyết liên kết đàn hồi, xác định độ cứng của các phần tử cấu kiện, từ đó xác định được hệ số liên kết đàn hồi để đưa vào khai báo trong mô hình tính toán. Bài báo cũng chỉ tập trung vào tính toán một số dạng liên kết điển hình trong kết cấu thép, do đó tùy theo từng trường hợp bài toán cụ thể khác nhau thì hệ số liên kết đàn hồi sẽ thay đổi và sẽ ảnh hưởng đến việc phân tích nội lực của mô hình và của nút liên kết. Vì vậy, bài báo nên được coi là 1 tài liệu tham khảo và có thể áp dụng trong một số bài toán cụ thể.

Do bài báo tập trung vào lý thuyết và tính toán nên tác giả đề xuất tiếp tục hướng nghiên cứu về mô phỏng các loại liên kết khi chịu tải trọng về trạng thái biến dạng và phá hoại để phản ánh chính xác nhất trạng thái làm việc của các liên kết ngoài thực tế.

Về tính ứng dụng, kỹ sư có thể sử dụng để tài và kết quả tính toán để làm tài liệu tham khảo để từ đó ứng dụng tính toán vào các liên kết kết cấu thép trong thực tế, lựa chọn những loại liên kết theo lý thuyết phù hợp nhất với trạng thái làm việc thực tế của liên kết đó, để đưa ra kết quả tính toán chính xác nhất, đem lại sự hiệu quả và tối ưu về mặt tính toán.

### Tài liệu tham khảo

- [1]. Dr.Akbar R. Tamboli (2017), *Handbook of Structural Steel Connection Design and Details*.
- [2]. AISC 360-10, *Specification for structural steel building*.
- [3]. GS. TS. Đoàn Định Kiến, TS. Nguyễn Song Hà, KS. Hoàng Kim Vũ (2018), *Thiết kế kết cấu thép theo quy phạm Hoa Kỳ AISC 360-10*.
- [4]. TS. Trần Văn Phúc, ThS. Lê Hoàng Vũ (2020), *Thiết kế liên kết trong kết cấu thép theo TC Mỹ AISC/LRFD 360-16*.
- [5]. TS. Vũ Quốc Anh (2012), *Tính toán và thiết kế khung thép liên kết đàn hồi*.
- [6]. PGS. TS. Phạm Văn Hội, Nguyễn Quang Viên, Phạm Văn Tư, Lưu Văn Tường (2006), *Kết cấu thép 1 - Cấu kiện cơ bản*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [7]. TCVN 5575-2012, *Tiêu chuẩn về kết cấu thép*.

Ngày nhận bài: 03/5/2024

Ngày nhận bài sửa: 20/5/2024

Ngày chấp nhận đăng: 06/6/2024

# Nghiên cứu xác định các yếu tố tác động đến độ dày trong quy trình cán nguội sản phẩm thép không gỉ

■ **VÕ THỊ HOÀNG QUANH; PGS. TS. PHAN THỊ MAI HÀ<sup>(\*)</sup>; NGUYỄN THÁI VƯƠNG**

Trường Đại học Bách khoa - Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh

Email: <sup>(\*)</sup>ptmaiha@hcmut.edu.vn

**TÓM TẮT:** Nghiên cứu này tập trung vào việc áp dụng phương pháp Six Sigma để cải thiện chất lượng sản phẩm thép cán nguội tại Công ty A, một nhà sản xuất thép hàng đầu tại Việt Nam. Kết quả cho thấy việc kiểm soát chặt chẽ hình nôm của nguyên liệu thô và tỷ lệ carbon trong thành phần hóa học là hai yếu tố quan trọng để đảm bảo độ dày sản phẩm thép không gỉ đạt yêu cầu. Những phát hiện này không chỉ cung cấp cho Công ty A một hướng cải thiện chất lượng sản phẩm, mà còn mang lại những kiến thức quý giá cho các doanh nghiệp khác trong ngành thép.

**TỪ KHÓA:** Six Sigma, cải tiến chất lượng, kiểm soát chất lượng, thép không gỉ cán nguội.

**ABSTRACT:** This study focuses on applying the Six Sigma method to improve the quality of cold rolled steel products at Company A, a leading steel manufacturer in Vietnam. The results show that strict control of the wedge shape of raw materials and the proportion of Carbon in the chemical composition are two important factors to ensure satisfactory thickness of stainless steel products. These findings not only provide Company A with a concrete direction in improving product quality but also brings valuable knowledge to other businesses in the steel industry when they want to improve the quality of their products.

**KEYWORDS:** Six Sigma, quality improvement, quality control, cold rolled stainless steel.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, các doanh nghiệp sản xuất đang cạnh tranh trong việc nâng cao chất lượng sản phẩm để đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của người tiêu dùng (Khajuria và cộng sự, 2018). Trong số các phương pháp quản lý chất lượng đã được ứng dụng, Six Sigma là một cách tiếp cận có hệ thống nhằm đạt được sự hoàn hảo trong hoạt động thông qua cải tiến quy trình liên tục (Kumaravadivel và Natarajan, 2013) và là một kỹ thuật quản lý đã được sử dụng rộng rãi

để cải thiện chất lượng trong sản xuất và hệ thống dịch vụ (Okwu và cộng sự, 2021). Có nhiều nghiên cứu từ các ngành khác nhau như bia sách (Smętkowska và Mrugalska, 2018), ô tô (Sharma và cộng sự, 2018), khuôn nhựa (Pereira và cộng sự, 2019), thiết bị điện (Trehan và cộng sự, 2019) đạt được những phát hiện đáng chú ý khi ứng dụng Six Sigma với mục đích nâng cao chất lượng. Trong đó, nền tảng của Six Sigma nằm trong các hướng dẫn do Shewhart và Deming cung cấp, tập trung vào việc giảm độ chênh lệch có hệ thống trong các quy trình sản xuất thông qua nhiều phương pháp thống kê (Deming, 2018).

Sản phẩm thép không gỉ thuộc phân khúc cao cấp vẫn đang thiếu hụt tại Việt Nam do không có nhiều nhà máy đủ năng lực sản xuất thường gặp nhiều vấn đề về chất lượng (Vietnam News, 2023). Trong báo cáo chiến lược ngành thép năm 2022 của Công ty Cổ phần Chứng khoán Rồng Việt (VDSC), bên cạnh các yếu tố bên ngoài như tác động tiêu cực của xung đột địa chính trị, suy thoái kinh tế hậu Covid-19 và lạm phát, các công ty sản xuất chưa nhanh chóng cải thiện khả năng sản xuất của họ.

Công ty A là nhà sản xuất thép không gỉ hàng đầu tại Việt Nam, đạt tỉ lệ cuộn thép đạt độ dày theo yêu cầu vào đầu năm 2023 tương đối tốt. Công ty A luôn nỗ lực tăng tỷ lệ này nếu không muốn đánh mất vị trí dẫn đầu. Do đó, Công ty A đã đầu tư thực hiện dự án Six Sigma để xác định các yếu tố tác động đến độ dày cuộn thép sau khi cán, từ đó làm tiền đề cho các dự án cải tiến chất lượng khác.

## 2. XÁC ĐỊNH VẤN ĐỀ

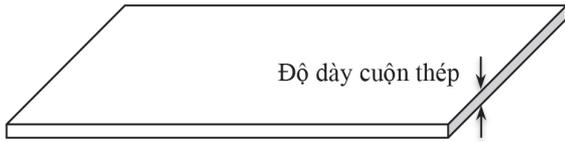
Sản lượng thành phẩm của Công ty A đạt 297 cuộn vào tháng 12/2023. Tuy nhiên, 38/297 cuộn không đáp ứng yêu cầu chất lượng về độ dày (độ dày của cuộn thép là bề rộng theo chiều dọc khi trải phẳng cuộn thép (Hình 3.1) có đơn vị đo là milimét và đạt yêu cầu khi độ dày nằm trong giới hạn thông số kỹ thuật trên và dưới). Công ty A đã phải bồi thường và mất rất nhiều thời gian để giải quyết khiếu nại với khách hàng. Trong khi đó, độ dày cuộn thép là đặc tính chất lượng chính, quan trọng mà mọi khách hàng đều ưu tiên. Độ dày cuộn thép có liên quan mật thiết đến kết quả kinh doanh, vì nếu không đạt tiêu chuẩn, cuộn thép không gỉ có thể được bán với giá rẻ chỉ bằng 50% giá sản phẩm chất lượng (\$600/tấn) hoặc hoạt động sản xuất của Công ty sẽ bị ảnh hưởng rất lớn nếu Công ty quyết định

cán lại cuộn thép đó đến khi đạt yêu cầu. Thị trường thép không gỉ tại Việt Nam cuối năm 2024 và đầu năm 2025 dự kiến sẽ có nhiều biến động. Do đó, Công ty A quyết định thực hiện dự án Six Sigma kéo dài 4 tháng diễn ra từ tháng 2 đến tháng 6/2024 để xác định các yếu tố tác động đến độ dày của thép không gỉ trong quá trình cán.

### 3. ĐO LƯỜNG DỮ LIỆU

#### 3.1. Phân tích hệ thống đo lường (Measurement System Analysis - MSA)

MSA được thực hiện ở giai đoạn này để đánh giá tính chính xác của dữ liệu. Phương pháp đo lường được kiểm tra thông qua tính lặp lại: (1) Mỗi người vận hành sẽ đo độ dày của cùng một tấm thép 10 lần nhằm đánh giá biến động trên cùng một người; (2) khả năng tái lập: Đo độ dày của 3 tấm thép khác nhau, lặp lại 3 lần nhằm xác định sự nhất quán giữa các người vận hành; (3) độ chính xác: Đo độ dày các khối thép đã được chứng nhận, so sánh với giá trị đã biết nhằm đánh giá độ chính xác của phép đo; (4) ổn định: Đo độ dày tấm thép tiêu chuẩn mỗi thứ hai trong tháng để kiểm tra sự ổn định của hệ thống đo lường theo thời gian. Dữ liệu không thể được trình bày trong nghiên cứu này vì lý do bản quyền.



Hình 3.1: Minh họa về độ dày cuộn thép không gỉ

Kết quả phân tích hệ thống đo lường được trình bày trong Bảng 3.1, phương sai của tổng thước đo R&R% là 1,52% tổng phương sai và số lượng các loại khác biệt là 96. Do đó, dữ liệu đã được thu thập là đáng tin cậy.

Bảng 3.1. Kết quả phân tích hệ thống đo lường

Nguồn gốc	Study var. Std. dev. (SD)	% study (6x SD)	Var. (% SV)
Tổng R&R	0,010891	0,070010	1,52
Tính lặp lại	0,010672	0,061820	1,34
Khả năng tái tạo	0,002980	0,020900	0,45
Người vận hành	0,002980	0,020900	0,45
Part-to-part	0,735690	4,430010	96,23
Tổng phương sai	0,763213	4,603640	100,00
Số lượng khác biệt = 96			

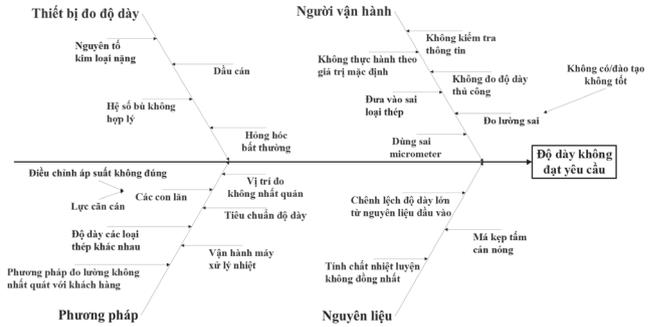


Hình 3.2: Các biến đầu vào chính trong dòng quy trình

#### 3.2. Phân tích quy trình

Từ quy trình, dự án đã xác định các đầu vào chính

trong mỗi bước (Hình 3.2). Thông qua việc xem xét các báo cáo chất lượng của Công ty cũng như quá trình động não và Hình 3.3 cho thấy các yếu tố chính ảnh hưởng đến chất lượng của độ dày.



Hình 3.3: Sơ đồ xương cá của vấn đề độ dày không đạt

### 4. KẾT QUẢ PHÂN TÍCH

#### 4.1. Các yếu tố sàng lọc

Mục tiêu của dự án là giảm thiểu các lỗi liên quan đến độ dày, là biến đổi độ dày lớn và độ dày thừa. Thang điểm từ 1 đến 10 dùng để đánh giá mức độ quan trọng của các yếu tố đối với hai vấn đề về chất lượng là độ dày không đạt chất lượng (hệ số 9) và phương sai lớn (hệ số 5). Trong đó, tổng điểm sẽ được tính theo công thức (1).

$$\text{Tổng điểm} = 5 \times \text{Phương sai lớn} + 9 \times \text{Độ dày không đạt yêu cầu} \quad (1)$$

Với 14 yếu tố có tổng điểm lớn hơn 50 sẽ được chọn làm yếu tố chính (uy tín về Sig Sixma như Khajuria và cộng sự, 2018; Kumaravadivel và cộng sự, 2013), sau đó tiến hành phân tích chế độ lỗi và ảnh hưởng (Failure mode and effects analysis - FMEA) cho các 14 yếu tố chính được trình bày trong Bảng 4.1.

Bảng 4.1. FMEA cho các yếu tố chính

STT	Mục	Lỗi tiềm ẩn	Ảnh hưởng của lỗi	S	Nguyên nhân tiềm ẩn	O	Kiểm soát hiện tại	D	RPN
1	Hệ số bù của thiết bị đo độ dày	Không thể xác định giá trị tốt nhất	Độ dày của sản phẩm không đạt yêu cầu	7	Phương sai báo thiết bị đo bị lỗi	3	N	6	126
2	Độ biến dạng lăn	Không đồng nhất	Độ dày không đạt yêu cầu	3	Thành phần thép và quy trình	7	N	6	126
3	Thành phần C của nguyên liệu	Đo độ dày không chính xác	Độ dày không đạt yêu cầu	6	Kiểm soát quá trình nấu chảy	4	N	4	96
4	Thành phần Cr của nguyên liệu	Đo độ dày không chính xác	Độ dày không đạt yêu cầu	6	Kiểm soát quá trình nấu chảy	4	N	4	96
5	Thành phần Ni của nguyên liệu	Đo độ dày không chính xác	Độ dày không đạt yêu cầu	6	Kiểm soát quá trình nấu chảy	4	N	4	96
6	Các lượt cán	Không chuẩn	Mức độ mỏng không đúng	6	Độ tùy ý mạnh	5	Linh hoạt	3	90
7	Các lượt cán	Không đồng nhất	Độ dày chênh lệch lớn	8	Không tuân theo thiết kế	6	N	3	144
8	Các tham số cán	Giá trị vô lý	Độ dày vượt	9	Thiếu thông số thiết kế	4	Có tham chiếu tạm thời	3	108
9	Tiêu chuẩn độ dày	Nhiều tiêu chuẩn cá nhân	Quản lý quy trình kém	7	Ít tiêu chuẩn	8	N	2	112
10	Nguyên liệu thô hình nôm	Phương sai lớn	Phương sai lớn của độ dày	7	Kiểm soát không chính xác	4	N	4	112



STT	Mục	Lỗi tiềm ẩn	Ảnh hưởng của lỗi	S	Nguyên nhân tiềm ẩn	O	Kiểm soát hiện tại	D	RPN
11	Sửa đổi tham chiếu độ dày	Không phù hợp tiêu chuẩn	Độ dày tham chiếu kém	6	Không hiểu việc xem xét độ dày	5	Đào tạo và kiểm tra	3	90
12	Nguồn điện	Bất thường	Sửa chữa đột xuất	9	Các sự cố thiết bị	1	Sửa tạm thời	8	72
13	Đo độ dày thủ công	Đo lường không chính xác	Đo thực tế không chính xác	7	Thước cặp không chính xác	5	Đào tạo	2	70
14	Yêu cầu của hợp đồng	Không làm theo đơn đặt hàng thô	Độ dày không nhất quán	6	Xử lý sản phẩm không được lên lịch	3	Tăng cường kiểm tra thiết bị	2	36
15	Lực kéo	Không đồng nhất	Mức độ mỏng khác nhau	6	Hình dạng khác nhau của nguyên liệu	4	Chỉ chú ý hình dạng	2	48

Có 10 yếu tố trong số 14 yếu tố có số ưu tiên rủi ro (Risk priority number - RPN) lớn hơn hoặc bằng 90 (cơ sở để chọn lựa 10 yếu tố có RPN lớn hơn 90 dựa trên các nghiên cứu uy tín về Sig Sixma như Khajuria và cộng sự, 2018; Kumaravadivel và cộng sự, 2013). Với số ưu tiên rủi ro được tính như công thức (2).

$$RPN = S \times O \times D \quad (2)$$

Sáu yếu tố sẽ được phân tích bằng các công cụ thống kê trong phần sau. Các yếu tố khác có thể được sửa chữa và cải thiện nhanh chóng bằng các giải pháp đơn giản, vì vậy dự án thực hiện FMEA một lần nữa cho 4 yếu tố này. Về yếu tố tiêu chuẩn độ dày, trường phòng công nghệ - quản lý dự án quyết định cần thực hiện thêm một dự án khác với nguồn nhân lực từ bộ phận kỹ thuật và chất lượng để điều chỉnh tiêu chuẩn độ dày. Kết quả của FMEA thứ hai được trình bày trong *Bảng 4.2*.

**Bảng 4.2. FMEA cải tiến cho quy trình cán nguội**

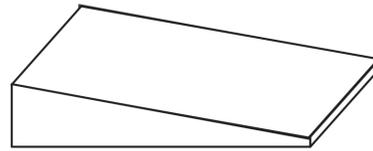
Mục	Chế độ lỗi	Tình trạng hiện tại	PRN trước	Các biện pháp được thực hiện	S	O	D	RPN sau
Các lượt cán	Không chuẩn	Lượng giảm độ dày không rõ ràng	90	Thống nhất độ dày theo các loại thép, đặc điểm kỹ thuật và yêu cầu quy trình	6	2	3	36
Tham số cán	Không đồng nhất	Độ dày không phù hợp với yêu cầu KH	144	Các tham số được thiết kế lại	8	2	3	48
	Những giá trị không hợp lý	Các thông số cán không thực hiện đủ	108	Đào tạo về các tiêu chuẩn độ dày và nhu cầu quy trình	9	2	3	54
Sửa đổi tham chiếu độ dày	Không phù hợp với tiêu chuẩn	Không hiểu độ dày và thực hiện không cách nhất quán	90	Phân loại độ dày và đào tạo lại kiểm soát viên	6	2	3	36
Tiêu chuẩn độ dày	Nhiều tiêu chuẩn bị lặp lại	Có 1379 tiêu chuẩn độ dày và chưa thống nhất	112	Đưa ra tiêu chuẩn mới dựa trên yêu cầu của khách hàng, tiêu chuẩn hiện hành và kinh nghiệm ngành	7	7	2	98

#### 4.2. Phân tích các yếu tố

Trong quá trình tiến hành phân tích nhân tố, tác động của nguyên liệu thô hình nê (RPN=112) và thành phần hóa học (RPN=96) đã được đánh giá. Đánh giá này được thực hiện bằng cách sử dụng các kỹ thuật thống kê nghiêm ngặt, bao gồm Phân tích phương sai một yếu tố (ANOVA) và phân tích hồi quy, để xác định chính xác mức độ ảnh hưởng của chúng. Trong đó, các yếu tố có RPN cao khác là “Hệ số bù của thiết bị đo độ dày” và “Độ biến dạng lần của sản phẩm cuối” (RPN=126), tác giả sẽ xử lý trong một nghiên cứu khác bằng cách áp dụng phương pháp thiết kế thực nghiệm, vì tính phức tạp trong việc thu thập dữ liệu và thực hiện thực nghiệm nên nội dung đó không

được trình bày trong nghiên cứu này.

- Phân tích tác động của nguyên liệu thô hình nê:



**Hình 4.1: Minh họa về hình nê**

Khi độ dày của tấm thép ở một cạnh khác so với cạnh kia sẽ tạo ra hình nê (*Hình 4.1*). Hiện tượng này thường xảy ra sau quá trình cán nóng, do máy cán nóng không phù hợp, bản thân vật liệu cán nóng có hình nê trước khi cán và việc gia nhiệt không đúng về mặt kỹ thuật. *Bảng 4.3* dưới đây cho thấy độ dày tương ứng với từng giá trị nê, trong khi độ dày mục tiêu là 2 mm.

**Bảng 4.3. Độ dày cuộn thép tương ứng với từng giá trị nê**

Nê	0,01	0,05	0,09
Độ dày (mm)	1,850	1,839	1,825
	1,850	1,841	1,824
	1,848	1,841	1,827
	1,850	1,843	1,828
	1,851	1,845	1,830
	1,852	1,836	1,830
	1,852	1,837	1,830
	1,847	1,837	1,830
	1,851	1,839	1,832
	1,849	1,840	1,832

Đặt giả thuyết cho kiểm định giả thuyết:

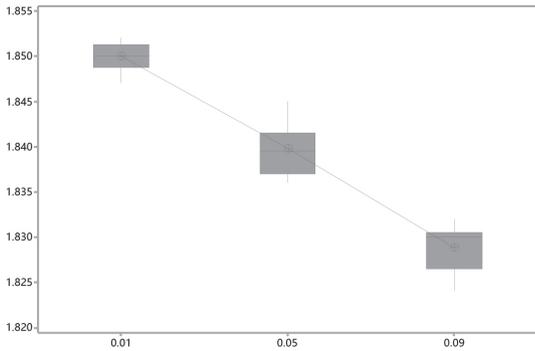
-  $H_0$ : Không có sự khác biệt độ dày có ý nghĩa thống kê cho các giá trị nê khác nhau.

-  $H_1$ : Có sự khác biệt độ dày có ý nghĩa thống kê cho các giá trị nê khác nhau.

Các kết quả thu được từ việc thực hiện ANOVA một yếu tố có thể được thể hiện trong *Bảng 4.4* và sử dụng Boxplot được mô tả trong *Hình 4.2*. Xem xét kỹ lưỡng p-value khi kiểm tra giả thuyết, rõ ràng là mô hình này gần như đạt được p-value bằng không. Do đó, giả thuyết không ( $H_0$ ) đã bị bác bỏ và giả thuyết thay thế ( $H_1$ ) đã được chấp nhận, khẳng định sự thay đổi đáng kể về độ dày cho các giá trị nê riêng biệt. Thông tin quan trọng rút ra từ phân tích toàn diện này chỉ ra giá trị nê tối ưu là 0,01 để duy trì độ dày mục tiêu là 2 mm, do đó đảm bảo kiểm soát chất lượng hiệu quả.

**Bảng 4.4. Kết quả ANOVA một yếu tố**

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj Six Sigma	Adj MS	F-Value	P-Value
Wedge values	2	0,002248	0,001124	185,98	0,000
Error	27	0,000163	0,000006		
Total	29	0,002411			
Model summary					
S	R-sq	R-sq(adj)	95% CI		
0,0024585	93,23%	92,73%	91,64%		
Means					
Factor	N	Mean	StDev	95% CI	
0,01	10	1,85000	0,00163	(1,84849; 1,85160)	
0,05	10	1,83980	0,00282	(1,83820; 1,84140)	
0,09	10	1,82880	0,00274	(1,82720; 1,83040)	
Pooled StDev = 0,00245855					
Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means					
Difference of Levels	Difference of Means	SE of Difference	95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
0,05 - 0,01	-0,01020	0,00110	(-0,01293; -0,00747)	-9,28	0,000
0,09 - 0,01	-0,02120	0,00110	(-0,02393; -0,01847)	-19,28	0,000
0,09 - 0,05	-0,01100	0,00110	(-0,01373; -0,00827)	-10,00	0,000
Individual confidence level = 98,04%					



**Hình 4.2: Boxplot của các giá trị nôm**

- Phân tích hiệu quả thành phần hóa học:

Một phân tích chuyên sâu đã được tiến hành trên dữ liệu liên quan đến một loại thép cụ thể được đặc trưng bởi các ngưỡng thành phần hóa học chính xác. Mỗi nguyên tố hóa học cấu thành bị giới hạn ở hàm lượng carbon  $\leq 0,08\%$ , crom  $18,0\% - 20,0\%$  và niken  $8,0\% - 10,5\%$ . Phân tích tập trung vào mẫu thép có độ dày mục tiêu là 1 mm nhằm điều tra toàn diện ảnh hưởng của thành phần hóa học đối với độ dày. Kết từ phân tích hồi quy chi tiết đã tiết lộ mối quan hệ sâu sắc giữa thành phần hóa học và độ dày được trình bày chi tiết trong Bảng 4.5.

Phân tích sâu hơn cho thấy p-value của Crom và Niken lần lượt là 0,084 và 0,119, nghĩa là hai nguyên tố này không ảnh hưởng đến độ dày. Ngược lại, p-value của carbon gần bằng không, cho thấy ảnh hưởng đáng kể đến độ dày. Thực tế, khi tăng hàm lượng của carbon thường tăng độ cứng của thép, khiến quá trình cản trở nên khó khăn. Tuy nhiên, việc kiểm soát tốt tỷ lệ carbon trong phạm vi  $\leq 0,08\%$  sẽ mang lại kết quả tốt về độ dày. Mô hình hồi quy được trình bày tại công thức (3).

Phân tích hồi quy: Độ dày so với C, Ni, Cr

$$\text{Độ dày} = 2,93 + 0,690 \times C - 0,117 \times \text{Ni} - 0,0573 \times \text{Cr} \quad (3)$$

**Bảng 4.5. Phân tích hồi quy: Độ dày so với C, Ni, Cr**

#### Model summary

S	R-sq	R-sq(adj)
0,0162881	82,4%	89,3%

#### Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
Constant	2,93	0,1945	15,06	0,000
C	0,69	0,1612	4,28	0,000
Ni	-0,117	0,0745	-1,57	0,119
Cr	-0,0573	0,0329	-1,74	0,084

## 5. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Bài báo đã cung cấp một cái nhìn sâu sắc về việc áp dụng phương pháp Six Sigma trong việc xác định và phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến độ dày của sản phẩm thép không gỉ tại Công ty A. Cụ thể, việc kiểm soát chặt chẽ hình nôm của nguyên liệu thô và tỷ lệ carbon trong thành phần hóa học là hai yếu tố quan trọng để đảm bảo độ dày sản phẩm. Kết quả của nghiên cứu không chỉ cung cấp cho Công ty A một hướng đi cụ thể trong việc cải thiện chất

lượng sản phẩm, mà còn mang lại những kiến thức quý giá cho các doanh nghiệp khác trong ngành thép.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Bách khoa TP. Hồ Chí Minh, VNU-HCM theo mã số SVKSTN-2023 CK-16.

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. Deming, W. E. (2018), *The new economics - for industry, government, education*, Cambridge: Massachusetts institute of technology.
- [2]. Khajuria, A., Raina, A., Singh, M. P. (2018), *Application of DMAIC six sigma principle in ther-moforming for improving rate of production*, International journal for research in mechanical & civil engineering 4(1), 13-22.
- [3]. Kumaravadivel, A., Natrajan, U. (2013), *Application of Six-Sigma DMAIC methodology to sand-casting process with response surface methodology*, International Journal of Advanced Manufac-turing Technology 69(5-8), 1403-1420.
- [4]. Okwu, M. O., Enarevba, D. R., Tartibu, L. K., Oyejide, O. J., & U-Dominic, C. M. (2021), *Six sigma as a strategy for process improvement in industry 4.0*, In Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, pp.1072-1083.
- [5]. Pereira, A. M., Silva, M. R., Domingues, M. A., Sá, J. C. (2019), *Lean six sigma approach to improve the production process in the mould industry: a case study*, Quality Innova-tion Prosperi-ty 23(3), 103-121.
- [6]. Sharma, R., Gupta, P., Saini, V. (2018), *Sixsigma DMAIC Methodology Implementation in Au-tomobile industry: a case study*, Journal of Manufacturing Engineering 13(1), 042-050.
- [7]. Smfótkowska, M., Mrugalska, B. (2018), *Using six sigma DMAIC to improve the quality of the production process: a case study*, Procedia-social and behavioral sciences 238(3), 590-596.
- [8]. Trehan, R., Gupta, A., Handa, M. (2019), *Implementation of Lean Six Sigma framework in a large-scale industry: a case study*, International journal of six sigma and competitive advantage 11(1), 23-41.
- [9]. Viet Dragon Securities Corporation, <https://vds.com.vn/dang-nhap?returnUrl=%2Ftrung-tam-phan-tich%2Fbao-cao-chien-luoc%2Fbao-cao-chien-luoc-nam>, last accessed 29/10/2023.
- [10]. Vietnam News, <https://vietnamnet.vn/en/steel-producers-face-gloomy-business-results-despite-huge-potential-2073167.html>, last accessed 18/8/2023.

Ngày nhận bài: 29/7/2024

Ngày nhận bài sửa: 15/8/2024

Ngày chấp nhận đăng: 29/8/2024

# Tác động của cảm nhận rủi ro đến ý định sử dụng xe máy điện đối với người cao tuổi ở Hà Nội

■ PGS. TS. NGUYỄN MINH HIẾU<sup>(\*)</sup>; TS. HÀ THANH TÙNG; BÙI THÙY TRINH

Trường Đại học Giao thông vận tải

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

**TÓM TẮT:** Người cao tuổi là đối tượng ngày càng chiếm tỷ trọng lớn trong cơ cấu dân số hiện nay. Do đó, hiểu và có các chính sách phù hợp để tạo thuận lợi cho việc đi lại của nhóm đối tượng này đóng vai trò quan trọng trong việc xây dựng và phát triển đô thị. Nghiên cứu này tập trung vào phân tích các rủi ro cảm nhận tác động như thế nào đến ý định sử dụng xe máy điện của người cao tuổi ở Hà Nội. Kết quả chỉ ra rằng không phải tất cả các yếu tố rủi ro đều tác động đến ý định lựa chọn xe máy điện. Việc hiểu các yếu tố tác động và không tác động có ý nghĩa quan trọng trong việc đưa ra các giải pháp phù hợp để tăng cường sự phổ biến của xe máy điện đối với người cao tuổi.

**TỪ KHÓA:** Người cao tuổi, xe máy điện, ý định sử dụng, an toàn, Hà Nội.

**ABSTRACT:** Older adults account for an increasing share in the current population. Therefore, the sufficient understanding and formulating the solutions and strategies to satisfy travel demand of this subject play an important role in urban development. This study focuses on the different components of perceived risks of using electric motorcycles for the older persons in Hanoi. The findings highlight that not all risk types affect the intention to adopt electric motorcycles. The knowledge on the significant factors and insignificant ones is critical to adopt solutions to foster this mode among the elderly.

**KEYWORDS:** Older adults, electric motorcycles, adoption intention, safety, Hanoi.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhiều quốc gia trên thế giới đã ủng hộ và thúc đẩy việc điện hóa các phương tiện giao thông để giảm tác động tiêu cực của phương tiện giao thông cá nhân sử

dụng động cơ đốt trong. Mục tiêu chính của hầu hết các chính sách điện hóa là giảm mức độ ô nhiễm không khí và giảm thiểu biến đổi khí hậu bằng cách tăng cường việc sử dụng năng lượng tái tạo bằng điện.

Ở các nước có thu nhập thấp và trung bình (LMICs), xe máy chiếm một tỷ lệ lớn trong cơ cấu phương tiện đi lại. Việc chuyển từ xe máy chạy bằng xăng sang xe máy điện có thể làm giảm đáng kể ô nhiễm không khí và khí thải. Một số quốc gia châu Á đang nỗ lực để xuất các ưu đãi hỗ trợ sự phát triển của ngành công nghiệp xe máy điện.

Người cao tuổi là nhóm người có sự hạn chế hay giảm sút về mặt thể lực. Điều này dẫn đến việc họ gặp khó khăn trong việc đi lại và lựa chọn các phương tiện cơ giới truyền thống, như xe máy. Thay vào đó, người cao tuổi có xu hướng nghĩ về xe máy điện như một giải pháp thay thế vì loại phương tiện này thân thiện với môi trường, nhẹ và phù hợp với đặc tính sử dụng của người cao tuổi. Tuy nhiên, việc sử dụng loại xe này có thể không được chấp nhận bởi người cao tuổi do những rủi ro họ có thể gặp phải khi sử dụng. Chính vì vậy, nghiên cứu về cảm nhận rủi ro giữa nhóm đối tượng có và không có ý định sử dụng xe điện là cần thiết.

## 2. MÔ HÌNH NGHIÊN CỨU

Rủi ro cảm nhận đề cập đến nhận thức của người tiêu dùng về bản chất và mức độ rắc rối khi suy nghĩ về một quyết định mua hàng cụ thể (Cox and Rich, 1964). Nó xuất phát từ sự không chắc chắn của người tiêu dùng về kết quả có thể xảy ra, đặc biệt là những mất mát và tổn thất, khi thực hiện hành vi mục tiêu (Ostlund, 1974). Như vậy, rủi ro nhận thức trong bối cảnh nghiên cứu này có thể được định nghĩa là sự đánh giá chủ quan của một cá nhân về tổn thất tiềm năng liên quan đến việc sử dụng xe máy điện. Nghiên cứu này xem xét 8 loại rủi ro cảm nhận, cụ thể như sau:

(1) Rủi ro tai nạn: Trong khi mức độ tiếng ồn (rất) thấp là một lợi thế đáng chú ý của xe điện, nó cũng có thể đóng vai trò như một yếu tố rủi ro mới cho ATGT (Pardo-Ferreira et al., 2020). Tiếng động cơ của xe máy điện và tiếng động từ ma sát giữa lốp xe và bề mặt đường nhỏ đến nỗi những người lái xe khác và người đi bộ có thể không nhận

ra những chiếc xe điện đang đến gần, dẫn đến nguy cơ va chạm cao (Doward, 2018). Một báo cáo kỹ thuật nhấn mạnh sự gia tăng 54% trong chấn thương đối với người đi bộ trong các vụ tai nạn liên quan đến xe điện từ năm 2012 đến năm 2013 ở Anh (Kennedy, 2019).

(2) **Rủi ro về phạm vi hoạt động:** Do hạn chế của cơ sở hạ tầng sạc, người lái xe luôn chú ý đến phạm vi mà xe của họ có thể chạy để tránh bị hết điện trên đường. Nhiều nhà sản xuất như Tesla và liên minh Renault-Nissan đã nỗ lực rất nhiều để tăng khoảng cách tối đa một chiếc xe điện có thể chạy với một lần sạc đầy, từ đó giảm bớt mối quan tâm về phạm vi hoạt động (Kim et al., 2017). Tuy nhiên, nhiều nghiên cứu định tính và định lượng đã xác nhận những tác động bất lợi của rủi ro lo lắng về phạm vi đối với sự chấp nhận sử dụng xe điện (Coffman et al., 2017).

(3) **Rủi ro nổ và cháy:** Là một công nghệ đang trưởng thành, xe điện có thể liên quan đến những cân nhắc an toàn lớn của việc cháy nổ (Sun et al., 2020). Xảy ra cháy có thể là hậu quả của lỗi vận hành hoặc va chạm giao thông trong khi hỏng pin có thể giải phóng khí độc, thậm chí còn dẫn đến cháy nổ (Christensen et al., 2021). Nguy cơ cháy của xe máy điện đã được báo cáo ít hơn so với ô tô điện, tuy nhiên, nó ngày càng rõ ràng hơn (Michael, 2021).

(4) **Rủi ro về quyền riêng tư:** Mối quan tâm về sự riêng tư là một khía cạnh của nguy cơ được phát triển bởi Featherman and Pavlou (2003) và được định nghĩa là khả năng mất kiểm soát đối với thông tin cá nhân, sau đó có thể được sử dụng mà không có sự cho phép, thậm chí là cho mục đích bất hợp pháp (ví dụ: giao dịch gian lận hoặc bán thông tin bí mật). Các nhà sản xuất và đại lý bán hàng yêu cầu người tiêu dùng xe máy điện cung cấp thông tin cá nhân chi tiết để hỗ trợ khách hàng. Tuy nhiên, tại các nước đang phát triển, thông tin của khách hàng có thể bị đánh cắp, sử dụng hoặc thậm chí bán mà không có sự cho phép.

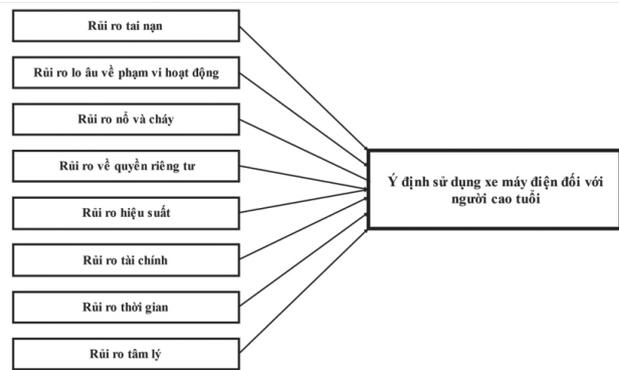
(5) **Rủi ro hiệu suất:** Liên quan đến sự mất mát do kết quả của dịch vụ hoặc sản phẩm mua không thể thực hiện và hoạt động như mong đợi (Kushwaha and Shankar, 2013). Hiệu suất của xe điện, có thể được đại diện bởi công suất động cơ, tăng tốc và tốc độ tối đa, được biết đến rộng rãi là nhỏ hơn so với những chiếc xe thông thường. Các thông số chính xác về hiệu suất của xe điện hầu như không có sẵn trong thực tế, người lái xe có xu hướng đánh giá thấp hoạt động của xe điện.

(6) **Rủi ro tài chính:** Liên quan đến việc mất tiền do một quyết định mua hàng không chính xác (Kushwaha and Shankar, 2013). Là một công nghệ mới nổi (thay vì đã hoàn thiện) ở các nước đang phát triển, tổng chi phí sở hữu và sử dụng xe máy điện tương đối cao, thêm vào đó là tiềm ẩn chi phí phát sinh ngoài dự kiến, đặc biệt là liên quan đến pin, mà không được bảo hiểm chi trả. Do việc sử dụng xe điện còn chưa phổ biến hiện nay, việc cung cấp các dịch vụ liên quan như bảo trì hoặc sửa chữa không thể đạt được lợi thế quy mô, do đó gây khó khăn trong việc đưa ra mức giá hợp lý.

(7) **Rủi ro thời gian:** Để cập đến khả năng mất thời gian

xảy ra do việc đưa ra quyết định mua sắm sai lầm. Vấn đề về thời gian sạc có thể trở nên nghiêm trọng hơn ở các nước đang phát triển, nơi mà tình trạng mất điện thường xảy ra do khủng hoảng điện. Ngoài ra, người sử dụng xe máy điện có thể mất thời gian khi chờ dịch vụ bảo trì và sửa chữa, hiện đang được cung cấp ở quy mô nhỏ.

(8) **Rủi ro tâm lý:** Liên quan đến những tác động bất lợi của việc mua một dịch vụ hoặc sản phẩm đối với sự an tâm, hình ảnh bản thân hoặc tính cách của người tiêu dùng. Việc lựa chọn phương thức di chuyển mới với nhiều lo ngại liên quan từ công chúng có thể khiến người dùng cảm thấy dễ bị rập khuôn. Một số nghiên cứu trước đây cho thấy sự hiện diện của cảm xúc tiêu cực (ví dụ lo lắng) khi đối mặt với các vấn đề kỹ thuật của việc sử dụng xe điện (Viola, 2021).



Hình 2.1: Mô hình nghiên cứu

### 3. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Dữ liệu của nghiên cứu này được thu thập trong năm 2023 dựa trên phương pháp phỏng vấn trực tiếp đối với những người cao tuổi ở Hà Nội. Bảng câu hỏi được xây dựng dựa trên các thang đo về các loại rủi ro được nêu trên. Người được hỏi được yêu cầu cho biết mức độ đồng ý với các phát biểu về rủi ro dựa trên đo Likert 5 cấp độ từ Hoàn toàn không đồng ý (1 điểm) đến Hoàn toàn đồng ý (5 điểm). Kết thúc cuộc khảo sát đã thu thập được 440 phiếu (20 phiếu lỗi và 420 phiếu phù hợp). Sử dụng thuật toán ANOVA phân tích chuyên sâu với 420 phiếu để xem xét có sự khác biệt đáng kể về mặt thống kê giữa nhóm có ý định và nhóm không có ý định (hay không) đối với từng yếu tố rủi ro cảm nhận.

### 4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Xét về yếu tố rủi ro tai nạn, những người không có ý định sử dụng sẽ có cảm nhận về mức độ rủi ro cao hơn hẳn những người có ý định (3,86 so với 3,285). Lý do là vì phương tiện điện tạo ra ít, thậm chí là không có âm thanh khi di chuyển khiến người tham gia giao thông khác không cảm nhận được phương tiện đang đến gần và điều này có thể làm gia tăng TNGT liên quan đến những người đi bộ hoặc người đi xe đạp.

Yếu tố rủi ro về phạm vi hoạt động cũng có ý nghĩa thống kê lớn vì số người có ý định sử dụng đồng ý mức độ

rủi ro liên quan đến phạm vi hoạt động thấp hơn người không có ý định (3,385 so với 3,815). Những người đồng ý nghĩ rằng xe máy điện có thể không đủ năng lượng để đi quãng đường dài và nếu hết pin giữa đường và để bổ sung pin cũng rất khó khăn.

Sự quan ngại về mức độ cháy nổ ở hai nhóm đối tượng (người có ý định và người không có ý định) gần như bằng nhau (3,395 và 3,38) và không có sự khác biệt về mặt thống kê.

Bên cạnh đó, sự khác biệt về rủi ro liên quan đến quyền riêng tư cũng không có ý nghĩa thống kê, mức độ đồng ý của người có ý định và không có ý định sử dụng chênh lệch nhau không quá nhiều (2,515 so với 2,595).

Những người không có ý định có mức độ đồng ý rằng xe máy điện có yếu tố rủi ro liên quan đến hiệu suất cao hơn so với người có ý định (3,81 so với 3,34) và sự khác biệt này có ý nghĩa thống kê. Họ đưa ra lý do rằng xe máy điện

hoạt động không tốt bằng xe máy thông thường (tốc độ thấp, công suất ít hơn) và điều này gây khó khăn đáng kể cho chuyến đi của họ.

Yếu tố rủi ro liên quan đến tài chính cũng có ý nghĩa thống kê. Những người có ý định sử dụng xe máy điện thể hiện quan điểm nhất trí với rủi ro này cao hơn hẳn những người không có ý định (3,95 so với 3,25). Chi phí sửa chữa và bảo dưỡng xe điện được cho rằng cao và tốn kém hơn so với kỳ vọng của họ.

Rủi ro về thời gian được đánh giá là yếu tố không có ý nghĩa thống kê khi mà mức độ đồng ý của người có ý định gần như tương đương với người không có ý định.

Cuối cùng là yếu tố rủi ro tâm lý cũng được đánh giá là có ý nghĩa thống kê bởi tỷ lệ đồng ý của hai nhóm đối tượng (người có ý định và không có ý định) có sự chênh lệch rõ ràng (3,5 so với 3,895).

**Bảng 4.1. Kết quả của đo lường các loại rủi ro giữa các nhóm đối tượng**

Các loại rủi ro	Điểm		Ý nghĩa thống kê
	Có ý định	Không có ý định	
<b>Rủi ro tai nạn</b>	3,285	3,86	*
Phương tiện điện tạo ra ít hoặc không có âm thanh khi di chuyển nên người tham gia giao thông xung quanh không cảm nhận được phương tiện đang đến gần.	3,24	3,94	
Mức độ tiếng ồn thấp do xe điện tạo ra có thể làm gia tăng TNGT liên quan đến những người tham gia giao thông dễ bị tổn thương (người đi bộ, người đi xe đạp).	3,33	3,78	
<b>Rủi ro về phạm vi hoạt động</b>	3,385	3,815	*
Xe máy điện có thể không đủ năng lượng để đi đến điểm cuối cùng.	3,35	3,88	
Xe máy điện có thể hết điện và không tìm được trạm sạc kịp thời để bổ sung pin.	3,42	3,75	
<b>Rủi ro nổ và cháy</b>	3,395	3,38	-
Xe máy điện dễ bắt lửa hơn xe máy thông thường.	3,44	3,34	
Ắc-quy xe máy điện có thể cháy khi hư hỏng, sạc quá mức hoặc để ở nhiệt độ cao.	3,35	3,42	
<b>Rủi ro về quyền riêng tư</b>	2,515	2,595	-
Việc sử dụng xe máy điện có thể không bảo vệ được thông tin cá nhân của tôi (ví dụ: số thẻ tín dụng, số điện thoại, địa chỉ...).	2,58	2,66	
Thông tin cá nhân (ví dụ: số thẻ tín dụng, số điện thoại, địa chỉ...) khi sử dụng xe máy điện có thể bị người khác đánh cắp.	2,45	2,53	
<b>Rủi ro hiệu suất</b>	3,34	3,81	*
Xe máy điện dường như không hoạt động tốt bằng xe máy thông thường (tốc độ thấp, công suất thấp hơn).	3,45	3,77	
Xe máy điện có thể hoạt động không tốt và gây khó khăn cho chuyến đi của tôi.	3,23	3,85	
<b>Rủi ro tài chính</b>	3,25	3,95	*
Chi phí sửa chữa, bảo dưỡng xe điện có thể sẽ rất cao.	3,12	3,78	

Việc sửa chữa, bảo dưỡng xe điện có thể sẽ tốn kém hơn tôi tưởng.	3,38	4,12	
<b>Rủi ro thời gian</b>	3,515	3,655	-
Việc sửa chữa, bảo dưỡng xe điện có thể mất nhiều thời gian hơn do thiếu kỹ thuật viên đủ tay nghề.	3,46	3,56	
Nếu sử dụng xe máy điện, tôi sẽ tốn nhiều thời gian hơn (do sạc pin).	3,57	3,75	
<b>Rủi ro tâm lý</b>	3,5	3,895	*
Việc sử dụng xe máy điện sẽ khiến tôi bị tổn thương tâm lý.	3,44	3,91	
Sử dụng xe máy điện khiến tôi cảm thấy lo lắng.	3,56	3,88	

Kết quả nghiên cứu chỉ ra những người không có ý định sử dụng xe máy điện sẽ bị ảnh hưởng mạnh hơn đáng kể bởi cảm nhận về sự rủi ro tai nạn, phạm vi hoạt động, hiệu suất và tài chính. Yếu tố rủi ro về cháy nổ dường như không tác động đáng kể vì các xe máy điện hiện nay hiếm khi gặp vấn đề này. Tương tự, rủi ro về quyền riêng tư cũng không có sự khác biệt giữa nhóm có ý định và không có ý định. Điều này có thể được giải thích là vì việc sử dụng xe điện không đòi hỏi quá nhiều thông tin cá nhân và tương tự với việc mua và sở hữu xe máy thường. Rủi ro về thời gian cũng là yếu tố có sự tác động dường như rất nhỏ khi cảm nhận của yếu tố này giữa người có và không có ý định là có sự khác biệt không đáng kể. Điều này có thể được giải thích là do việc sạc điện cho xe máy điện tương đối dễ dàng và không đòi hỏi nhiều thời gian.

## 5. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày một cách khoa học và chi tiết về sự tác động của các yếu tố rủi ro có thể ảnh hưởng đến ý định sử dụng xe máy điện của người cao tuổi. Kết quả chỉ ra rằng không phải tất cả các yếu tố rủi ro đều tác động đến ý định lựa chọn xe máy điện. Việc hiểu các yếu tố tác động và không tác động có ý nghĩa quan trọng trong việc đưa ra các giải pháp phù hợp để tăng cường sự phổ biến của xe máy điện đối với người cao tuổi. Tuy nhiên, đây chỉ là một nghiên cứu dựa trên mẫu ở Hà Nội và kết quả nghiên cứu có thể không hoàn toàn đại diện cho các đô thị khác ở Việt Nam.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) trong Đề tài mã số 507.04-2021.04.

## Tài liệu tham khảo

[1]. Christensen, P.A., Anderson, P.A., Harper, G.D.J., Lambert, S.M., Mrozik, W., Rajaeifar, M.A., Wise, M.S., Heidrich, O. (2021), *Risk management over the life cycle of lithium-ion batteries in electric vehicles*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 148, 111240, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111240>.

[2]. Coffman, M., Bernstein, P., Wee, S. (2017), *Electric vehicles revisited: a review of factors that affect adoption*, *Transport Reviews* 37, 79-93, <https://doi.org/10.1080/01441647.2016.1217282>.

[3]. Cox, D.F., Rich, S.U. (1964), *Perceived Risk and Consumer Decision-Making-The Case of Telephone Shopping*, *Journal of Marketing Research* 1, 32-39, <https://doi.org/10.1177/002224376400100405>.

[4]. Doward, J. (2018), *New law to tackle electric cars' silent menace to pedestrians*, *The Observer*.

[5]. Featherman, M.S., Pavlou, P.A. (2003), *Predicting e-services adoption: a perceived risk facets perspective*, *International Journal of Human-Computer Studies*, Zhang and Dillon Special Issue on HCI and MIS 59, 451-474, [https://doi.org/10.1016/S1071-5819\(03\)00111-3](https://doi.org/10.1016/S1071-5819(03)00111-3).

[6]. Kennedy, H. (2019), *Electric vehicles: A silent danger for employers?* *WorkNest*, URL: <https://worknest.com/blog/electric-vehicles-a-silent-danger-for-employers/> (accessed 7.23.22).

[7]. Kim, S., Lee, J., Lee, C. (2017), *Does Driving Range of Electric Vehicles Influence Electric Vehicle Adoption?* *Sustainability* 9, 1783, <https://doi.org/10.3390/su9101783>.

[8]. Kushwaha, T., Shankar, V. (2013), *Are Multichannel Customers Really more Valuable? The Moderating Role of Product Category Characteristics*, *Journal of Marketing* 77, 67-85, <https://doi.org/10.1509/jm.11.0297>.

[9]. Michael (2021), *Why do electric motorcycles catch fire?* [WWW Document]. *Vida de dos ruedas*. URL <https://gijonmotoweekend.com/en/bez-rubriki/Why-do-electric-motorcycles-catch-fire%3F.html> (accessed 7.23.22).

[10]. Ostlund, L.E. (1974), *Perceived Innovation Attributes as Predictors of Innovativeness*, *Journal of Consumer Research* 1, 23-29, <https://doi.org/10.1086/208587>.

[11]. Pardo-Ferreira, M.C., Torrecilla-García, J.A., Heras-Rosas, C. de las, Rubio-Romero, J.C. (2020), *New Risk Situations Related to Low Noise from Electric Vehicles: Perception of Workers as Pedestrians and Other Vehicle Drivers*, *Int J Environ Res Public Health* 17, 6701, <https://doi.org/10.3390/ijerph17186701>.

[12]. Sun, P., Bisschop, R., Niu, H., Huang, X. (2020), *A Review of Battery Fires in Electric Vehicles*, *Fire Technol* 56, 1361-1410, <https://doi.org/10.1007/s10694-019-00944-3>.

Ngày nhận bài: 04/7/2024

Ngày nhận bài sửa: 12/8/2024

Ngày chấp nhận đăng: 23/8/2024

# Nghiên cứu an toàn đối với vận tải hành khách công cộng bằng xe buýt dưới góc độ quy định về tốc độ

■ GS. TS. TỬ SỸ SÙA<sup>(\*)</sup>; PGS. TS. NGUYỄN MINH HIẾU

Trường Đại học Giao thông vận tải

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

**TÓM TẮT:** Vận tải hành khách công cộng (VTHKCC) bằng xe buýt đóng vai trò quan trọng trong phát triển đô thị thể hiện qua việc một hệ thống VTHKCC tốt sẽ góp phần làm giảm sử dụng phương tiện cá nhân, qua đó giúp hạn chế ùn tắc giao thông, TNGT và ô nhiễm môi trường. Một trong những vấn đề phức tạp và khó khăn nhất trong phát triển VTHKCC bằng xe buýt là an toàn. Bài báo trình bày các nội dung về đặc điểm của VTHKCC bằng xe buýt, kinh nghiệm quốc tế trong quy định tốc độ của xe buýt, từ đó đề xuất các giải pháp để quy định tốc độ của loại hình này đối với trường hợp của buýt Hà Nội.

**TỪ KHÓA:** Tốc độ giới hạn, xe buýt, an toàn, Hà Nội.

**ABSTRACT:** The public transport using the bus plays an important role in developing urban areas since it can contribute to the reduction in the use of private vehicles, thus lessening traffic congestion, traffic crashes and environmental pollution. One of the most serious and complicated issues for the bus-based public transport development is safety. The current paper presents the characteristics of the public transport, international lessons on speed limit, in order to suggest regulations on the speed limit for the case of Hanoi bus.

**KEYWORDS:** Speed limit, the bus, safety, Hanoi.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

VTHKCC bằng xe buýt đóng vai trò quan trọng trong phát triển đô thị thể hiện qua việc một hệ thống VTHKCC tốt sẽ góp phần làm giảm sử dụng phương tiện cá nhân, qua đó giúp hạn chế ùn tắc giao thông, TNGT và ô nhiễm môi trường. Tại các nước đang phát triển, chính quyền đô thị ngày càng nhìn nhận đầy đủ và quyết liệt hơn vai trò của VTHKCC trong quá trình đô thị hóa. Tuy nhiên, phát

triển VTHKCC tại các nước này còn gặp nhiều hạn chế do thiếu kinh phí đầu tư cho hệ thống đường sắt... Chính vì thế, xe buýt vẫn đóng vai trò chủ đạo trong đáp ứng nhu cầu đi lại của người dân.

Tại Hà Nội, hệ thống xe buýt được đánh giá là kiểu mẫu và tốt nhất cả nước, tuy nhiên cũng giống như các nước khác, hệ thống xe buýt ở đây hiện đang gặp những vấn đề về quản lý tốc độ. Theo đó, các xe buýt có thể chạy tốc độ cao gần tương đương với xe khách trên các tuyến quốc lộ. Điều này dẫn tới tiềm ẩn nguy cơ về mất ATGT khi các xe buýt vào điểm và phanh, tăng tốc tại các điểm đón, trả khách. Bài báo tập trung vào việc đưa ra các kinh nghiệm về quy định giới hạn tốc độ đối với VTHKCC bằng xe buýt trên thế giới và đề xuất một số giải pháp đối với trường hợp của của Hà Nội, Việt Nam.

## 2. ĐẶC ĐIỂM CỦA VTHKCC BẰNG XE BUÝT

- Các tuyến VTHKCC thường có cự ly tuyến ngắn hoặc trung bình (dưới 50 km), khoảng cách giữa các điểm dừng đón, trả khách nhỏ (trung bình từ 400 - 600 m) nên xe phải dừng và tăng tốc thường xuyên. Điều đó đòi hỏi xe cần có tính năng động lực và gia tốc cao [1, 2];

- Chi phí vận tải lớn, đặc biệt là về chi phí nhiên liệu và các chi phí cố định khác;

- Phương tiện đòi hỏi phải thông thoáng, tiện nghi với hệ thống cơ sở hạ tầng phụ trợ (điểm dừng, nhà chờ, làn dành riêng) tương xứng;

- Để phù hợp với điều kiện giao thông trong thành phố, phương tiện có kích thước thường nhỏ hơn so với cùng loại dùng trong vận tải đường dài;

- Xe có cấu tạo cửa và số cửa, bậc lên xuống và số bậc lên xuống, các thiết bị phụ trợ khác đảm bảo cho hành khách lên xe, xuống xe nhanh chóng, liên tục, an toàn;

- Phương tiện thường đòi hỏi cao về việc đảm bảo vệ sinh môi trường.

## 3. HIỆN TRẠNG VTHKCC BẰNG XE BUÝT TẠI HÀ NỘI

\* Mạng lưới VTHKCC bằng xe buýt: Gồm 132 tuyến buýt được trợ giá, tiếp cận đến 30/30 quận, huyện, thị xã (đạt 100%); 446/584 số xã, phường thị trấn (đạt 76,4%).

\* Điểm dừng đón trả khách: Toàn mạng lưới xe có 3.123 điểm (1.297 điểm dừng thuộc phạm vi các quận nội thành,

chiếm 41%; 1.826 điểm dừng nằm tại các huyện ngoại thành, chiếm 59%). Hiện mới chỉ có 365 điểm dừng có nhà chờ xe buýt, chiếm 12%.

\* **Điểm đầu cuối:** Quỹ đất dành cho điểm đầu cuối xe buýt hiện nay thiếu trầm trọng, hiện toàn mạng có 96 điểm đầu cuối xe buýt. Điểm đầu cuối có tính chất ổn định, được đầu tư cơ sở hạ tầng cơ bản gồm 28 điểm (30%): 11 điểm tại các bến xe khách; 17 điểm được đầu tư cải tạo dành riêng cho xe buýt.

\* **Các điểm trung chuyển xe buýt:** Mạng lưới xe buýt Hà Nội hiện có 6 điểm trung chuyển xe buýt trong nội đô và 6 điểm trung chuyển ở các bến xe liên tỉnh. Các điểm trong nội đô tập trung chủ yếu ở phía Tây (Nhổn, Cầu Giấy, Hoàng Quốc Việt, Nam Thăng Long) và khu vực trung tâm Thành phố (Long Biên, Trần Khánh Dư) đang khai thác khá hiệu quả.

\* **Cơ cấu đoàn phương tiện:** Gồm 1.915 xe và đảm bảo tốt yêu cầu đối với xe buýt đô thị. Về cơ cấu: Hầu hết là các xe có sức chứa trung bình (41 - 60 chỗ, chiếm 66,48%) và sức chứa lớn (>60 chỗ, chiếm 25,27%), số lượng xe buýt sức chứa nhỏ (dưới 40 chỗ) chiếm tỷ lệ thấp (8,26%).

\* **Đánh giá tình hình tai nạn:** Trong giai đoạn 2015 - 2019, có 529 vụ tai nạn được ghi nhận với các thông tin cụ thể. Theo đó, xe buýt hạng trung có sức chứa 40 - 60 chỗ đa phần liên quan đến các vụ va chạm trên đường (76,9%), trong khi xe buýt lớn chiếm tỷ lệ tai nạn ít nhất (9,3%). Khoảng 40% các vụ tai nạn xảy ra trong điều kiện trời mưa. Gần một nửa (46,7%) và 34,4% được ghi nhận trong điều kiện ánh sáng đầy đủ (tức là ngày và đêm có ánh sáng). Khoảng 20% diễn ra ở những nơi thiếu hoặc không có ánh sáng. Hầu hết các vụ tai nạn xảy ra ở mật độ giao thông bình thường (50,5%) và dày đặc (38%). Các khu vực tai nạn chủ yếu liên quan đến các quận trung tâm (52,4%) và vùng ngoại thành (36,3%). Về đặc điểm đường bộ, tai nạn xảy ra nhiều hơn ở đường có 1 - 2 làn xe (76,6%), đường thẳng (66%) và đường hai chiều không có dải phân cách (52,4%). Các vụ va chạm trực diện chiếm tỷ lệ phần trăm lớn nhất (40,5%), tiếp theo là va chạm từ đằng sau (34,4%) và va chạm từ bên cạnh (25,1%). Số liệu thống kê chỉ ra rằng có nhiều vụ tai nạn (55%) liên quan đến xe máy, phương tiện phổ biến ở Hà Nội. Ngược lại, chỉ một ít các vụ tai nạn (6,2%) là có liên quan đến người đi bộ.

Số vụ tai nạn và mức độ nghiêm trọng có mối quan hệ tỷ lệ nghịch với nhau. Các vụ tai nạn nhẹ hoặc chỉ gây thiệt hại về tài sản chiếm 60%, gấp đôi con số về số vụ có người bị thương và phải nhập viện (31,2%). Các vụ tai nạn gây tử vong chiếm 8,3% các vụ tai nạn. Khi phân tích kỹ hơn các vụ tai nạn theo mức độ nghiêm trọng có thể thấy rằng tai nạn nghiêm trọng (có thương tích hoặc tử vong) có tỷ lệ xuất hiện cao hơn khi mật độ giao thông thưa thớt, buổi tối - khi các lái xe buýt thường cho xe chạy tốc độ cao (thậm chí quá quy định cho phép).

**Bảng 3.1. Đặc điểm các vụ tai nạn xe buýt giai đoạn 2015 - 2019**

Biến		Tần số	%
Sức chứa xe buýt (cả chỗ đứng và chỗ ngồi)	Nhỏ (dưới 40 chỗ)	73	13,8
	Trung bình (40 - 60 chỗ)	407	76,9
	Lớn (80 - 90 chỗ)	49	9,3

Thời tiết	Bình thường	314	59,4
	Mưa	215	40,6
Ánh sáng	Ban ngày	247	46,7
	Ban đêm có ánh sáng	182	34,4
	Ban đêm không có ánh sáng hoặc ánh sáng yếu	100	18,9
Mật độ giao thông	Thưa thớt	61	11,5
	Bình thường	267	50,5
	Dày đặc	201	38,0
Khu vực	Các quận trung tâm	277	52,4
	Ngoại thành	192	36,3
	Nông thôn	60	11,3
Làn đường mỗi chiều	1 - 2 làn	405	76,6
	≥ 3 làn	124	23,4
Hướng tuyến đường	Thẳng	349	66,0
	Cong	180	34,0
Loại đường	Một chiều hoặc hai chiều có rào chắn vật lý	252	47,6
	Hai chiều không có rào chắn vật lý	277	52,4
Cách thức va chạm	Trực diện	214	40,5
	Từ bên cạnh	133	25,1
	Từ đằng sau	182	34,4
Loại va chạm	Với người đi bộ	33	6,2
	Với xe máy	291	55,0
	Với vật cản hoặc động cơ khác	205	38,8
Mức độ	Nhẹ hoặc chỉ thiệt hại về tài sản	320	60,5
	Gây thương tích hoặc nhập viện	165	31,2
	Gây tử vong	44	8,3

Nguồn: [3]

## 4. QUY ĐỊNH TỐC ĐỘ CỦA XE BUÝT TRÊN THẾ GIỚI VÀ KIẾN NGHỊ CHO TRƯỜNG HỢP HÀ NỘI, VIỆT NAM

### 4.1. Quy định tốc độ của xe buýt trên thế giới

Tốc độ của xe buýt tại nhiều quốc gia châu Âu đang được đề cập chung như là tốc độ cho xe khách thông thường. Tuy nhiên, vẫn có một số quốc gia như Bỉ, Ba Lan có quy định chi tiết về xe buýt chạy trong đô thị. Bulgaria, Pháp, Đức, Lithuania, Ba Lan, Slovenia và Tây Ban Nha có những quy định chi tiết về xe buýt chạy ngoài đô thị. Hay Pháp, Đức, Lithuania, Ba Lan, Slovakia, Slovenia, Tây Ban Nha cũng có những quy định chi tiết cho xe buýt chạy trên đường cao tốc.

Quy định về tốc độ của xe buýt chạy trong đô thị ở các quốc gia châu Âu phần lớn đang ở mức 50 km/h. Riêng có Malta và Vương quốc Anh đang quy định tốc độ của xe buýt dưới 50 km/h, cụ thể Malta là 40 km/h, Vương Quốc Anh là 48 km/h. Bên cạnh đó, cũng có một số quốc gia như



Bỉ và Ba Lan quy định rất chi tiết về tốc độ của xe buýt chạy trong đô thị. Ví dụ như ở Bỉ, quy định chung là 50 km/h nhưng ở khu vực dân cư, tốc độ cho phép là 20 km/h, trong khi 30 km/h là tốc độ của xe buýt ở gần trường học và trên đường có làn dành cho xe đạp.

Tốc độ của xe buýt chạy ngoài đô thị có sự khác biệt giữa các quốc gia nhưng mức phổ biến là 80 km/h. Một số quốc gia như Bỉ và Luxembourg, tốc độ cho phép là 75 km/h. Còn ở Cộng hòa Séc, Estonia và Slovakia cho phép xe buýt chạy với tốc độ 90 km/h. Bên cạnh đó, Malta chỉ cho phép chạy với tốc độ 60 km/h và Thụy Điển là 70 km/h,

ngoài ra còn có một số quốc gia có những quy định chi tiết về tốc độ của xe buýt chạy ngoài đô thị. Ở Pháp quy định chung là 90 km/h và 70 km/h là đối với xe buýt và xe khách có hành khách đứng.

Tốc độ tối đa của xe buýt chạy trên đường cao tốc ở các quốc gia châu Âu thấp nhất là 60 km/h (tại Đức và Malta) và cao nhất là 130 km/h (tại Cộng hòa Séc). Tốc độ phổ biến sẽ vào khoảng 80 km/h đến 100 km/h. Ở một số quốc gia như Pháp, Đức, Lithuania, Ba Lan, Slovakia, Slovenia, Tây Ban Nha, họ có quy định tốc độ riêng cho từng loại xe buýt.

**Bảng 4.1. Quy định về tốc độ của xe buýt tại một số nước trên thế giới**

Quốc gia	Xe buýt chạy trong đô thị	Xe buýt chạy ngoài đô thị	Xe buýt chạy trên đường cao tốc
Áo	50 km/h	80 km/h	100 km/h
Bỉ	- 50 km/h - 20 km/h trong khu dân cư - 30 km/h gần trường học và trên đường có làn dành cho xe đạp	75 km/h	90 km/h
Bulgaria	50 km/h	- 80 km/h - 70 km/h xe buýt có rơ-móc	90 km/h
Croatia	50 km/h	80 km/h	100 km/h
Síp	50 km/h	80 km/h	100 km/h
Cộng hòa Séc	50 km/h	90 km/h	130 km/h
Đan Mạch	50 km/h	80 km/h	80 km/h
Estonia	50 km/h	90 km/h	90 km/h
Phần Lan	50 km/h	80 km/h	80 km/h
Pháp	50 km/h	- 90 km/h - 70 km/h đối với xe buýt và xe khách có hành khách đứng	- 90 km/h - 100 km/h đối với xe buýt dưới 10 tấn - 70 km/h đối với xe buýt và xe khách có hành khách đứng
Đức	50 km/h	- 80 km/h - 60 km/h đối với xe buýt có chỗ đứng cho hành khách	- 80 km/h - 60 km/h đối với xe buýt có chỗ đứng cho hành khách - 100 km/h xe buýt có thiết bị kỹ thuật đặc biệt
Hy Lạp	50 km/h	80 km/h	90 km/h
Hungary	50 km/h	70 km/h	80 km/h
Ireland	50 km/h	80 km/h	100 km/h
Ý	50 km/h	80 km/h	100 km/h
Latvia	50 km/h	80 km/h	-
Liechtenstein	50 km/h	80 km/h	-
Lithuania	50 km/h	- 80 km/h đối với đường trải nhựa và bê tông - 80 km/h đối với đường khác - 70 km/h đối với xe buýt trường học	- 90 km/h - 80 km/h đối với xe buýt trường học
Luxembourg	50 km/h	75 km/h	90 km/h
Malta	40 km/h	60 km/h	60 km/h
Hà Lan	50 km/h	80 km/h	80 km/h
Na Uy	50 km/h	80 km/h	80 km/h
Ba Lan	- 50 km/h (5h - 23h) - 60 km/h (11 giờ tối - 5 giờ sáng)	- 70 km/h - 80 km/h trên đường đôi	- 80 km/h - 100 km/h đối với xe buýt có thiết bị kỹ thuật đặc biệt
Bồ Đào Nha	50 km/h	80 km/h	90 km/h
Romania	50 km/h	90/80 km/h	110 km/h
Slovakia	50 km/h	90 km/h	- 100 km/h - 90 km/h trong khu vực xây dựng

Slovenia	50 km/h	- 80 km/h - 50 km/h đối với xe buýt vận tải công cộng thành phố - 60 km/h nếu có hành khách đứng trên xe buýt - 70 km/h đối với xe buýt hoặc xe khách có khớp nối	- 80 km/h đối với xe buýt hoặc xe khách có khớp nối - 100 km/h - đối với xe buýt (không có rơ-mooc)
Tây Ban Nha	50km/h	- 80 km/h đối với đường không có/lề cứng hẹp (<1,5 m) 80 km/h đối với xe buýt được phép chở hành khách đứng ngoài khu vực đô thị - 80 km/h đối với xe buýt trường học - 90 km/h đối với đường có lề cứng (>1,5 m) hoặc hai làn - 80 km/h đối với xe buýt được phép chở khách đứng ngoài đô thị - 80 km/h đối với xe buýt đưa đón học sinh	- 100 km/h - 80 km/h đối với xe buýt được phép chở khách đứng ngoài đô thị - 90 km/h đối với xe đưa đón học sinh
Thụy Điển	50 km/h	70 km/h	90 km/h
Thụy Sĩ	50 km/h	80 km/h	100 km/h
Vương Quốc Anh	48 km/h	80 km/h	112 km/h
<p><i>Ghi chú: Việc phân chia xe buýt ngoài đô thị trong đô thị chủ yếu dựa vào khu vực hoạt động. Về cơ bản không có quá nhiều sự khác biệt giữa các xe buýt này. Các xe buýt chạy cao tốc có thể được quy định ít hoặc không có chỗ đứng</i></p>			

#### 4.2. Một số kiến nghị và đề xuất cho Hà Nội, Việt Nam

Thứ nhất, VTHKCC bằng xe buýt của Hà Nội hiện nay hoạt động chủ yếu ở khu vực nội đô và đi qua các khu vực đông đúc người dân đi lại và có nguy cơ ảnh hưởng đến an toàn tại khu vực này (như trường học, bệnh viện...). Do đó, cần có chính sách quản lý tốc độ khi đi qua các khu vực này. Theo thông lệ quốc tế và kinh nghiệm trên thế giới, tốc độ đi qua khu vực trường học và một số khu vực đông dân cư khác như bệnh viện cần phải được giới hạn ở mức tối đa 30 km/h - kể cả với phương tiện xe buýt.

Thứ hai là phạm vi hoạt động hiện nay của một số tuyến xe buýt vượt quá phạm vi khu vực nội thành. Nói cách khác, các tuyến này hoạt động kết nối giữa khu vực nội thành và ngoại thành hoặc giữa Hà Nội và các tỉnh lân cận. Trong bối cảnh đó, các xe buýt sẽ chạy trên các quốc lộ với tốc độ tối đa cho phép có thể lên tới 70 km/h. Đây là tốc độ nguy hiểm khi xe buýt phải liên tục dừng đón, trả khách và chuyển hướng (ra vào điểm dừng) và đối với hành khách đứng. Do đó, nên xem xét và quy định các phương tiện này chỉ hoạt động ở khu vực nội thành và hạn chế hoạt động trên các tuyến quốc lộ, chạy đường dài. Một giải pháp khác đó là quy định về tốc độ giới hạn thấp hơn (10 - 20 km/h so với xe khách thường) đối với các xe buýt khi chạy trên các tuyến quốc lộ - giống như trường hợp của một số quốc gia châu Âu đã được thảo luận ở trên (trong đô thị tốc độ giới hạn quy định 50 km/h, ngoài đô thị là 60 km/h).

Thứ ba là vấn đề xe buýt hoạt động trên các tuyến đường cao tốc. Một trong những đặc điểm quan trọng nhất của xe buýt là dừng đón, trả khách dọc đường, tuy nhiên khi hoạt động trên các tuyến đường cao tốc thì đặc điểm này không còn nữa. Do đó, cần cân nhắc việc có cấp

phép hoạt động cho các tuyến xe buýt trên đường cao tốc hay không? Nếu vẫn cho phép thì cần giới hạn tốc độ của loại phương tiện này thấp hơn (ví dụ mức 80 km/h như tại Đức), đặc biệt đối với phương tiện buýt có chỗ đứng.

#### 5. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày một cách khoa học và logic các nội dung về đặc điểm của VTHKCC bằng xe buýt, kinh nghiệm quốc tế trong quy định tốc độ của xe buýt, từ đó đề xuất các giải pháp để quy định tốc độ của loại hình này ở Hà Nội.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) trong Đề tài mã số 507.04-2021.04.

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. Trần Thị Lan Hương, Nguyễn Thị Hồng Mai, Lâm Quốc Đạt (2007), *Giáo trình Nhập môn Tổ chức vận tải ô tô*, NXB. Đại học GTVT, Hà Nội.
- [2]. Từ Sỹ Sùa, Trần Hữu Minh (2008), *Giáo trình: Khai thác cơ sở vật chất vận tải*, NXB. Đại học GTVT, Hà Nội.
- [3]. T.C. Nguyen, M.H. Nguyen, J. Armoogum, T.T. Ha, *Bus Crash Severity in Hanoi, Vietnam*, *Safety* 7 (2021) 65, <https://doi.org/10.3390/safety7030065>.

Ngày nhận bài: 11/6/2024

Ngày nhận bài sửa: 26/7/2024

Ngày chấp nhận đăng: 12/8/2024

# Một số chính sách phát triển giao thông vận tải nhằm thúc đẩy phát triển du lịch tại Việt Nam

## ■ TS. KHUẤT VIỆT HÙNG<sup>(1)</sup>

*Viện Chiến lược và Phát triển Giao thông vận tải (Bộ Giao thông vận tải)*

## ■ TS. NGUYỄN VĂN TRƯỜNG<sup>(2)</sup>

*Trường Đại học Giao thông vận tải & Tokyo Metropolitan University*

Email: <sup>(1)</sup>kviethung@mt.gov.vn; <sup>(2)</sup>ngvtruong@utc.edu.vn, nvtruong@tmu.ac.jp

**TÓM TẮT:** GTVT có vai trò then chốt trong việc phát triển các ngành kinh tế, đặc biệt là du lịch. Việc áp dụng các chính sách giao thông để thúc đẩy phát triển du lịch khá phổ biến trên thế giới. Tuy nhiên ở Việt Nam, các chính sách phát triển giao thông hướng tới thúc đẩy du lịch vẫn chưa được quan tâm cao. Bài báo này trước hết phân tích để làm rõ vai trò của hệ thống GTVT đối với sự phát triển ngành Du lịch. Sau đó, một phân tích định lượng ở Nhật Bản được miêu tả để minh chứng vai trò của giao thông đối với sự phát triển của du lịch cũng như khẳng định sự cần thiết phải thúc đẩy chính sách giao thông - du lịch ở Việt Nam. Cuối cùng, bài báo thảo luận một số chính sách về phát triển GTVT nhằm thúc đẩy ngành Du lịch Việt Nam trở thành ngành kinh tế mũi nhọn. Bài báo này cung cấp những thông tin hữu ích cho các nhà nghiên cứu, nhà hoạch định chính sách và những người thực thi trong việc xây dựng và triển khai các chính sách giao thông để thúc đẩy phát triển du lịch.

**TỪ KHÓA:** Giao thông vận tải, chính sách giao thông, vai trò, phát triển du lịch.

**ABSTRACT:** Transportation plays a key role in economic development, especially in the tourism sector. While transportation policies to promote tourism development have gained global recognition, such approaches remain limitedly pursued in Vietnam's policymaking landscape. This paper first analyzes scientific papers to clarify the role of transportation in tourism development. A quantitative analysis in Japan is then described to demonstrate the role of transportation in tourism development as well as highlight the need to promote transport-tourism policy in Vietnam. Finally, the paper will discuss some policies on transportation development to promote Vietnam's tourism industry to become a key economic

sector. This paper provides useful information for researchers, policy makers, and practitioners in developing and implementing transportation policies to promote tourism development.

**KEYWORDS:** Transportation, transport policies, role, tourism development.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Du lịch đã, đang và sẽ đóng vai trò quan trọng trong nền kinh tế Việt Nam nói riêng và nền kinh tế toàn cầu nói chung. Du lịch đóng góp trực tiếp, gián tiếp và tác động dây chuyền (induced effects) đối với nền kinh tế. Dữ liệu thống kê từ 185 nước trên thế giới cho thấy đóng góp của du lịch đối với nền kinh tế thế giới trong năm 2019 (ngay trước đại dịch Covid-19) là 10,4% GDP toàn cầu (tương đương 10,3 tỷ USD) và 10,5% tổng số việc làm trên toàn cầu (tương đương 334 triệu việc làm). Ở Việt Nam, năm 2019, du lịch đóng góp khoảng 9,2% GDP và số liệu lao động trực tiếp trong ngành Du lịch khoảng 1,3 triệu người, chiếm 2,5% số lao động cả nước. Sau 3 năm ảnh hưởng trực tiếp và phục hồi dần từ đại dịch Covid-19 (2020 - 2022), năm 2023, ngành Du lịch thế giới cũng đã phục hồi từng bước, mặc dù chưa đạt được mức năm 2019, nhưng cũng đóng góp 9,1% tổng GDP toàn cầu và đóng góp thêm 27 triệu việc làm mới trong năm 2023 so với 2022. Năm 2023, du lịch Việt Nam đón 12,6 triệu khách quốc tế và 108,2 triệu khách nội địa, doanh thu trực tiếp 678,3 nghìn tỷ đồng, khoảng 6,63%.

GTVT là một trong những yếu tố quan trọng nhất góp phần vào sự thành công của ngành Du lịch [1, 2] vì nó kết nối trực tiếp cung (sản xuất) và cầu (thị trường) [3], hay nói cách khác GTVT mang đến khả năng tiếp cận các tài nguyên và sản phẩm du lịch. Thực tế cho thấy, nếu không

có khả năng tiếp cận, do GTVT mang lại, thì du lịch không thể diễn ra được [4]. GTVT cho phép khách du lịch đi từ điểm bắt đầu (nhà) đến các khu du lịch (điểm đích) và cho phép khách du lịch tận hưởng tài nguyên, sản phẩm và dịch vụ du lịch trong phạm vi khu du lịch. Khả năng tiếp cận tạo nên ấn tượng và sự hài lòng của khách du lịch trong chuyến đi và là một trong những yếu tố quyết định sức hấp dẫn tổng thể của điểm đến [5, 6]. Trong số các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng dịch vụ du lịch thì giao thông (khả năng tiếp cận) được nhấn mạnh là yếu tố cơ bản quyết định vai trò và vị thế của điểm đến trên thị trường du lịch.

Thực hiện Nghị quyết số 08-NQ/TW ngày 16/01/2017 của Bộ Chính trị về phát triển du lịch trở thành ngành kinh tế mũi nhọn, đóng góp trên 10% vào tổng GDP của cả nước, đưa Việt Nam thuộc nhóm các nước có ngành Du lịch phát triển hàng đầu khu vực Đông Nam Á. Bên cạnh những nỗ lực bảo vệ, phát huy các tài nguyên du lịch, phát triển các sản phẩm và dịch vụ du lịch cũng như kết cấu hạ tầng của ngành Du lịch, việc đầu tư phát triển kết cấu hạ tầng giao thông đồng bộ, hiện đại, phát triển dịch vụ vận tải thông suốt, an toàn, thân thiện môi trường với giá cước hợp lý có ý nghĩa đặc biệt quan trọng.

## 2. VAI TRÒ CỦA GTVT ĐỐI VỚI DU LỊCH

### 2.1. Vai trò của GTVT đối với du lịch

Litman [7] đã đưa ra 12 yếu tố ảnh hưởng đến khả năng tiếp cận điểm đến của hệ thống GTVT, cụ thể: (i) Phương thức vận tải - chất lượng của các phương thức vận tải, chẳng hạn như tốc độ, sự thoải mái và an toàn; (ii) Kết nối mạng lưới giao thông - mật độ kết nối và đường dẫn hoặc tính trực tiếp (có thể đi lại một cách trực tiếp hay trung chuyển nhiều) của việc di chuyển giữa các điểm đến; (iii) Chi phí đi lại hoặc khả năng chi trả; (iv) Tính di động - tốc độ và khoảng cách di chuyển, sức chứa hoặc thời gian di chuyển; (v) Tích hợp các tuyến vận tải và phương thức vận tải trong hệ thống giao thông; (vi) Nhu cầu vận tải; (vii) Thông tin người dùng - tính sẵn có và mức độ tin cậy của thông tin người dùng về các phương án đi lại và tiếp cận; (viii) Các phương tiện thay thế - các dịch vụ thay thế cho việc đi lại; (ix) Quản lý giao thông; (x) Sử dụng đất; (xi) Mức độ ưu tiên của giao thông cho các hoạt động du lịch; (xii) Giá trị giao thông (thể hiện trong tình huống giả định là không thể tiếp cận hoặc bị cô lập). Cải thiện các yếu tố tiếp cận này có thể góp phần vào sự thành công kinh tế của du lịch [8]. Trên thực tế, vai trò của hệ thống GTVT đối với du lịch thể hiện trên hai khía cạnh: Vai trò giao thông (tức là vai trò vận chuyển đơn thuần) và vai trò dịch vụ (tức là giao thông được coi như một dịch vụ trải nghiệm trong du lịch).

#### - Phương thức vận tải mới và du lịch:

Các phương thức vận tải mới đã cách mạng hóa ngành Du lịch bằng cách cải thiện khả năng di chuyển với các chuyến đi dài, tốc độ di chuyển cao hơn, thời gian di chuyển ngắn hơn và mức độ thoải mái được cải thiện. Ví dụ, sự ra đời của đường sắt đã đặt nền móng cho du lịch hiện đại, tiếp theo là cuộc cách mạng ô tô đã làm thay đổi

phong cách du lịch vùng và liên vùng. Du lịch quốc tế đã bùng nổ ngay sau đó nhờ những đổi mới trong vận tải hàng không đường dài cho phép khách du lịch đến những điểm đến mà trước đây không thể tiếp cận được. Trong khi các hình thức vận tải cơ giới tiêu tốn nhiều năng lượng được ưa chuộng hơn cho những chuyến du lịch đường dài vì chúng tiết kiệm được nhiều thời gian thì đi xe đạp hoặc đi bộ tại điểm đến có thể mang lại cho du khách những trải nghiệm tại chỗ phù hợp với mong muốn của họ, chẳng hạn như cầu du lịch thư giãn hoặc du lịch phiêu lưu [9]. Tàu và phà là các phương thức vận tải đường thủy, không chỉ giúp phục hồi nhu cầu đi lại vào cuối thế kỷ 20 và những năm 2000 nhờ mang lại trải nghiệm mới cho du khách [10] mà còn trở thành các điểm đến du lịch di động đặc trưng cho du khách trong một số trường hợp [11].

#### - Mạng lưới giao thông và du lịch:

Nhìn chung, khả năng tiếp cận điểm đến du lịch cũng có thể được cải thiện bằng cách phát triển mạng lưới cơ sở hạ tầng giao thông hoặc bằng cách cải thiện khả năng kết nối giữa mạng lưới và các điểm đến hoặc cơ sở du lịch. Ví dụ: Khoảng cách từ nơi xuất phát của khách du lịch đến điểm đến mong muốn có thể được giảm bớt bằng cách thêm đường liên kết trực tiếp giữa hai địa điểm trong mạng lưới giao thông, hoặc thời gian đi lại giữa điểm đến và các điểm du lịch của du khách có thể được cải thiện đáng kể nếu triển khai một phương thức vận tải trực tiếp thay vì du khách phải trung chuyển nhiều lần. Các hoạt động mở rộng liên kết hoặc cung cấp kết nối với các dịch vụ vận tải đầu-cuối (first-last mile) bằng taxi được tổ chức tốt cho khách du lịch kết nối đến ga đường sắt hoặc bến xe khách cũng có thể cải thiện khả năng kết nối giữa mạng lưới giao thông và cơ sở lưu trú trong phạm vi khu vực du lịch [7]. Tác động của việc cải thiện hệ thống GTVT đối với du lịch có thể khác nhau đối với các loại khách du lịch khác nhau, tùy thuộc vào vai trò của mối liên kết với điểm đến. Ví dụ, việc đưa vào sử dụng tuyến đường sắt cao tốc liên vùng có thể làm tăng khả năng tiếp cận giữa các vùng, giúp thúc đẩy nhu cầu du lịch liên vùng mạnh mẽ hơn đối với nhu cầu du lịch nội vùng [12].

#### - Chi phí và du lịch:

Chi phí là một trong những yếu tố quan trọng quyết định liệu nhu cầu du lịch có phát sinh đến điểm du lịch hay không. Chi phí thường bao gồm hai phần: Chi phí đi lại (chi phí cho giao thông) và chi phí sinh hoạt cũng như các dịch vụ khác tại điểm đến [13]. Đối với khách du lịch, thời gian họ dành để đi du lịch chiếm một phần trong tổng chi phí. Chi phí thời gian thay đổi tùy theo giá trị thời gian của họ [12], tức là chi phí đi lại bao gồm số tiền thực tế họ phải trả cho dịch vụ vận chuyển và chi phí tính theo thời gian đi lại của du khách. Tiết kiệm chi phí đi lại nhờ cải thiện khả năng tiếp cận cũng là một trong những giải pháp thúc đẩy du lịch phát triển.

#### - Vai trò dịch vụ của GTVT:

Ngoài chức năng giao thông đơn thuần như trình bày ở trên, còn có thể phát triển loại dịch vụ vận tải dành riêng

cho du lịch, ví dụ như tàu biển du lịch (cruise ship) bản chất là một phương thức vận tải nhưng vận hành như một loại dịch vụ du lịch cung cấp cho du khách những trải nghiệm riêng thuần túy du lịch trên một phương tiện vận tải được thiết kế đặc biệt; đoàn tàu/toa tàu du lịch tại Nhật Bản, Việt Nam và nhiều nước khác, có những đoàn tàu hoặc một số toa tàu được thiết kế để cung cấp những dịch vụ dành riêng cho du khách, như nghe nhạc, thưởng thức tác phẩm nghệ thuật, ẩm thực... trong khi di chuyển từ điểm du lịch này tới điểm du lịch khác. Việc kết hợp dịch vụ vận tải và dịch vụ du lịch trong cùng một sản phẩm không chỉ mang lại trải nghiệm khác biệt cho du khách mà còn mang lại một lựa chọn khác bên cạnh những sản phẩm du lịch tại điểm đến.

**2.2. Xác định vai trò kinh tế của GTVT đối với du lịch**

Giới chuyên môn và các các nhà hoạch định chính sách nhìn nhận tác động GTVT đối với nền kinh tế thông qua 3 khía cạnh: (1) Tác động trực tiếp (do chi tiêu trực tiếp đóng góp vào nền kinh tế), (2) tác động gián tiếp (ví dụ, do gia tăng nhu cầu đi lại, hàng hóa và dịch vụ từ các doanh nghiệp trong ngành) và (3) tác động dây chuyền (induced) (ví dụ, sự gia tăng việc làm và thu nhập từ ngành khác có liên quan). Những tác động này xuất phát từ mối quan hệ liên ngành trong nền kinh tế và do hiệu ứng lan tỏa (ripple effect) hình thành nên. Tuy nhiên, việc định lượng hóa vai trò này chưa được phổ biến (có thể do những hạn chế về dữ liệu), đặc biệt là ở Việt Nam. Trong một tính toán [14, 15] đã sử dụng mô hình Input-Output áp dụng với trường hợp nền kinh tế Nhật Bản để xác định vai trò của GTVT đối với du lịch.

**Bảng 2.1. Vai trò của GTVT đối với du lịch**

Ngành	Hệ số bội tác động của giao thông tới sản lượng du lịch (IPY)			Hệ số bội tác động của giao thông tới giá trị gia tăng của ngành du lịch (IPY)		
	Du lịch nội địa	Du lịch quốc tế	Du lịch trong nước đi	Du lịch nội địa	Du lịch quốc tế	Du lịch trong nước đi
1 Vận tải đường sắt (hành khách)	1.807	0.171	-	0.895	0.129	-
2 Vận tải đường sắt (hàng hóa)	0.767	0.038	-	0.380	0.029	-
3 Dịch vụ vận tải đường bộ (buýt, taxi)	2.198	0.166	-	1.089	0.125	-
4 Vận tải hàng hóa đường bộ (không tính vận tải cá nhân)	2.426	0.190	-	1.202	0.143	-
5 Vận tải cá nhân (hành khách)	0.657	0.897	-	0.777	0.677	-
6 Vận tải cá nhân (hàng hóa)	0.885	0.369	-	0.908	0.278	-
7 Vận tải đường biển quốc tế	3.410	0.257	-	1.690	0.194	-
8 Vận tải thủy nội địa và ven biển (hành khách)	4.772	4.422	-	4.665	3.336	-
9 Vận tải thủy nội địa và ven biển (hàng hóa)	0.838	0.785	-	0.380	0.592	-
10 Dịch vụ vận tải cảng	0.858	0.049	-	0.425	0.037	-
11 Vận tải hàng không quốc tế	0.361	0.145	-	0.630	0.864	-
12 Vận tải hàng không nội địa (hành khách)	0.375	0.752	-	0.610	1.321	-
13 Vận tải hàng không nội địa (hàng hóa)	0.160	0.629	-	0.908	1.229	-
14 Dịch vụ hàng không (trừ vận tải)	0.160	0.629	-	0.908	1.229	-
15 Vận chuyển hàng hóa ký gửi	2.649	0.252	-	1.313	0.190	-
16 Dịch vụ kho bãi	0.996	0.077	-	0.493	0.058	-
17 Dịch vụ liên quan đến vận tải	1.041	0.073	-	0.516	0.055	-
18 Dịch vụ bưu chính và chuyển phát thư	0.773	0.125	-	0.383	0.094	-
19 Thiết bị vận tải	1.215	0.066	-	0.602	0.050	-

Kết quả cho thấy, vận tải hành khách đường biển và đường thủy nội địa có tính thúc đẩy du lịch cao nhất cả về tổng sản lượng và giá trị gia tăng, mỗi 100 Yên Nhật nhu cầu cuối cùng (final demand) có thể kích thích du lịch trong nước và du lịch nước ngoài lần lượt là 49,772 Yên Nhật và 4,422 Yên Nhật trong tổng sản lượng và 24,665 Yên Nhật và 3,336 Yên Nhật giá trị gia tăng. Hiệu quả thứ hai đối với việc xúc tiến du lịch là ngành vận tải hàng không, trong đó khuyến khích du lịch trong nước và nước ngoài lần lượt từ 11,361 - 17,375 Yên Nhật và 1,145 - 1,752 Yên Nhật trong tổng sản lượng; từ 5,630 - 8,610 Yên Nhật và 0,864 - 1,321 Yên Nhật về giá trị gia tăng.

**3. NHU CẦU DU LỊCH THEO CÁC PHƯƠNG THỨC VẬN TẢI**

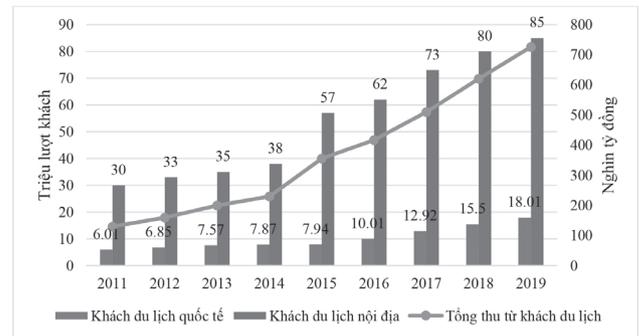
Theo Niên giám thống kê, tổng nhu cầu đi lại bình quân mỗi ngày ở Việt Nam vào năm 2019, bao gồm các chuyến đi du lịch, đạt hơn 13 triệu lượt chuyến đi. Trong giai đoạn 2010 - 2019, tổng nhu cầu đi lại tăng hơn 2 lần, tăng trưởng bình quân đạt 9,3%/năm.

**Bảng 3.1. Nhu cầu đi lại tổng thể tại Việt Nam**

Nhu cầu	2010	2015	2019
Lượt khách/ngày (000)	6.343	9.070	13.066
Khách-km/ngày (triệu)	268	424	632

Nguồn: Niên giám thống kê 2020.

Theo Cao T.P. Thủy, Nguyễn T. Hương (2023) [16], trong giai đoạn 2011 - 2019, ngành Du lịch Việt Nam có 10 năm liên tiếp tăng trưởng cao và ổn định kể từ sau cuộc khủng hoảng kinh tế - tài chính toàn cầu năm 2009. Số khách du lịch tăng bình quân giai đoạn 2011 - 2019 đạt 14,9%/năm đối với khách quốc tế, 15%/năm đối với khách nội địa. Cùng với sự gia tăng lượng khách, tổng thu từ khách du lịch và đóng góp của ngành Du lịch vào GDP cũng từ 130.000 tỷ đồng, đóng góp 3,1% vào GDP năm 2011 lên 726.000 tỷ đồng, bằng 9,2% GDP năm 2019, tăng bình quân giai đoạn 2011 - 2019 đạt 24%/năm.



Nguồn: TCĐL Việt Nam (2020)

**Hình 3.1: Tăng trưởng du khách Việt Nam giai đoạn 2011 - 2019**



Nguồn: JICA (2021) [17]

**Hình 3.2: Cơ cấu nhu cầu đi lại (bao gồm du lịch) phân bổ theo các phương thức vận tải tại Việt Nam**

Theo JICA (2021) [17], tỷ lệ hành khách đi lại bằng đường bộ là cao nhất (hơn 90%) trong các loại phương thức vận tải và đang có xu hướng gia tăng, tiếp đến là đường thủy nội địa và đường hàng không (Hình 3.2). Tuy

nhiên, xét về lượng luân chuyển thì tỷ lệ luân chuyển hành khách đi lại bằng đường sắt và đường bộ có xu hướng giảm dần. Ngược lại, lượng luân chuyển hành khách đi lại bằng đường hàng không có xu hướng tăng nhanh, chứng tỏ có sự chuyển dịch mạnh nhu cầu đi lại từ các phương thức vận tải đường bộ, đường sắt sang hàng không. Kết quả khảo sát cho thấy, cự ly chuyển đi có xu hướng tăng lên trong những năm gần đây và khách du lịch có xu hướng thích khám phá những điểm đến ở xa hơn. Đồng thời, sự phát triển về kết cấu hạ tầng và dịch vụ vận tải hàng không thúc đẩy sự gia tăng nhu cầu đi lại liên tỉnh và quốc tế.

Sau 2 năm chịu ảnh hưởng nặng nề của đại dịch Covid-19, từ năm 2022, du lịch Việt Nam bắt đầu phục hồi trở lại. Theo thông tin từ Bộ Văn hóa, Thể thao và Du lịch [18], năm 2023, tổng số lượng khách du lịch quốc tế đến Việt Nam đạt 12,6 triệu lượt khách (10,95 triệu khách qua đường hàng không) và tổng lượng khách nội địa đạt 108,2 triệu lượt khách, doanh thu trực tiếp 678,3 nghìn tỷ đồng. Báo cáo cũng cho thấy, bình quân số lượt chuyển đi du lịch

chiếm 2,6% tổng số lượt chuyển đi hàng ngày của cả nước.

#### 4. MỘT SỐ ĐỀ XUẤT CHÍNH SÁCH

\* Định hướng phát triển du lịch Việt Nam đến 2030, tầm nhìn 2045:

Theo Quyết định số 509/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ, mục tiêu phát triển ngành Du lịch đến 2025 đón 25 - 28 triệu lượt khách quốc tế, 130 triệu lượt khách nội địa, đóng góp trực tiếp 8 - 9% GDP. Đến 2030, ngành Du lịch đón 35 triệu lượt khách quốc tế, 160 triệu lượt khách nội địa, kỳ vọng đóng góp trực tiếp 13 - 14% GDP toàn quốc. Mục tiêu của Chính phủ cho thấy quyết tâm chuyển dịch mạnh mẽ cơ cấu kinh tế với vai trò ngày càng quan trọng của ngành Du lịch. Dữ liệu thống kê 6 tháng đầu năm 2024 (Bảng 4.1) cho thấy, mục tiêu của Chính phủ có thể đạt được vào 2025 đối với sản lượng du lịch nội địa, nhưng sản lượng du lịch quốc tế có thể là một mục tiêu thách thức khi ước tổng sản lượng du lịch quốc tế trong năm 2024 là khoảng 17,6 triệu du khách và mục tiêu cho 2025 là từ 25 đến 28 triệu du khách quốc tế.

**Bảng 4.1. Mục tiêu phát triển du lịch Việt Nam đến 2030, tầm nhìn 2045 [19]**

Kế hoạch và thực tế	Năm	6 tháng đầu năm 2024	2025	2030	2045
Mục tiêu kế hoạch	Sản lượng khách quốc tế mục tiêu (triệu)		25-28	35	70
	Sản lượng khách nội địa mục tiêu (triệu)		130	160	-
	Đóng góp trực tiếp vào GDP (%)		8% - 9%	13% - 14%	17% - 18%
Thực tế	Sản lượng khách quốc tế thực tế (triệu) (ước)	8,8			
	Sản lượng khách nội địa thực tế (triệu) (ước)	66,5			

Trong quy hoạch phát triển hệ thống du lịch Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn năm 2045, có đề xuất nhiều giải pháp để thúc đẩy phát triển du lịch, như thúc đẩy phát triển thị trường, thúc đẩy phát triển sản phẩm du lịch, tổ chức không gian du lịch, đầu tư hạ tầng kỹ thuật, phát triển nguồn nhân lực... Tuy nhiên, phát triển GTVT để thúc đẩy phát triển du lịch được đề cập khá mờ nhạt. Câu hỏi đặt ra là, với mục tiêu phát triển du lịch mà Chính phủ đặt ra, ngành GTVT sẽ đóng góp như thế nào để thúc đẩy việc đạt được mục tiêu này?

Tại Việt Nam, hệ thống GTVT hiện đang được nhìn nhận với vai trò chính là kết nối giữa nơi này với nơi khác giúp thỏa mãn nhu cầu đi lại và vận chuyển hàng hóa. Với vai trò này, nhu cầu đi du lịch của du khách được đáp ứng với tư cách như một chuyến đi bình thường. Vai trò du lịch (tức dịch vụ vận tải như một dịch vụ trong du lịch) chưa được đề cao đúng mức. Với trường hợp của Nhật Bản (Bảng 2.1), vai trò của giao thông đối với du lịch được lượng hóa. Phân tích này chưa đủ dẫn chứng để phân biệt giữa vai trò kết nối và vai trò du lịch của hệ thống GTVT. Tuy nhiên, phân tích đó cho thấy, thúc đẩy phát triển hệ thống GTVT, ít nhất với vai trò kết nối, có vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy ngành Du lịch phát triển. Để thúc đẩy mạnh mẽ hơn ngành Du lịch phát triển dựa trên phát triển hệ thống GTVT, nhằm góp phần đạt mục tiêu Chính phủ đề ra, thì ngoài việc phát triển hệ thống GTVT đảm bảo yêu cầu kết nối, cần phát triển hệ thống GTVT với vai trò như sản phẩm, dịch vụ du lịch.

Từ phân tích trên cũng như đánh giá tình hình thực tiễn và xu hướng phát triển của ngành GTVT và du lịch ở Việt Nam, nhóm tác giả có một số đề xuất ban đầu như sau:

*\* Một số chính sách chung thúc đẩy phát triển du lịch dựa trên phát triển GTVT:*

*Khuyến khích phát triển sản phẩm du lịch dựa trên những dịch vụ vận tải sẵn có (dịch vụ vận tải - du lịch).* Ở Việt Nam, hệ thống GTVT chủ yếu đáp ứng nhu cầu đi lại từ A đến B, dịch vụ vận tải - du lịch cũng mới manh nha xuất hiện trên thị trường du lịch. Một số dịch vụ vận tải được đầu tư và vận hành cho du khách tại khu vực điểm đến (như xe điện vận hành tại các khu du lịch), nhưng chủ yếu phục vụ du khách di chuyển trong khu du lịch chứ chưa quan tâm đến tiêu chí dịch vụ vận tải - du lịch.

*Nâng cao khả năng liên thông về hạ tầng, lịch trình và vé trong phát triển hệ thống GTVT.* Hiện tại, GTVT công cộng phục vụ hành khách tại Việt Nam có tính đơn phương thức, đơn dịch vụ, thiếu tính liên thông giữa các phương thức với nhau (ví dụ: Hàng không và đường sắt với đường bộ). Một phần là do kết cấu hạ tầng đang phát triển, chưa liên thông, chưa đồng bộ. Phần quan trọng hơn đó là dịch vụ vận tải được cung cấp bởi nhiều đơn vị vận hành và thiếu sự phối hợp. Du khách di chuyển từ nơi ở đến điểm du lịch thường phải sử dụng một số phương thức vận tải. Mỗi phương thức độc lập, phân biệt với nhau, gây ra trở ngại về kết nối, chuyển tuyến, tăng thời gian, chi phí, dễ dẫn đến nhầm lẫn một cách không cần thiết, gây mệt mỏi và làm giảm chất lượng trải nghiệm.

*Phát triển hệ thống GTVT thân thiện với du khách quốc tế:* Hiện tại, hệ thống GTVT Việt Nam chưa được quy hoạch, thiết kế và đầu tư xây dựng nhằm mục tiêu thúc đẩy phát triển du lịch, đặc biệt là khách du lịch quốc tế. Ngoại trừ hệ thống báo hiệu bằng hình ảnh, hình vẽ, ký hiệu đã được quốc tế hóa, rất ít khi thấy những hướng dẫn song ngữ (hoặc đa ngôn ngữ) cho du khách nước ngoài trên hệ thống vận tải hành khách công cộng bằng xe buýt tại hầu hết các đô thị và ngay tại các khu du lịch.

*\* Một số chính sách liên quan đến đường sắt và đường bộ:*

*Tận dụng những giá trị của hệ thống đường sắt hiện có:* Nhiều nghiên cứu cho thấy khả năng thúc đẩy phát triển du lịch gắn liền với sự phát triển và đặc điểm của đường sắt. Ví dụ như ở Nhật Bản và Australia [20], việc phát triển các tuyến đường sắt mới vào các năm giữa thế kỷ 19 đã mở ra ngành công nghiệp du lịch mới thúc đẩy các loại nhu cầu du lịch nhóm, du lịch liên vùng đến những khu vực xa xôi. Đây cũng chính là cơ hội đối với các tuyến đường sắt hiện có đã hình thành lâu đời ở Việt Nam có vai trò như là những di sản lịch sử. Những sản phẩm du lịch mới trên đường sắt Việt Nam trong những năm gần đây hay là hiện tượng “Phố Đường tàu” tại Hà Nội đang cho thấy tiềm năng phát triển những sản phẩm vận tải - du lịch mới hấp dẫn những du khách ưa thích du lịch hoài niệm hoặc tái tạo bản sắc du lịch riêng các cộng đồng địa phương dọc đường sắt.

*Xây dựng chất lượng dịch vụ phù hợp với yêu cầu du lịch:* Cải thiện chất lượng dịch vụ vận tải đường sắt có thể thúc

đẩy mạnh mẽ du lịch. Một số công việc có thể triển khai được ngay như cải thiện điều kiện về vệ sinh trên tàu, tại nhà ga; thái độ nhân viên phục vụ thân thiện hơn; bổ sung các dịch vụ và tiện ích cho du khách; nâng cấp ngoại thất và nội thất toa tàu cho phù hợp với tiêu chuẩn chất lượng của du khách; cải thiện biểu đồ chạy tàu và nâng cao tính đúng giờ trong quá trình vận hành.

*Tăng cường kết nối vận tải đa phương thức:* Cụ thể là giữa đường sắt và đường bộ (với các phương thức khác như hàng không và đường thủy), cần đảm bảo kết nối dịch vụ xe buýt liên thông với nhà ga, đảm bảo du khách đi bộ gần, thuận tiện nhất giữa xe buýt và đường sắt; bán vé liên thông với xe buýt cho khách đi tàu qua ứng dụng thông minh hoặc qua mạng Internet.

*Cải thiện hạ tầng đường bộ kết nối với khu du lịch:* Nâng cấp các tuyến đường, xây dựng các bãi đỗ xe, hoàn thiện mạng lưới đường và dịch vụ vận tải nội bộ các khu du lịch.

*Thiết lập các tuyến vận tải và cải thiện chất lượng dịch vụ vận tải đến các khu du lịch:* Bên cạnh cải thiện hạ tầng nâng cao khả năng tiếp cận đến khu du lịch thì nhất thiết phải cải thiện dịch vụ vận tải (nhanh chóng, thuận tiện, an toàn, thân thiện, xanh, sạch) nhằm mang lại những trải nghiệm tích cực cho du khách du lịch. Cần quan tâm cung cấp dịch vụ vận tải có giá vé phù hợp, chất lượng phương tiện tốt, sạch sẽ, thái độ của nhân viên phục vụ chuyên nghiệp, thân thiện, các chính sách chăm sóc khách hàng minh bạch sẽ cải thiện hình ảnh của ngành Du lịch và khu du lịch trong mắt du khách và thúc đẩy nhu cầu du lịch.

*Phát triển các tuyến giao thông - du lịch:* Đây là một xu thế mới trong những năm gần đây. Việc nghiên cứu, quy hoạch mạng lưới giao thông kết nối các tài nguyên và các điểm du lịch với nhau để hình thành được một tour một gói sản phẩm du lịch trọn vẹn bao gồm: Tham quan, trải nghiệm, ăn, nghỉ, rèn luyện sức khỏe, khám phá..., đặc biệt là việc phát triển mạng lưới giao thông dành riêng cho xe đạp, đi bộ và những phương thức giao thông xanh trong các khu du lịch thiên nhiên, biệt lập với giao thông cơ giới, đang ngày càng được nhiều quốc gia, địa phương quan tâm đầu tư phát triển.

## 5. KẾT LUẬN

Vai trò của GTVT đối với việc thúc đẩy phát triển du lịch đã được công nhận rộng rãi trên thế giới. Rất nhiều nghiên cứu đã được triển khai và thành công ở cả các nước phát triển và đang phát triển. GTVT thường tạo ra hai nhóm giá trị đối với du lịch. Thứ nhất, GTVT thúc đẩy du lịch phát triển bằng cách làm gia tăng nhu cầu du lịch thông qua kết nối nhu cầu (điểm phát sinh) và cung ứng (địa điểm du lịch). Thứ hai, GTVT có thể được xây dựng thành những sản phẩm du lịch. Khi đó, GTVT đóng hai vai trò đồng thời, đó là vai trò kết nối và vai trò dịch vụ du lịch.

Ở Việt Nam, những chính sách phát triển giao thông thường ít đề cập đến mục tiêu phát triển du lịch. Ngược lại, trong những dự án/chính sách phát triển du lịch, vai trò của GTVT thường được đề cập như một giải pháp kết

nổi để tăng khả năng tiếp cận thuận túy (chức năng giao thông đơn thuần). Vai trò của giao thông như một dịch vụ trong du lịch đường như ít được đề cập một cách xứng tầm, hoặc được đề cập chưa thật sự rõ nét. Bài báo thảo luận một số chính sách về phát triển GTVT nhằm thúc đẩy ngành Du lịch Việt Nam trở thành ngành kinh tế mũi nhọn. Tuy nhiên, việc thực hiện và kiểm soát thực thi các chính sách phát triển giao thông để thúc đẩy du lịch đòi hỏi phải triển khai những nghiên cứu cơ sở, lượng hóa vai trò của GTVT đối với du lịch.

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. S. Page (2009), *Transport and tourism: global perspectives*, Harlow: Pearson Prentice Hall.
- [2]. G. L. Palhares (Sep., 2003), *The role of transport in tourism development: nodal functions and management practices*, Int. J. Tour. Res., vol.5, no.5, pp.403-407, doi: 10.1002/jtr.446.
- [3]. B. Lamb and S. Davidson (1996), *Tourism and Transportation in Ontario, Canada: A vital link*, in Practicing responsible tourism: international case studies in tourism planning, policy and development, John Wiley and Sons.
- [4]. B. Prideaux (Feb., 2000), *The role of the transport system in destination development*, Tour. Manag., vol.21, no.1, pp.53-63, doi: 10.1016/S0261-5177(99)00079-5.
- [5]. S. Page and J. Connell (2014), *Transport and Tourism*, in The Wiley Blackwell Companion to Tourism, A. A. Lew, C. M. Hall and A. M. Williams, Eds., John Wiley & Sons, Ltd, pp.155-167, Accessed: Aug. 11, 2015, [Online]. Available: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118474648.ch12/summary>.
- [6]. D.-T. Le-Klähn and C. M. Hall (Aug., 2015), *Tourist use of public transport at destinations – a review*, Curr. Issues Tour., vol.18, no.8, pp.785-803, doi: 10.1080/13683500.2014.948812.
- [7]. T. Litman (Mar., 2008), *Evaluating Accessibility for Transportation Planning*, Accessed: Aug. 31, 2015. [Online], Available: <http://trid.trb.org/view.aspx?id=859513>.
- [8]. C. Currie and P. Falconer (Oct., 2014), *Maintaining sustainable island destinations in Scotland: The role of the transport-tourism relationship*, J. Destin. Mark. Manag., vol.3, no.3, pp.162-172, doi: 10.1016/j.jdmm.2013.10.005.
- [9]. A. Millonig and K. Schechtner (Oct., 2006), *City tourism: pedestrian orientation behaviour*, Int. Conf. Walk. LIVEABLE COMMUNITIES 7TH 2006 Melb. Vic. Aust., Accessed: Aug. 30, 2015. [Online]. Available: <http://trid.trb.org/view/2006/C/835625>.
- [10]. S. Zapata-Aguirre and J. G. Brida (2008), *The impacts of the cruise industry on tourism destinations*, Sustain. Tour. FACTOR LOCAL Dev. V Castellani Sala Eds Tangram Ed. Sci. Colla, Accessed: Aug. 30, 2015. [Online]. Available: [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1298403](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1298403).
- [11]. L. Tang and S. Jang (Jul., 2010), *The Evolution*

*from Transportation to Tourism: The Case of the New York Canal System*, Tour. Geogr., vol.12, no.3, pp.435-459, doi: 10.1080/14616688.2010.494683.

[12]. F. Pagliara, A. La Pietra, J. Gomez and J. Manuel Vassallo (Jan., 2015), *High Speed Rail and the tourism market: Evidence from the Madrid case study*, Transp. Policy, vol.37, pp.187-194, doi: 10.1016/j.tranpol.2014.10.015.

[13]. S. Bimonte, S. Ferrini and G. Grilli (Jul., 2015), *Transport infrastructures, environment impacts and tourists' welfare: a choice experiment to elicit tourist preferences in Siena-Italy*, J. Environ. Plan. Manag., pp.1-20, doi: 10.1080/09640568.2015.1044746.

[14]. V. T. Nguyen and T. Shimizu (2017), *Input-Output Table for Transportation and Tourism Analysis: Construction and Applications*, J. East. Asia Soc. Transp. Stud., vol.12, pp. 2117-2132, doi: 10.11175/easts.12.2117.

[15]. N. Van Truong (2017), *Assessing Economic Impacts of Transportation Policies on Tourism Promotion*, PhD Thesis, Accessed: Jun. 06, 2024. [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/235010655.pdf>.

[16]. Cao T. P. T. and Nguyễn T. H. (Jun. 17, 2024), *Nhìn lại sự phát triển của ngành Du lịch giai đoạn 2011 - 2022 và một số đề xuất phát triển du lịch thành ngành kinh tế mũi nhọn*, Tạp chí Kinh tế và Dự báo - Bộ Kế hoạch và Đầu tư, Accessed, [Online]. Available: <https://kinhtevadubao.vn/nhin-lai-su-phat-trien-cua-nganh-du-lich-giai-doan-2011-2022-va-mot-so-de-xuat-phat-trien-du-lich-thanh-nganh-kinh-te-mui-nhon-28053.html>.

[17]. VISSTRANS 3, *Khảo sát Thu thập Dữ liệu cho Chiến lược phát triển GTVT bền vững ở Việt Nam*, Báo cáo Cuối kỳ Thuyết minh Tổng hợp, JICA.

[18]. Bộ Văn hóa - Thể thao và Du lịch (06, Jun., 2024), *Du lịch Việt Nam và mục tiêu đón 18 triệu lượt khách quốc tế (Bài 1): Tạo động lực để về đích*, Accessed, [Online]. Available: <https://bvhttdl.gov.vn/news-20240313170330762.htm>.

[19]. VNAoT (Jul. 28, 2024), *Cơ sở dữ liệu trực tuyến thống kê du lịch*, Cục Du lịch Quốc gia Việt Nam, Accessed, [Online]. Available: <https://thongke.tourism.vn/index.php/news/items/210>.

[20]. H. Saimyo (2010), *Relationships between railways and tourism*, Jpn. Railw. Transp. Rev., vol.55, pp.1-15.

**Ngày nhận bài: 05/7/2024**  
**Ngày nhận bài sửa: 05/8/2024**  
**Ngày chấp nhận đăng: 20/8/2024**



# Nghiên cứu chất lượng dịch vụ vận tải hành khách công cộng khối lượng lớn bằng phương tiện xe buýt xanh trên địa bàn TP. Hà Nội

■ **ThS. NGUYỄN THỊ TRANG**

*Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải*

Email: nguyenthitrang@utt.edu.vn

**TÓM TẮT:** Thông qua những vấn đề của chất lượng dịch vụ vận tải hành khách công cộng (VTHKCC) khối lượng lớn bằng phương tiện xe buýt xanh trên địa bàn TP. Hà Nội, bài báo đã nghiên cứu đánh giá thực trạng chất lượng dịch vụ vận tải hành khách khối lượng lớn trên các phương tiện xe buýt xanh thông qua 7 tiêu chí là khả năng đáp ứng, sự thoải mái, độ tin cậy, sự an toàn, hệ thống phương tiện hữu hình, hệ thống thông tin và đội ngũ nhân viên. Từ đó, một số giải pháp nhằm nâng cao chất lượng dịch vụ vận tải đã được đưa ra nhằm thu hút hành khách sử dụng dịch vụ vận tải công cộng xanh, góp phần bảo vệ môi trường và phát triển bền vững.

**TỪ KHÓA:** Chất lượng dịch vụ vận tải hành khách công cộng, giao thông xanh.

**ABSTRACT:** The paper investigates and assesses the quality of mass public passenger transportation services of green buses in Hanoi city, focusing on seven key criteria: responsiveness, comfort, reliability, safety, tangibles, information system and staff performance. By analyzing these aspects, the study identifies the current state of transport service quality and proposes several solutions to enhance it. The goal is to encourage more passengers to use green public transport, thereby contributing to environmental protection and sustainable development.

**KEYWORDS:** Quality of public passenger transportation services, green transportation.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Để thúc đẩy chuyển đổi xanh hướng tới Net zero vào năm 2050, việc phát triển hệ thống giao thông công

cộng khối lượng lớn bằng phương tiện giao thông xanh tại các đô thị là một xu thế tất yếu. Quyết định số 876/QĐ-TTg ngày 22/7/2022 của Thủ tướng Chính phủ xác định rõ: Trong giai đoạn 2022 - 2030, cụ thể là từ năm 2025, 100% xe buýt cần được thay thế, đầu tư mới sử dụng điện, năng lượng xanh; tỷ lệ đảm nhận của VTHKCC tại Hà Nội đạt 45 - 50%... Thủ đô Hà Nội đã có nhiều giải pháp thiết thực để phát triển VTHKCC khối lượng lớn, vận chuyển nhanh. Hệ thống VTHKCC khối lượng lớn trên địa bàn TP. Hà Nội hiện nay bao gồm: Hệ thống đường sắt đô thị, hệ thống xe buýt (xe buýt nhanh - BRT, xe buýt). Hiện tại, Hà Nội có hai tuyến đường sắt đô thị đã đi vào hoạt động (Cát Linh - Hà Đông và Nhổn - Ga Hà Nội) 132 tuyến buýt trợ giá với hơn 2.000 xe buýt, trong đó có 277 xe điện và xe sử dụng nhiên liệu sạch CNG, chiếm 13,6% tổng số phương tiện. Khi hệ thống đường sắt đô thị cần phải có nhiều yếu tố để phát triển và đưa vào khai thác (đặc biệt là cần có thời gian) thì xe buýt chính là phương tiện chủ lực trong thời điểm này. Do đó, để thúc đẩy chuyển đổi xanh hướng tới Net zero vào năm 2050, việc phát triển hệ thống giao thông công cộng khối lượng lớn bằng phương tiện giao thông xanh tại các đô thị lớn là rất cấp thiết. Khi hệ thống đường sắt đô thị cần phải có nhiều yếu tố để phát triển và đưa vào khai thác (đặc biệt là cần có thời gian) thì việc phát triển phương tiện xe buýt xanh là một hướng đi rất quan trọng. Xe buýt chính là phương tiện chủ lực trong thời điểm này. Tuy nhiên, việc phát triển xe buýt xanh đang gặp phải những khó khăn nhất định. Một trong những giải pháp để phát triển xe buýt xanh là thu hút người dân sử dụng bằng việc nâng cao chất lượng dịch vụ. Nghiên cứu này sẽ chỉ ra những yếu tố về chất lượng dịch vụ của phương tiện chưa đáp ứng được theo đòi hỏi của khách hàng. Từ đó, những giải pháp thiết thực nhằm nâng cao chất lượng dịch vụ được đưa ra.

## 2. ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG DỊCH VỤ VTHKCC KHỐI LƯỢNG LỚN BẰNG PHƯƠNG TIỆN XE BUÝT XANH

Chất lượng dịch vụ không chỉ phản ánh mức độ mà dịch vụ đáp ứng được nhu cầu và mong đợi của khách

hàng. Chất lượng dịch vụ VTHKCC khối lượng lớn bằng phương tiện xe buýt xanh là tổng hợp các yếu tố khác nhau nhằm đảm bảo cho một quá trình di chuyển thỏa mãn nhu cầu của hành khách khi di chuyển từ nơi này đến nơi khác và các nhu cầu khác (trước, trong và sau quá trình di chuyển), phù hợp với tính chất đặc thù của dịch vụ vận tải hành khách bằng phương tiện xe buýt xanh. Dựa trên việc tìm hiểu các nghiên cứu có liên quan và theo kinh nghiệm nghiên cứu riêng, tác giả đã đưa ra 7 tiêu chí đánh giá (khả năng đáp ứng, sự thoải mái, độ tin cậy, sự an toàn, hệ thống phương tiện hữu hình, hệ thống thông tin, đội ngũ nhân viên) để đánh giá chất lượng dịch vụ VTHKCC khối lượng lớn bằng phương tiện xe buýt xanh trên địa bàn TP. Hà Nội. Thang đo Likert 5 mức độ đã được sử dụng với các mức độ từ rất không đồng ý đến rất đồng ý. 199 hành khách đã và đang sử dụng xe buýt xanh trên địa bàn TP. Hà Nội được khảo sát với kết quả đánh giá như sau:

a) Kết quả đánh giá về khả năng đáp ứng

**Bảng 2.1. Kết quả đánh giá về khả năng đáp ứng**

Tiêu chí	Điểm trung bình
Xe có năng lực chuyên chở nhiều hành khách	3,73
Tần suất chuyến đi đáp ứng nhu cầu khách hàng	3,64
Thời gian đợi xe ngắn	3,50
Xe không bị hỏng dọc đường	3,74
Tốc độ vận chuyển hành khách nhanh	3,65
Mạng lưới xe đáp ứng được nhu cầu đi lại của quý khách	3,70
Khoảng cách giữa các trạm dừng là hợp lý	3,64

Kết quả đánh giá cho thấy phương tiện xe buýt xanh có khả năng chuyên chở nhiều hành khách với điểm số đánh giá cao. Điều đó cho thấy các phương tiện này có thể đáp ứng tốt nhu cầu vận chuyển khối lượng lớn hành khách. Tần suất chuyến đi được đánh giá khá tốt, nhưng vẫn còn có thể cải thiện để đáp ứng nhu cầu đi lại của khách hàng một cách tối ưu hơn. Thời gian đợi xe ngắn (3,50): Điểm số cho thấy thời gian đợi xe hiện tại là chấp nhận được, nhưng có thể cần giảm thêm để tăng sự hài lòng của hành khách. Xe không bị hư hỏng dọc đường được đánh giá cao cho thấy khả năng đáp ứng của phương tiện xe buýt xanh là cao, ít xảy ra sự cố, giúp hành khách cảm thấy an tâm khi sử dụng. Tốc độ vận chuyển hành khách, mạng lưới xe hiện tại và khoảng cách giữa các trạm dừng được đánh giá khá tốt, tuy nhiên vẫn có dư địa để cải thiện thêm, đảm bảo hành khách đến nơi nhanh chóng hơn và thuận tiện hơn. Mạng lưới xe hiện tại được đánh giá là khá tốt, đáp ứng được nhu cầu di chuyển của hành khách, nhưng vẫn có thể mở rộng thêm để phục vụ tốt hơn. Khoảng cách giữa các trạm dừng được đánh giá

là hợp lý, nhưng có thể cần xem xét lại để tối ưu hóa thời gian và thuận tiện cho hành khách hơn. Nhìn chung, khả năng đáp ứng của phương tiện xe buýt xanh được đánh giá ở mức khá tốt với các điểm trung bình dao động từ 3,50 đến 3,74. Tuy nhiên, vẫn có một số khía cạnh có thể cải thiện thêm để nâng cao chất lượng dịch vụ, đặc biệt là về thời gian đợi xe và tần suất chuyến đi. Điều này sẽ giúp tăng sự hài lòng của hành khách và thúc đẩy việc sử dụng các phương tiện xe buýt xanh nhiều hơn.

b) Kết quả đánh giá về sự thoải mái

**Bảng 2.2. Kết quả đánh giá về sự thoải mái**

Tiêu chí	Điểm trung bình
Quý khách không cảm thấy mệt mỏi, ức chế sau chuyến đi	3,69
Xe không quá tải	3,62
Không có ô nhiễm tiếng ồn trên xe	3,70

Dựa trên kết quả đánh giá về sự thoải mái của hành khách khi sử dụng phương tiện xe buýt xanh, chúng ta có các nhận xét sau: Phần lớn hành khách cảm thấy thoải mái và không bị mệt mỏi hay ức chế sau khi sử dụng dịch vụ vận tải xanh. Đây là một dấu hiệu tích cực về chất lượng dịch vụ và tiện nghi trên xe. Các phương tiện xe buýt xanh thường không bị quá tải, đảm bảo không gian thoải mái cho hành khách. Tuy nhiên, vẫn còn có thể cải thiện để đạt mức tối ưu hơn. Điểm đánh giá về sự yên tĩnh khi đi xe được đánh giá cao nhất trong 3 chỉ số, cho thấy phương tiện xe buýt xanh hoạt động yên tĩnh, không gây ô nhiễm tiếng ồn, góp phần tạo ra môi trường di chuyển dễ chịu cho hành khách. Sự thoải mái của hành khách khi sử dụng phương tiện xe buýt xanh được đánh giá khá cao, với điểm trung bình dao động từ 3,62 đến 3,70. Điều này cho thấy dịch vụ vận tải xanh không chỉ đáp ứng nhu cầu vận chuyển mà còn mang lại trải nghiệm thoải mái và dễ chịu cho hành khách. Mặc dù vậy, vẫn còn một số khía cạnh như không gian trên xe có thể được cải thiện thêm để đạt mức hoàn hảo hơn.

c) Kết quả đánh giá về độ tin cậy

**Bảng 2.3. Kết quả đánh giá về độ tin cậy**

Tiêu chí	Điểm trung bình
Xe đến các trạm dừng và bến đúng giờ	3,64
Các chuyến xe chạy đều đặn	3,73
Khiếu nại, phàn nàn của hành khách nhận được sự giải đáp kịp thời	3,59
Vé bán được ban hành chính xác, đúng quy định	3,89

Độ tin cậy được đánh giá cao, với các điểm trung bình dao động từ 3,59 đến 3,89. Đặc biệt, việc ban hành vé chính xác và đúng quy định được đánh giá rất tốt. Tuy

nhiên, cần chú ý cải thiện hơn nữa trong việc giải quyết khiếu nại và đảm bảo xe đến trạm đúng giờ để nâng cao sự tin cậy và hài lòng của hành khách. Tiêu chí giải quyết kịp thời các khiếu nại, phàn nàn của hành khách nhận được sự giải đáp kịp thời thấp nhất trong các tiêu chí đánh giá độ tin cậy, cho thấy vẫn còn không ít trường hợp khiếu nại của hành khách chưa được giải quyết kịp thời.

*d) Kết quả đánh giá về sự an toàn*

**Bảng 2.4. Kết quả đánh giá về sự an toàn**

Tiêu chí	Điểm trung bình
An toàn cá nhân của hành khách trên xe được đảm bảo	3,76
An toàn cá nhân của hành khách tại trạm dừng được đảm bảo	3,67
Xe đón, trả khách và dừng, đỗ đúng điểm quy định và đảm bảo an toàn	3,77

Hành khách đánh giá cao tiêu chí sự an toàn với các điểm trung bình dao động từ 3,67 đến 3,77. Đặc biệt, việc đón, trả khách và dừng, đỗ đúng điểm quy định được đánh giá rất tốt, góp phần quan trọng vào việc đảm bảo an toàn cho hành khách. Tuy nhiên, việc cải thiện an toàn tại các trạm dừng vẫn có thể được chú trọng hơn để nâng cao chất lượng dịch vụ toàn diện.

*e) Kết quả đánh giá về hệ thống phương tiện hữu hình*

**Bảng 2.5. Kết quả đánh giá về hệ thống phương tiện hữu hình**

Tiêu chí	Điểm trung bình
Phương tiện có máy lạnh	3,92
Không gian trong xe sạch sẽ, tiện nghi	3,84
Hệ thống điểm dừng khang trang, đáp ứng yêu cầu	3,65
Kiểu dáng xe đẹp	3,64
Các trang thiết bị trên xe hoạt động tốt	3,79
Trang phục của tài xế và nhân viên lịch sự, đồng bộ	3,79

Dựa trên kết quả đánh giá, chúng ta có các nhận xét sau: Việc trang bị máy lạnh trên phương tiện được đánh giá rất tốt, mang lại sự thoải mái cho hành khách trong suốt chuyến đi; không gian trong xe được đánh giá cao về độ sạch sẽ và tiện nghi, cho thấy dịch vụ chú trọng đến việc duy trì môi trường nội thất thoải mái cho hành khách; mặc dù đạt điểm khá cao, nhưng hệ thống điểm dừng vẫn có thể cải thiện thêm để đáp ứng tốt hơn các yêu cầu của hành khách; kiểu dáng xe được đánh giá tương đối cao, cho thấy ngoại hình của phương tiện xe buýt xanh tạo được ấn tượng tốt với hành khách, tuy nhiên vẫn có thể nâng cấp thêm để thu hút hơn; trang thiết bị trên xe hoạt động tốt được đánh giá cao, đảm bảo sự tiện lợi và an toàn cho hành khách trong suốt hành trình; trang phục lịch sự và đồng bộ của tài xế và nhân viên cũng được đánh giá cao, góp phần tạo nên hình ảnh chuyên nghiệp và đáng

tin cậy cho dịch vụ.

*f) Kết quả đánh giá về hệ thống thông tin*

**Bảng 2.6. Kết quả đánh giá về hệ thống thông tin**

Tiêu chí	Điểm trung bình
Có đường dây nóng để cung cấp, phản hồi thông tin với khách hàng	3,79
Nhân viên sẵn sàng trả lời quý khách khi được hỏi	3,70
Tại trạm dừng có đầy đủ thông tin về thời gian và lộ trình tuyến	3,73
Xe luôn thông báo cho quý khách biết các trạm và bến dừng	3,78
Ứng dụng công nghệ tiên tiến trong việc quản lý thông tin trong quá trình vận chuyển	3,84

Hệ thống thông tin được đánh giá cao với các điểm trung bình dao động từ 3,70 đến 3,84. Đặc biệt, việc ứng dụng công nghệ tiên tiến và cung cấp đường dây nóng để phản hồi thông tin với khách hàng được đánh giá rất tốt. Tuy nhiên, vẫn còn một số khía cạnh như sự sẵn sàng trả lời của nhân viên và cung cấp thông tin tại trạm dừng có thể cải thiện thêm để nâng cao trải nghiệm của hành khách.

*g) Kết quả đánh giá về đội ngũ nhân viên*

**Bảng 2.7. Kết quả đánh giá về đội ngũ nhân viên**

Tiêu chí	Điểm trung bình
Nhân viên thân thiện	3,72
Nhân viên có tác phong làm việc chuyên nghiệp	3,76
Nhân viên phục vụ thu phí và soát vé đúng quy định	3,87
Tài xế tuân thủ đúng hiệu lệnh, tín hiệu giao thông không phóng nhanh, vượt ẩu	3,69
Tài xế luôn chạy đúng tuyến	3,87

Kết quả khảo sát cho thấy: Tiêu chí nhân viên phục vụ thu phí và soát vé đúng quy định nhận được điểm số cao nhất tiêu chí đánh giá đội ngũ nhân viên, cho thấy nhân viên tuân thủ tốt các quy định về thu phí và soát vé, đảm bảo tính minh bạch và chính xác trong quá trình phục vụ hành khách. Bên cạnh đó, nhân viên được đánh giá khá cao về thái độ thân thiện, góp phần tạo ra môi trường dịch vụ dễ chịu và thoải mái cho hành khách. Tác phong làm việc chuyên nghiệp của nhân viên được đánh giá tốt, cho thấy sự chuyên nghiệp trong phục vụ và tạo lòng tin cho khách hàng. Tài xế tuân thủ tốt lộ trình và chạy đúng tuyến, góp phần quan trọng vào tính tin cậy và hiệu quả của dịch vụ. Tuy nhiên, việc tuân thủ hiệu lệnh giao thông và thái độ thân thiện của nhân viên vẫn có thể được cải thiện thêm để nâng cao chất lượng dịch vụ tổng thể.

**3. GIẢI PHÁP NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG DỊCH VỤ VẬN TẢI XE BUÝT XANH**

Trong các tiêu chí đánh giá chất lượng dịch vụ vận tải, hai tiêu chí nhận được điểm số đánh giá cao nhất là đội

ngũ nhân viên và hệ thống phương tiện hữu hình. Trong khi đó, khả năng đáp ứng và sự thoải mái là hai tiêu chí nhận được điểm số thấp nhất. Dựa trên các kết quả phân tích, chúng ta có thể đề xuất các giải pháp sau để nâng cao chất lượng dịch vụ:

*a) Cải thiện khả năng đáp ứng*

- Tăng cường tần suất chuyến đi: Điều chỉnh lịch trình và tăng tần suất chuyến đi vào các khung giờ cao điểm để giảm thời gian chờ của hành khách.

- Đảm bảo xe hoạt động liên tục: Bảo dưỡng định kỳ và kiểm tra kỹ thuật thường xuyên để giảm thiểu sự cố hỏng hóc giữa đường, đảm bảo xe luôn sẵn sàng hoạt động.

- Mở rộng mạng lưới: Phát triển thêm các tuyến mới và tối ưu hóa khoảng cách giữa các trạm dừng để phục vụ tốt hơn nhu cầu di chuyển của hành khách.

*b) Nâng cao sự thoải mái*

- Giữ gìn vệ sinh và tiện nghi trên xe: Duy trì không gian sạch sẽ, lắp đặt thêm các tiện ích như ổ cắm sạc, wifi để tạo sự tiện nghi cho hành khách.

- Giảm thiểu tình trạng quá tải: Đảm bảo số lượng hành khách trên mỗi chuyến không vượt quá khả năng chuyên chở của xe.

- Giảm thiểu ô nhiễm tiếng ồn: Sử dụng các vật liệu cách âm tốt hơn và bảo dưỡng động cơ định kỳ để giảm tiếng ồn phát ra từ xe.

*c) Tăng cường độ tin cậy*

- Cải thiện hệ thống phản hồi khách hàng: Xây dựng quy trình giải quyết khiếu nại hiệu quả, đảm bảo mọi phản hồi của hành khách đều được xử lý kịp thời.

- Đảm bảo đúng giờ: Sử dụng hệ thống quản lý lịch trình hiện đại để theo dõi và điều chỉnh thời gian đến/đi của các chuyến xe một cách chính xác.

*d) Tăng cường an toàn*

- Đào tạo lái xe: Tổ chức các khóa đào tạo về ATGT, nhắc nhở tài xế tuân thủ đúng hiệu lệnh và tín hiệu giao thông.

- Quản lý điểm đón, trả khách: Đảm bảo các điểm đón, trả khách được thiết kế và duy trì một cách an toàn, không gây cản trở giao thông.

*e) Nâng cao hệ thống phương tiện hữu hình*

- Thường xuyên bảo dưỡng và nâng cấp các phương tiện;  
- Nâng cấp trạm dừng: Cải thiện cơ sở vật chất tại các trạm dừng để đảm bảo sạch sẽ, khang trang và tiện nghi;

- Cải tiến thiết kế xe: Đầu tư vào việc thiết kế xe với kiểu dáng hiện đại, thân thiện và thoải mái cho hành khách.

*f) Tối ưu hóa hệ thống thông tin*

- Cải thiện ứng dụng công nghệ: Như hệ thống GPS để cung cấp thông tin thời gian thực về lịch trình và vị trí xe cho hành khách;

- Thông tin đầy đủ tại trạm dừng: Cung cấp thông tin chi tiết về thời gian, lộ trình và các thay đổi liên quan tại các trạm dừng;

- Đào tạo nhân viên về giao tiếp thông tin: Đảm bảo nhân viên luôn sẵn sàng và đủ thông tin để trả lời các câu

hỏi của hành khách.

*g) Nâng cao chất lượng đội ngũ nhân viên*

- Đào tạo về kỹ năng mềm: Tổ chức các khóa đào tạo về kỹ năng giao tiếp, phục vụ khách hàng và tác phong làm việc chuyên nghiệp cho toàn bộ nhân viên;

- Chính sách khen thưởng: Áp dụng các chính sách khen thưởng, động viên nhân viên có thành tích tốt trong công việc, góp phần nâng cao tinh thần làm việc;

- Kiểm tra định kỳ: Thực hiện kiểm tra định kỳ về chất lượng phục vụ của nhân viên để đảm bảo tuân thủ đúng các quy định và quy trình phục vụ.

**4. KẾT LUẬN**

Bài báo đã nghiên cứu đánh giá thực trạng chất lượng dịch vụ vận tải hành khách khối lượng lớn trên các phương tiện xe buýt xanh trên địa bàn TP. Hà Nội. Kết quả cho thấy, chất lượng dịch vụ trên các phương tiện này được đánh giá khá cao. Tuy nhiên, vẫn còn một số tiêu chí cần phải được cải thiện, đó là khả năng đáp ứng và sự thoải mái. Bài báo cũng đã đưa ra những giải pháp nâng cao toàn diện chất lượng dịch vụ VTHKCC bằng phương tiện xe buýt xanh, đáp ứng tốt hơn nhu cầu của hành khách, đặc biệt là các giải pháp liên quan đến việc cải thiện khả năng đáp ứng và tạo sự thoải mái cho hành khách. Bài báo giúp ích rất nhiều cho các doanh nghiệp vận tải hoạt động trong lĩnh vực VTHKCC khối lượng lớn bằng phương tiện xe buýt xanh, từ đó thúc đẩy việc sử dụng phương tiện xe buýt xanh, góp phần bảo vệ môi trường và phát triển bền vững.

**Tài liệu tham khảo**

[1]. Parasuraman, A., Zeithaml, A. V., & Berry, L. A. (1988), *SERVQUAL: A Multiple Item Scale for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality*, *Journal of Retailing*, 64, 12-40.

[2]. Wisniewski, M. (2001), *Using SERVQUAL to assess customer satisfaction with public sector services*, *Managing Service Quality*, 11(6), 380-388.

[3]. de Oña, J., de Oña, R., Eboli, L., & Mazzulla, G. (2013), *Perceived service quality in bus transit service: A structural equation approach*, *Transport Policy*, vol.29, pp.219-226.

[4]. Hoàng Thị Hồng Lê (2016), *Nghiên cứu nâng cao chất lượng dịch vụ vận tải hành khách công cộng bằng xe buýt ở TP. Hà Nội*, Luận án Tiến sỹ kinh tế, Trường Đại học GTVT.

**Ngày nhận bài: 26/7/2024**

**Ngày nhận bài sửa: 14/8/2024**

**Ngày chấp nhận đăng: 05/9/2024**

# Kinh nghiệm quốc tế về đào tạo, phát triển nguồn nhân lực đường sắt tốc độ cao và bài học cho Việt Nam

■ **ThS. NGUYỄN VĂN NGHĨA<sup>(\*)</sup>**

Vụ Tổ chức cán bộ (Bộ Giao thông vận tải)

■ **ThS. BÙI THỊ PHƯƠNG THẢO**

Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải

Email: <sup>(\*)</sup>nghianv.mt@gmail.com.vn

**TÓM TẮT:** Đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam là một trong những dự án chiến lược của ngành Đường sắt Việt Nam. Để thực hiện các mục tiêu phát triển đường sắt tốc độ cao theo Kết luận số 49-KL/TW của Bộ Chính trị về định hướng phát triển GTVT đường sắt Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045, bên cạnh việc chuẩn bị nguồn lực về vốn đầu tư, quỹ đất, công nghiệp đường sắt thì việc nghiên cứu, phát triển nguồn nhân lực đường sắt tốc độ cao trên trục Bắc - Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 là rất cần thiết. Trên cơ sở kế thừa kết quả nghiên cứu của một số cơ quan, đơn vị thuộc Bộ GTVT, bài báo giới thiệu về kinh nghiệm của một số quốc gia có đường sắt tốc độ cao trên thế giới, thực trạng đào tạo nhân lực đường sắt hiện nay và một số bài học cho Việt Nam trong việc đào tạo, phát triển nguồn nhân lực đường sắt tốc độ cao trên trục Bắc - Nam.

**TỪ KHÓA:** Kinh nghiệm, quốc tế, đào tạo, nhân lực, đường sắt tốc độ cao.

**ABSTRACT:** The North-South high-speed railway is one of the strategic projects of Vietnam's railway industry. To achieve the goals of developing high-speed railways according to Conclusion No. 49-KL/TW of the Politburo on the orientation of Vietnam's railway transport development to 2030, with a vision to 2045, in addition to preparing resources for investment capital, land fund and railway industry, research and development of high-speed railway human resources on the North-South axis until 2030, with a vision to 2045, is essential. Based on the research results of a number of agencies under the Ministry of Transport, the article introduces the experience of a number of countries with high-speed railways in the world and the current status of training. Current railway human resources and outline some lessons in training and developing high-speed railway human resources on the North - South axis.

**KEYWORDS:** Training, human resource development, high-speed railway.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Kết cấu hạ tầng giao thông đồng bộ là một trong những vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy phát triển các ngành, lĩnh vực khác nói riêng và đất nước nói chung. Việc phát triển hạ tầng đường sắt tốc độ cao ở các quốc gia phát triển như Trung Quốc, Hàn Quốc, Nhật Bản, Hoa Kỳ... với tiềm lực về tài chính, công nghệ, nguồn nhân lực được định hình nhiều thập kỷ trước. Do đó, đối với mục tiêu phát triển kết cấu hạ tầng đồng bộ, hiện đại, từng bước hiện thực hóa Nghị quyết Đại hội Đảng toàn quốc lần thứ XIII, Bộ Chính trị đã có Kết luận số 49-KL/TW ngày 28/02/2023 về định hướng phát triển GTVT đường sắt Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045, Chính phủ cũng đã có Nghị quyết số 178/NQ-CP ngày 31/10/2023 ban hành Chương trình hành động của Chính phủ thực hiện Kết luận số 49-KL/TW ngày 28/02/2023 của Bộ Chính trị, theo đó xác định "Đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam là trục "xương sống", khai thác hiệu quả các tuyến đường sắt hiện có, kết nối hiệu quả với các tuyến đường sắt đô thị, các trung tâm kinh tế lớn, đầu mối vận tải trong nước (cảng biển, cảng hàng không, cửa khẩu quốc tế) và liên vận quốc tế" và đến năm 2025 "phải hoàn thành phê duyệt chủ trương đầu tư dự án đường sắt tốc độ cao trên trục Bắc - Nam", đến năm 2030 "phấn đấu khởi công dự án đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam các đoạn ưu tiên Hà Nội - Vinh, TP. Hồ Chí Minh - Nha Trang", đến năm 2045 "hoàn thành đưa vào khai thác toàn tuyến đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam".

Dự án đường sắt tốc độ cao trên trục Bắc - Nam là dự án có tính chất công nghệ và kỹ thuật phức tạp, hiện đại nên yêu cầu đội ngũ lao động có trình độ cao. Để thực hiện các mục tiêu phát triển đường sắt tốc độ cao theo Kết luận số 49-KL/TW của Bộ Chính trị, bên cạnh việc chuẩn bị nguồn lực về vốn đầu tư, quỹ đất, công nghiệp đường sắt... thì việc nghiên cứu đào tạo, phát triển nguồn nhân lực đường sắt tốc độ cao đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 là rất cần thiết.

Trên cơ sở kinh nghiệm của một số quốc gia có đường sắt tốc độ cao trên thế giới, thực trạng công tác đào tạo, phát triển nhân lực đường sắt hiện nay, nghiên cứu sẽ đề xuất một số bài học trong việc đào tạo, phát triển nguồn nhân lực đường sắt tốc độ cao của Việt Nam.

## 2. KINH NGHIỆM CỦA MỘT SỐ QUỐC GIA CÓ ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO

Kết quả nghiên cứu trong Báo cáo tiền khả thi dự án đường sắt tốc độ cao trên trục Bắc - Nam của Ban QLDA Đường sắt và Báo cáo phương án phát triển nguồn nhân lực xây dựng, vận hành đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam của Viện Chiến lược và Phát triển GTVT cho thấy, các quốc gia trên thế giới chia làm 3 nhóm: (i) Nhóm tự phát triển và làm chủ hoàn toàn công nghệ về đường sắt tốc độ cao gồm Nhật Bản, Pháp, Đức và Ý; (ii) Nhóm nhận chuyển giao sau đó làm chủ công nghệ như các nước có nền công nghiệp phát triển như Trung Quốc, Hàn Quốc và Tây Ban Nha và (iii) Nhóm các quốc gia nhận chuyển giao và làm chủ công nghệ vận hành, bảo trì, từng bước nâng cao tỷ lệ nội địa hóa, khuyến khích phát triển công nghiệp để từng bước làm chủ công nghệ. Bài học kinh nghiệm về phát triển nhân lực đường sắt tốc độ cao của một số quốc gia tiêu biểu như sau:

### 2.1. Kinh nghiệm của Hàn Quốc

Năm 1989, Chính phủ Hàn Quốc quyết định chủ trương xây dựng đường sắt cao tốc Seoul - Busan, dài 412 km để giải quyết tình trạng tắc nghẽn giao thông trên hành lang kinh tế này. Tuyến đường được khởi công năm 1992 và tháng 4/2004, Hàn Quốc chính thức đưa đoạn tuyến đầu tiên từ Seoul đến Daegu vào khai thác, trở thành quốc gia thứ 5 trên thế giới vận hành đường sắt tốc độ cao. Hàn Quốc lựa chọn đầu tư đoàn tàu đầu tiên là TGV Réseau của Alstom (Pháp), với tốc độ kỹ thuật 350 km/h và tốc độ lưu hành 305 km/h. Bằng đầu tư nguồn lực chiến lược, Hàn Quốc đã nhanh chóng làm chủ công nghệ và tự phát triển được tàu tốc độ cao HSR-350x đạt tốc độ thử nghiệm 352 km/h và đưa vào khai thác ngay từ tuyến đường sắt tốc độ cao thứ 2, KTX Sancheon. Đến năm 2013, Hàn Quốc đã phát triển thành công tàu KTX thế hệ tiếp theo, HEMU-430X, đạt 421,4 km/h, đưa Hàn Quốc trở thành quốc gia thứ tư trên thế giới sau Nhật Bản, Pháp và Trung Quốc phát triển tàu tốc độ cao chạy trên đường sắt thông thường với tốc độ trên 420 km/h.

Để đạt được thành tựu như ngày hôm nay, từ tuyến đường sắt đầu tiên Seoul - Busan, Hàn Quốc đã có kế hoạch tiếp nhận chuyển giao công nghệ đi đôi với nghiên cứu, phát triển tàu cao tốc hết sức chiến lược.

Thỏa thuận chuyển giao công nghệ đầu máy, toa xe và hạ tầng giữa Tập đoàn chế tạo chính tàu TGV Pháp, GEC Alstom (nay là Alstom) với các công ty của Hàn Quốc. Theo đó, quá trình chuyển giao công nghệ thực hiện theo 3 bước:

- (1) Bước 1 - Chuyển giao tài liệu kỹ thuật: Tất cả tài liệu kỹ thuật được chuyển giao cho kỹ sư Hàn Quốc nghiên cứu;
- (2) Bước 2 - Tổ chức, tiếp nhận đào tạo, bao gồm đào tạo tại chỗ và tại chức: Các kỹ sư sau khi nghiên cứu tài liệu được cử sang Pháp để đào tạo, bao gồm cả "đào tạo tại chỗ và tại chức" tại nơi sản xuất 2 đoàn tàu đầu tiên;
- (3) Bước 3 - Sản xuất/chế tạo nội địa và kiểm tra đánh giá: Các kỹ sư sau khi trở về Hàn Quốc sẽ đào tạo lại cho nhóm kỹ sư ở trong nước để bắt đầu nội địa hóa sản xuất 34 đoàn tàu tiếp theo.

Đối với nhân lực khai thác vận hành, tại Hàn Quốc, các dịch vụ GTVT đường sắt, từ đường sắt quốc gia tới đường sắt đô thị và đường sắt tốc độ cao đều do Tập đoàn Đường sắt Hàn Quốc (KORAIL) đảm nhận. Khi triển khai tuyến đường sắt tốc độ cao đầu tiên Seoul - Busan, KORAIL đã thực hiện chương trình đào tạo nhân viên vận hành đường sắt tốc độ cao theo từng bước và tự đào tạo. Để vận hành khai thác thương mại đoạn tuyến Seoul - Deagu, KORAIL lên kế hoạch 2.766 nhân lực có trình độ, qua đào tạo. Trong đó, 1.457 người được huy động từ nguồn nhân lực sẵn có của KORAIL trên cơ sở tái cơ cấu, sắp xếp lại lao động của Tập đoàn.

Các bước đào tạo nhân lực vận hành đường sắt tốc độ cao gồm:

- 1) Bước 1 - Đào tạo ở nước ngoài: Bắt đầu bằng đào tạo cán bộ quản lý và cán bộ hướng dẫn (37 người vào năm 1996 và 22 người vào năm 1997) và tổng số học viên lên tới 450 người, trong đó có 50 người cho khóa học quản lý, 73 người cho khóa học hướng dẫn và 300 nhân viên theo từng vị trí việc làm.

- 2) Bước 2 - Đào tạo trong nước: Sau khi trở về Hàn Quốc, cán bộ, chuyên gia đã được đào tạo ở nước ngoài tổ chức đào tạo 4.000 nhân viên địa phương và đồng thời thực hiện đào tạo tại chỗ trên các đoạn đường thử nghiệm.

Với phương châm "Đường sắt Hàn Quốc, tốt nhất thế giới", Tập đoàn KORAIL đã tổ chức xây dựng và đào tạo nhân viên theo hệ thống phát triển nguồn nhân lực của Tập đoàn. Chương trình đào tạo nhân sự của KORAIL có thời gian 6 tháng, chia làm 3 giai đoạn:

- 1) Giai đoạn đào tạo cơ bản: Đào tạo cơ bản trong 2 tuần để nhân sự tuyển dụng mới tìm hiểu về hoạt động tổng thể của hệ thống, đề xuất các ý tưởng sáng tạo khi đến các địa điểm làm việc chính, đồng thời tiếp thu các kiến thức cơ bản để đảm bảo có thể làm việc ngay khi được giao

nhệm vụ.

2) Giai đoạn đào tạo tại chỗ: Sau khi hoàn thành khóa đào tạo cơ bản, nhân sự sẽ được phân công đến các bộ phận để đào tạo tại chỗ. Quá trình đào tạo tại chỗ diễn ra từ 1 tới 3 tháng.

3) Giai đoạn đào tạo tại hiện trường làm việc: Kết thúc đợt đào tạo, các nhân sự sẽ được phân tới vị trí làm việc thực tế.

Thành công với chiến lược làm chủ công nghệ và khai thác an toàn, vận hành hiệu quả đường sắt tốc độ cao Hàn Quốc, năm 2008, KORAIL thành lập Trung tâm Đào tạo Đường sắt Quốc tế cho Hiệp hội Đường sắt Quốc tế (UIC) châu Á nhằm chuyển giao công nghệ và bí quyết quản lý đường sắt Hàn Quốc cho cộng đồng quốc tế. Trung tâm đào tạo cung cấp 4 chương trình đào tạo chính: Chương trình Đường sắt Tiên tiến, Chương trình Đầu máy toa xe, Chương trình Hậu cần Quốc tế và Chương trình Quản lý Đường sắt. Trung tâm đã được công nhận là một trong những trung tâm xuất sắc nhất trong mạng lưới các trung tâm đào tạo đường sắt châu Á.

## 2.2. Kinh nghiệm của Trung Quốc

Dù bắt đầu muộn hơn các nước phát triển hơn 40 năm nhưng đường sắt tốc độ cao của Trung Quốc đã phát triển thần tốc. Tính đến hết năm 2023, Trung Quốc đã vận hành hơn 42.000 km, chiếm hơn 70% tổng số km đường sắt tốc độ cao thế giới. Đây là mạng lưới đường sắt tốc độ cao dài nhất thế giới, chuyên phục vụ vận chuyển hành khách với tốc độ 250 - 350 km/h.

Trung Quốc phát triển đường sắt tốc độ cao theo hai giai đoạn: Giai đoạn đầu là tiếp nhận và chuyển giao khoa học kỹ thuật, công nghệ từ các nước phát triển như Alstom, Siemens, Bombardier và Kawasaki Heavy Industries. Giai đoạn sau, Trung Quốc đạt được mức độ tự chủ một phần trong việc chế tạo thế hệ tàu tốc độ cao tiếp theo bằng cách phát triển năng lực trong nước để sản xuất các bộ phận quan trọng và cải tiến thiết kế của nước ngoài. Từ năm 2010, hầu như toàn bộ hạ tầng ray đều đã do Trung Quốc đảm nhận. Đến nay, ray, công trình phụ trợ, thông tin tín hiệu, phần mềm điều hành, thiết kế ga và cả đoàn tàu đều do Trung Quốc tự phát triển, chỉ còn sử dụng một số bộ phận của nước ngoài.

Trung Quốc đặt mục tiêu chiến lược "Cải tạo đường sắt bằng nhân tài" và xây dựng đội ngũ nhân tài đường sắt chuyên nghiệp, chất lượng cao. Để thực hiện mục tiêu này, từ năm 2017, Trung Quốc đã triển khai chương trình "Trăm triệu nhân tài". Tới nay, chương trình đã huy động nguồn lực từ 25 trường đại học hàng đầu, 11 viện khoa học, 51 phòng thí nghiệm quốc gia, 500 công ty và 40 viện nghiên cứu chính phủ với sự tham gia của hơn 10.000 kỹ sư, nhà nghiên cứu và kỹ thuật viên.

## 2.3. Hoa Kỳ

Bài học về xây dựng kế hoạch và tổ chức triển khai tuyển dụng, đào tạo nhân lực xây dựng và vận hành đường

sắt tốc độ cao bài bản, chi tiết.

Chính quyền tiểu bang California hiện đang triển khai đầu tư công, xây dựng tuyến đường sắt tốc độ cao kết nối San Francisco với Los Angeles, kéo dài đến Sacramento và San Diego, với tổng chiều dài 1.287 km, qua 24 nhà ga, tốc độ tàu tối đa đạt 200 dặm/h (322 km/h), khổ đường 1.435 mm, công nghệ Shinkansen, dự kiến hoàn thành năm 2033.

Cơ quan Đường sắt tốc độ cao California (CHSRA) chịu trách nhiệm lập kế hoạch, thiết kế, xây dựng và vận hành hệ thống đường sắt tốc độ cao đầu tiên của Hoa Kỳ. CHSRA được giao sở hữu hệ thống, có trách nhiệm đảm bảo các tiêu chuẩn, quy chuẩn an toàn; quản lý, giám sát hợp đồng; giải phóng mặt bằng và đảm bảo tuân thủ các yêu cầu bảo vệ môi trường, xã hội.

Xác định đây là dự án quy mô, sử dụng nhân lực lớn, tạo cơ hội việc làm cho nhân lực địa phương, CHSRA đã xây dựng một kế hoạch nhân lực chi tiết, bao gồm dự báo nhu cầu nhân lực theo chuyên môn, trình độ cho từng năm trong suốt hai giai đoạn xây dựng 2009 - 2033 và giai đoạn vận hành - khai thác từ 2025 (San Francisco-Los Angeles) và 2033 (San Francisco-Los Angeles- Sacramento -San Diego). Theo đó, giai đoạn 1 của dự án, từ 2009 đến 2025, tổng nhân lực phục vụ xây dựng đường sắt tốc độ cao California là 256.090 người/năm. Trong đó, nhân lực xây dựng chiếm 79,2%, nhân lực vận hành và bảo trì chiếm 12,5% và nhân lực thiết kế và chuẩn bị xây dựng chiếm 8,4%.

Để triển khai, CHSRA thành lập Trung tâm Đào tạo Central Valley nhằm cung cấp các lớp học trước khi học nghề và đào tạo kỹ thuật thực hành cho người dân California trong quá trình ứng tuyển việc làm tại dự án này. CHSRA cũng tổ chức truyền thông rộng rãi về kế hoạch tuyển dụng nhân lực cho dự án và các khóa đào tạo nghề, đào tạo kỹ thuật thực hành tại Trung tâm Đào tạo Central Valley.

## 3. THỰC TRẠNG VỀ ĐÀO TẠO, PHÁT TRIỂN NHÂN LỰC ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO

### 3.1. Dự báo nhu cầu nhân lực đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam

Theo nghiên cứu của Viện Chiến lược và Phát triển GTVT, Ban QLDA Đường sắt thuộc Bộ GTVT, nhu cầu nhân lực xây dựng, vận hành đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam gồm 4 nhóm chính: (i) Khối nhân lực quản lý dự án: Nhân lực đại diện chủ đầu tư quản lý dự án; (ii) Khối nhân lực tư vấn: Bao gồm tư vấn khảo sát, thiết kế, giám sát...; (iii) Khối nhân lực nhà thầu xây dựng; (iv) Khối nhân lực khai thác vận hành: Vận hành chạy tàu và bảo trì hệ thống.

- Đối với nhân lực quản lý dự án: Đội ngũ nhân lực này sẽ được yêu cầu có ngay sau khi thông qua chủ trương đầu tư. Theo đó, giai đoạn 2025 - 2027 sẽ cần khoảng 300 - 500 nhân lực, cao điểm nhất giai đoạn 2028 - 2032 khi triển

khai đồng thời cả 3 đoạn tuyến của dự án đường sắt tốc độ cao với số lượng khoảng 700 - 900 nhân sự và giai đoạn 2032 - 2035 sẽ giảm về 300 - 500 nhân lực sau khi đưa vào khai thác 2 đoạn tuyến Hà Nội - Vinh và TP. Hồ Chí Minh - Nha Trang.

- Đối với nhân lực tư vấn: Nhân lực tư vấn khảo sát, thiết kế và giám sát thi công được huy động theo tiến độ dự án và cao điểm nhất vào năm 2026 - 2028, giai đoạn triển khai công tác thiết kế tổng thể kỹ thuật với số lượng khoảng 1.100 - 1.300 nhân sự.

- Đối với nhân lực xây dựng: Đây là nhóm có nhu cầu lớn nhất trong suốt quá trình triển khai đầu tư xây dựng, khai thác vận hành dự án với nhu cầu lúc cao điểm lên đến khoảng 180.000 - 240.000 nhân sự.

- Đối với nhân lực vận hành, khai thác: Khác với nhân lực giai đoạn xây dựng chỉ có tính chất ngắn hạn trong giai đoạn thi công, nhân lực vận hành, khai thác là việc làm dài hạn, ổn định khi dự án đưa vào vận hành, khai thác. Nhu cầu nhân lực vận hành, khai thác đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam phụ thuộc rất lớn vào quy trình, công nghệ và công suất khai thác. Nghiên cứu tiền khả thi đường sắt cao tốc Bắc - Nam và Đề án Tái cơ cấu Đường sắt Việt Nam đã xây dựng vị trí việc làm và dự kiến nhân lực vận hành, khai thác đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam cho 2 đoạn tuyến Hà Nội - Vinh và TP. Hồ Chí Minh - Nha Trang năm 2032 là 5.943 lao động và đoạn Vinh - Nha Trang năm 2035 là 7.937 lao động. Như vậy, đến năm 2025, cần 13.880 nhân sự vận hành, khai thác toàn tuyến đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam.

- Tổng hợp nhu cầu nhân lực: Tổng hợp nhu cầu nhân lực xây dựng, vận hành trong giai đoạn cao điểm của các nhóm được tổng hợp theo Bảng 3.1:

**Bảng 3.1. Tổng hợp nhu cầu nhân lực**

TT	Nhóm đối tượng	Nhu cầu nhân lực giai đoạn cao điểm (nhân sự)				
		Công nhân kỹ thuật	Kỹ sư	Thạc sĩ	Tiến sĩ	Tổng cộng
1	Cơ quan quản lý dự án		500 - 630	200 - 270		700 - 900
2	Đơn vị tư vấn		710 - 800	350 - 450	40 - 50	1.100 - 1.300
3	Nhà thầu xây dựng	165.000 - 220.000	15.000 - 20.000			180.000 - 240.000
4	Đơn vị vận hành, khai thác	11.200	2.424	235	21	13.880

### 3.2. Thực trạng nguồn nhân lực và năng lực đào tạo nhân lực đường sắt

Theo Báo cáo tiền khả thi dự án đường sắt tốc độ cao trên trục Bắc - Nam của Ban QLDA Đường sắt và Báo cáo phương án phát triển nguồn nhân lực xây dựng, vận hành đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam của Viện Chiến lược và Phát triển GTVT thì nhân lực đường sắt chỉ chiếm khoảng 3% tổng nhân lực của ngành GTVT và không có sự biến động lớn về quy mô cũng như trình độ trong suốt thời gian vừa qua do hệ thống đường sắt cơ bản ổn định trong một thời gian dài. Nguồn nhân lực đường sắt hiện nay của Việt Nam mới chỉ đáp ứng cơ bản nhu cầu quản lý, khai thác, vận hành hệ thống đường sắt hiện hữu. Do đó, cần có sự chuẩn bị chu đáo, kỹ càng để sẵn sàng đáp ứng quá trình xây dựng, vận hành, khai thác hệ thống đường sắt tốc độ cao.

Nguồn nhân lực đường sắt hiện nay được đào tạo, cung cấp bởi: (i) Một số trường đại học, cao đẳng có đào tạo một số chuyên ngành về đường sắt; (ii) một số trường đại học, cao đẳng, trung cấp có các chuyên ngành gần, trong đó:

- Nhóm trường đại học có đào tạo một số chuyên ngành về đường sắt gồm: Trường Đại học Công nghệ GTVT và Trường Đại học GTVT TP. Hồ Chí Minh thuộc Bộ GTVT; Trường Đại học GTVT thuộc Bộ Giáo dục và Đào tạo có đào tạo trình độ đại học, sau đại học các chuyên ngành về công trình đường sắt, kinh tế vận tải sắt, khai thác vận tải sắt, cơ khí đầu máy - toa xe, thông tin tín hiệu với năng lực tuyển sinh đào tạo hàng năm khoảng 5.000, tuy nhiên kết quả tuyển sinh được khoảng 40 - 50%. Năng lực giảng dạy các chuyên ngành Đường sắt tại các trường này còn có thể mở rộng.

Bên cạnh đó, Trường Cao đẳng Đường sắt thuộc Tổng công ty Đường sắt Việt Nam là cơ sở đào tạo chuyên sâu lĩnh vực đường sắt với năng lực đăng ký hàng năm trên 5.000, tuy nhiên kết quả tuyển sinh thấp, chỉ đạt trên 1.000.

- Nhóm các trường đại học, cao đẳng, trung cấp có các chuyên ngành gần (khối chuyên ngành công trình, cơ khí, tự động hóa, kỹ thuật nhiệt, kỹ thuật điện, điện tử, công nghệ thông tin, tự động hóa...) gồm các trường Đại học: Xây dựng Hà Nội, Bách khoa Hà Nội, Bách khoa Đà Nẵng, Bách khoa TP. Hồ Chí Minh, Thủy lợi, Mỏ - Địa chất.; các trường cao đẳng thuộc Bộ GTVT (Cao đẳng GTVT TW I, II, III, IV, V, VI) và một số trường một số bộ, địa phương có chuyên ngành đào tạo phù hợp với nhu cầu của ngành Đường sắt hiện nay.

Các cơ sở đào tạo nêu trên đang thực hiện đào tạo, cung cấp nguồn nhân lực đường sắt cho hệ thống đường sắt quốc gia, đường sắt đô thị, đường sắt chuyên dùng hiện tại, chưa có các chuyên ngành về đường sắt tốc độ cao.



#### **4. BÀI HỌC CHO VIỆT NAM TRONG VIỆC ĐÀO TẠO, PHÁT TRIỂN NGUỒN NHÂN LỰC ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO**

Dự án đường sắt tốc độ cao trên trục Bắc - Nam là dự án có tính chất công nghệ và kỹ thuật cao, phức tạp nên yêu cầu cần phải có đội ngũ lao động có trình độ cao. Công tác đào tạo nguồn nhân lực cần đi trước một bước. Với mục tiêu nghiên cứu phương án đào tạo, phát triển nguồn nhân lực nhằm chuẩn bị sẵn sàng nhân lực đáp ứng công tác xây dựng, quản lý, khai thác, vận hành tuyến đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam, đồng thời chủ động tiếp nhận, từng bước làm chủ từng phần công nghệ xây dựng, công nghiệp, vận hành đường sắt tốc độ cao, qua đó tối đa hóa hiệu quả kinh tế - xã hội, trực tiếp nhất là lợi ích tạo việc làm cho hàng trăm nghìn lao động trong giai đoạn thi công, hàng chục nghìn lao động trong giai đoạn vận hành và góp phần đổi mới, nâng cao trình độ công nghệ cũng như phát triển các ngành công nghiệp hỗ trợ.

Nghiên cứu kinh nghiệm của một số quốc gia có đường sắt tốc độ cao cho thấy, để sẵn sàng cho việc đầu tư, phát triển đường sắt tốc độ cao, các quốc gia đều có chương trình quốc gia phát triển về nguồn nhân lực, công nghiệp đường sắt và có thể rút ra một số bài học chung về phát triển nhân lực đường sắt tốc độ cao như sau:

*Thứ nhất*, cần có chiến lược, kế hoạch tổng thể về đào tạo, phát triển nguồn nhân lực đường sắt tốc độ cao ngay khi quyết định đầu tư.

*Thứ hai*, đào tạo và phát triển nguồn nhân lực phải xuất phát và gắn liền với chuyển giao và làm chủ công nghệ đường sắt tốc độ cao; các cơ sở đào tạo, nghiên cứu, các doanh nghiệp trong nước phải tham gia sâu vào quá trình tiếp nhận đào tạo, chuyển giao xuyên suốt quá trình.

*Thứ ba*, phải có cơ quan quản lý chuyên ngành đường sắt tốc độ cao; tổ chức đào tạo cán bộ của cơ quan quản lý đường sắt tốc độ cao, đảm bảo đủ năng lực xây dựng, thẩm định, phê duyệt các tiêu chuẩn, quy chuẩn, thiết kế, hợp đồng bao gồm cả các yêu cầu về an toàn, xã hội, môi trường.

*Thứ tư*, xây dựng chương trình, chính sách tuyển dụng, bồi dưỡng, đãi ngộ để thu hút nhân tài, nhân lực chất lượng cao làm nòng cốt, tiếp nhận chuyển giao, làm chủ công nghệ đường sắt tốc độ cao.

*Thứ năm*, xác định đơn vị đầu mối để nghiên cứu chuyển giao công nghệ phát triển đường sắt tốc độ cao và tổ chức đào tạo nhân lực xây dựng, vận hành và bảo trì đường sắt tốc độ cao.

Đối với Việt Nam, ngoài các bài học trên, cần phải xem xét một số vấn đề sau:

*Một là*, phải thể chế hóa công tác đào tạo, phát triển nguồn nhân lực đường sắt tốc độ cao. Nhân lực đường sắt tốc độ cao là một đối tượng mới, do đó cần bổ sung vào các

quy định pháp luật (Luật Đường sắt và các quy định pháp luật khác có liên quan) để tạo hành lang pháp lý đầy đủ.

*Hai là*, việc xây dựng chiến lược, kế hoạch đào tạo và phát triển nguồn nhân lực đường sắt tốc độ cao phải xác định rõ nhu cầu đào tạo, kinh phí đào tạo cho các đối tượng, lộ trình và lựa chọn mô hình tổ chức đào tạo phù hợp với việc nhận chuyển giao, tiếp thu công nghệ mới.

*Ba là*, sự chủ động của các cơ sở đào tạo trong việc chuẩn bị các điều kiện tổ chức đào tạo, các cơ sở đào tạo phải chủ động nắm bắt, xây dựng đội ngũ giảng viên, điều kiện cơ sở vật chất, chương trình, tài liệu đào tạo phù hợp với công nghệ mới.

#### **5. KẾT LUẬN**

Dự án đường sắt tốc độ cao trên trục Bắc - Nam là dự án có tính chất công nghệ và kỹ thuật cao, phức tạp nên yêu cầu cần phải có đội ngũ lao động có trình độ cao. Công tác đào tạo, phát triển nguồn nhân lực cần đi trước một bước. Kết quả nghiên cứu nhằm xác định phương án đào tạo phát triển, chuẩn bị sẵn sàng nhân lực đáp ứng công tác xây dựng, quản lý, khai thác, vận hành tuyến đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam, đồng thời chủ động tiếp nhận, từng bước làm chủ từng phần công nghệ xây dựng, công nghiệp, vận hành đường sắt tốc độ cao, qua đó tối đa hóa hiệu quả kinh tế - xã hội.

#### **Tài liệu tham khảo**

- [1]. *Kết luận số 49-KL/TW ngày 28/02/2023 của Bộ Chính trị về định hướng phát triển GTVT đường sắt Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.*
- [2]. *Nghị quyết số 178/NQ-CP ngày 31/10/2023 của Chính phủ ban hành Chương trình hành động của Chính phủ thực hiện Kết luận số 49-KL/TW ngày 28/02/2023 của Bộ Chính trị về định hướng phát triển giao thông vận tải đường sắt Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.*
- [3]. Viện Chiến lược và Phát triển GTVT (2024), *Báo cáo phương án phát triển nguồn nhân lực xây dựng, vận hành đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam.*
- [4]. Ban Quản lý Dự án đường sắt, Bộ GTVT (2023), *Báo cáo tiền khả thi dự án đường sắt tốc độ cao trên trục Bắc - Nam.*
- [5]. *Mọi số tài liệu, báo cáo về nguồn nhân lực và đường sắt tốc độ cao của Bộ GTVT.*

**Ngày nhận bài: 01/8/2024**

**Ngày nhận bài sửa: 12/8/2024**

**Ngày chấp nhận đăng: 04/9/2024**

# Ứng dụng thử nghiệm Phonics vào môn học tiếng Anh chuyên ngành công trình tại UTC

■ **ThS. HOÀNG THANH THÚY<sup>(1)</sup>; ThS. NGUYỄN HÀ LINH<sup>(2)</sup>**

*Trường Đại học Giao thông vận tải*

Email: <sup>(1)</sup>hoangthanhthuy0810@utc.edu.vn; <sup>(2)</sup>linhnh@utc.edu.vn

**TÓM TẮT:** “Phonics” (tạm dịch: âm học) được hiểu một cách đơn giản và cốt lõi nhất là quan hệ giữa tên (letter) của chữ và âm (sound) của chữ cũng như vận nhằm phục vụ các kỹ năng ngôn ngữ nói chung và tiếng Anh nói riêng thông qua mã hóa và giải mã âm thanh của từ vựng. Vì vậy, việc ứng dụng phương pháp Phonics vào công tác dạy và học (D&H) tiếng Anh chuyên ngành Công trình (TACNCT) tại Trường Đại học GTVT (viết tắt trong tiếng Anh là “UTC”) là thật sự cần thiết nhằm giúp người học đẩy nhanh tốc độ học từ mới và thực hành các kỹ năng nghe, nói, đọc và viết trong tiếng Anh. Thông qua nghiên cứu tài liệu, thực tế giảng dạy và số liệu khảo sát trực tiếp cũng như trực tuyến, tác giả đưa ra một số phân tích về sự cần thiết và hiệu quả của công tác ứng dụng phương pháp Phonics vào D&H TACNCT tại Khoa Công trình, UTC. Việc áp dụng thành công phương pháp Phonics sẽ góp phần nâng cao chất lượng đầu ra của chương trình đào tạo tại UTC.

**TỪ KHÓA:** Tiếng Anh chuyên ngành Công trình, Phonics, ứng dụng.

**ABSTRACT:** Phonics approach is most simply and easily understood as the mutual relationship between letters and sounds in order to mentally facilitate skills in learning languages in general and studying English in particular via encoding and decoding English vocabulary. Therefore, application of Phonics into teaching and learning (T&L) of English for Specific Purposes (ESP) in Civil Engineering at UTC is realistically necessary, which may help speed up vocabulary enrichment and practice in English skills. Through literature review, empirical application and not only offline but also online surveys, the authors analyzed quantitatively the significance and effectiveness of the integration of Phonics into T&L of ESP in Civil Engineering at the Faculty of Civil Engineering of UTC. Prospectively successful application of Phonics into English T&L at UTC may be possible enhance its program learning outcomes (PLOs).

**KEYWORDS:** ESP in Civil Engineering, Phonics, application.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phonics là một phương pháp quan trọng trong công tác D&H ngôn ngữ nói chung và tiếng Anh nói riêng do có

khả năng góp phần cải thiện các kỹ năng nghe, nói, đọc và viết của người học nhờ vào mối quan hệ giữa tên (letter) và âm (sound) của chữ cũng như vận thông qua âm thanh bằng miệng. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh người học, đặc biệt là giới trẻ đã phát huy được thế mạnh của Phonics để nâng cao năng lực ngôn ngữ nên Phonics cần được áp dụng vào D&H không chỉ tiếng Anh Cơ bản (General English) và mà cả TACNCT (ESP in Civil Engineering). Mặc dù việc áp dụng Phonics đã gây ra nhiều tranh cãi trong suốt hơn một thế kỷ do tính phức tạp của việc viết tiếng Anh nhưng do những thay đổi của thế kỷ 20, Phonics đã được áp dụng vào thực tế giảng dạy tiếng Anh cho học sinh tiểu học trên toàn thế giới. Nhờ cải cách giáo dục ở Bắc Mỹ, Phonics đã trở thành mô hình giảng dạy tiếng Anh chiếm ưu thế từ những năm 1990 [1]. Ở Việt Nam, Bộ Giáo dục và Đào tạo (GD&ĐT) đã ban hành Thông tư số 32/2018/TT-BGDĐT ngày 26/12/2018 về việc Ban hành chương trình giáo dục phổ thông mới với tiếng Anh là môn học tự chọn ở các lớp 1 và 2 và môn học bắt buộc từ lớp 3 trở lên. Trong đó, áp dụng Phonics là một trong những mục tiêu quan trọng được Bộ Giáo dục và Đào tạo đặt ra trong chương trình tiếng Anh ở cấp tiểu học. Cụ thể, học sinh tiểu học cần có kiến thức về nguyên âm và phụ âm trong tiếng Anh cũng như hiểu được sự tương ứng giữa các âm (sounds) và các chữ cái (letters) để đánh vần, đọc và viết tiếng Anh đúng cách [2]. Nói chung, một trong những yếu tố cơ bản để thành công trong việc học tiếng Anh một cách nhanh nhất và tương tự như học tiếng Việt chính là các nguyên tắc của Phonics bởi khoảng 84% lượng từ vựng trong tiếng Anh được hình thành theo nguyên tắc này [3]. Trên thực tế trải nghiệm của bản thân, tác giả của bài báo đã triển khai giảng dạy Phonics theo mô hình nhóm trẻ tại gia ở độ tuổi cấp tiểu học từ năm 2013 với quy mô lớp học không quá 5 học sinh/lớp có sử dụng phương tiện truyền thông (multimedia usage methods). Trong khi cho đến nay, có rất nhiều các sinh viên Khoa Công trình chưa từng biết đến (68,8% trong số 141 người được hỏi) hoặc chưa từng được học Phonics trước khi học TACNCT tại UTC (58,2%). Vì vậy, việc thu thập và phân tích số liệu về sự cần thiết và hiệu quả của việc áp dụng phương pháp Phonics vào giảng dạy tại UTC là thật sự cần thiết nhằm đổi mới phương pháp D&H cũng như phát triển và hoàn thiện đề cương môn học cũng như giáo trình và/hoặc bài giảng.

## 2. PHƯƠNG PHÁP PHONICS

### 2.1. Định nghĩa Phonics

Hai yếu tố trung tâm và cốt lõi của Phonics là ký hiệu của chữ, vần và từ thông qua “NATO phonetic alphabet” (The International Radiotelephony Spelling Alphabet) và

âm thanh được tạo ra bằng miệng. Hay nói cách khác, Phonics là tập hợp các mối quan hệ và kết nối tương ứng giữa âm thanh và ký hiệu bằng chữ của ngôn ngữ [1]. Nhờ Phonics, người học tiếng Anh có thể nghe âm thanh của chữ để viết (ví dụ, âm "tờ" là chữ "T/t") và ngược lại đọc chữ để phát âm (chẳng hạn như đọc chữ "C/c" để phát âm "xờ", "sờ" hoặc "cờ"). Bằng cách ghép âm thành vần, vần thành tiếng, tiếng thành từ, người học có thể nhanh chóng tiếp cận với vốn từ vô cùng rộng lớn trong tiếng Anh.

## 2.2. Sự khác biệt giữa IPA và Phonics

Phonics dễ bị nhầm lẫn với Bảng chữ cái phiên âm quốc tế ("IPA": International Phonetic Alphabet) được sử dụng rộng rãi trong công tác D&H tiếng Anh truyền thống. IPA được Hiệp hội Ngữ âm Quốc tế (International Phonetic Association) đưa ra như một cách thể hiện tiêu chuẩn hóa các âm thanh của ngôn ngữ nói. IPA là một hệ thống chữ cái của ký hiệu ngữ âm chủ yếu dựa trên bảng chữ cái Latinh, được thiết lập để thể hiện những âm thanh nghe được khi các từ được phát âm. Nguyên tắc chung của IPA là cung cấp một chữ cái cho mỗi âm thanh đặc biệt (khẩu âm). Tuy nhiên, có một số các ký hiệu trong IPA mang tính trừu tượng nên đã gây ra gánh nặng cho người học tiếng Anh. Đồng thời, việc dạy hai bộ ký hiệu giống nhau trong giai đoạn đầu học ngôn ngữ sẽ gây nhầm lẫn và tạo cảm giác bối rối cho người học. Hơn nữa, những học sinh dựa vào các ký hiệu IPA sẽ không phát triển được quá trình mã hóa và giải mã âm thanh cũng như cảm thấy bất lực trong việc phát âm các từ mới hoặc những từ không quen thuộc khi không có các ký hiệu phiên âm đi kèm. Như vậy, nhờ áp dụng Phonics vào D&H tiếng Anh, người học không cần phải ghi nhớ từ vựng một cách thụ động vì đã được cung cấp bộ công cụ là Phonics có thể sử dụng nhiều lần trong khi đọc và viết. Các nguyên tắc của Phonics có thể được áp dụng rộng rãi để giúp người học đánh vần và đọc, điều này tốt hơn nhiều so với việc học thuộc lòng và phỏng đoán từ mới. So với các ký hiệu IPA, Phonics dường như có nhiều ưu điểm hơn, nhưng trong thực tế IPA vẫn có thể liên quan đến Phonics thông qua việc giúp kết tinh một số cách phát âm những từ vựng khó đọc và nhắc nhở người học đọc từ chính xác hơn [4]. Hơn nữa, Phonics giúp người học hình thành và phát triển kỹ năng đọc và viết (hai kỹ năng quan trọng hơn trong số 4 kỹ năng tiếng Anh), trong đó kỹ năng đọc là kỹ năng chủ động so với kỹ năng nghe là kỹ năng bị động để tiếp nhận thông tin đầu vào và kỹ năng viết là kỹ năng có tốc độ tư duy chậm hơn kỹ năng nói để thể hiện thông tin đầu ra thông qua mối quan hệ tương tác giữa ký hiệu chữ và âm thanh bằng miệng.

## 2.3. Sự phát triển của Phonics

Phonics có tác động đáng kể đến các cộng đồng D&H tiếng Anh và hầu hết các nước trên thế giới hiện nay đã chú ý đưa Phonics vào chương trình giảng dạy tiếng Anh chính thống, bao gồm cả những nước mà tiếng Anh là ngôn ngữ mẹ đẻ, ngôn ngữ thứ hai hay ngoại ngữ như Mỹ, Canada, Anh, Úc, Trung Quốc, Ấn Độ, Singapore, Indonesia, Việt Nam, Nigeria... Nói chung, có ba phương pháp khác nhau để dạy Phonics: "Synthetic Phonics", "Analytic Phonics" và "Analogy Phonics". Nhiều nhà nghiên cứu ủng hộ việc áp dụng "Synthetic Phonics", nghĩa là sử dụng cách tiếp cận từng phần để tìm hiểu các mối quan hệ giữa chữ cái và âm thanh ("grapheme": âm vị) theo một trình tự tăng dần được xác định rõ ràng. Nhờ đó, các nhà nghiên cứu đã nhận thấy rằng việc hướng dẫn phát âm tổng hợp có thể

mang lại hiệu quả đọc cao hơn, khả năng về chính tả và nhận thức về âm vị tốt hơn so với việc sử dụng "Analytic Phonics" trong việc dạy tiếng Anh. Người học ở những quốc gia nói tiếng Anh có áp dụng Phonics thường bắt đầu được đào tạo về ngữ âm bắt đầu từ bậc tiểu học bởi Phonics là phương pháp chủ đạo để D&H cách phát âm và ghi nhớ từ ngữ một cách nhanh nhất hiện nay. Cũng qua nghiên cứu, các nhà ngôn ngữ và giáo dục đã phát hiện ra rằng phương pháp Phonics là một phương pháp giảng dạy tiếng Anh không chỉ dành cho những người bản xứ trẻ tuổi mà còn cho những người học tiếng Anh như một ngoại ngữ ("EFL": English as a Foreign Language) [1].

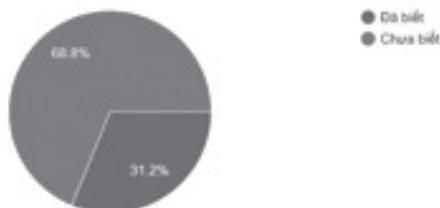
## 3. ỨNG DỤNG THỬ NGHIỆM PHONICS VÀO MÔN HỌC TIẾNG ANH CHUYÊN NGÀNH CÔNG TRÌNH TẠI UTC

Phương pháp Phonics được tác giả Hoàng Thanh Thúy biết đến một cách rất tình cờ thông qua "Internet of things". Bằng khả năng tự học, tác giả đã tiếp thu kiến thức về Phonics thông qua phương pháp "Analytic Phonics" để giảng dạy TACNCT thông qua phương pháp "Synthetic Phonics". Đây là phương pháp sử dụng cách tiếp cận từng phần để tìm hiểu các mối quan hệ giữa chữ cái và âm thanh ("grapheme": âm vị) theo một trình tự tăng dần bắt đầu từ âm đơn gồm âm ngắn và âm dài rồi đến âm ghép. Nhờ đó, người học có thể dễ dàng phát âm, đọc và viết nhanh hơn và hiệu quả hơn để xây dựng và phát triển vốn từ vựng với sự trợ giúp của phương pháp từ điển bằng hình (picture dictionary). Thông qua việc ghép âm thành từ, ghép vần thành tiếng và ghép tiếng thành từ, người học có thể đọc được từ vựng một cách dễ dàng hơn việc học đọc tiếng Anh thông qua phương pháp truyền thống. Ngược lại, bằng cách luận âm thành chữ, người học có thể dễ dàng thực hành chính tả và cải thiện kỹ năng viết nhanh hơn.

Bắt đầu từ năm 2023, Phonics được thử nghiệm áp dụng vào môn học TACNCT tại UTC. 44 nguyên tắc cơ bản của 26 chữ cái trong Phonics được truyền đạt trực tiếp trong 3 giờ học đầu tiên của khóa học kéo dài 3 tín chỉ được minh họa bằng 260 từ vựng được soạn theo phương pháp từ điển bằng hình trên phần mềm "Power Point". Trong các giờ học còn lại, Phonics được áp dụng để thực hành phát âm từ vựng chuyên ngành, một trong hai thành tố trong công thức kiến tạo TACNCT là từ vựng chuyên ngành và ngữ pháp cùng với cấu trúc câu. Sau 3 khóa giảng dạy, bằng phương pháp đánh giá chủ quan thông qua khảo sát và quan trắc bằng mắt thường (visual survey and monitoring), tác giả nhận thấy tốc độ đọc và viết từ mới của sinh viên tăng lên rõ ràng và khả năng phát âm của sinh viên cũng được cải thiện mặc dù các sinh viên theo học tại UTC đến từ các tỉnh, thành khác nhau nên phát âm bị ảnh hưởng rất nhiều bởi chất giọng địa phương (accent). Đến khóa thứ ba được tham gia giảng dạy, hiệu quả của việc áp dụng thử nghiệm phương pháp Phonics vào TACNCT tại UTC đã được các tác giả đánh giá khách quan thông qua bảng khảo sát "google form" gồm 3 câu hỏi thông tin cá nhân (đã biết đến, đã được học Phonics trước hay trong khi học TACNCT tại UTC) và 3 câu hỏi để đánh giá cũng như phân tích sự cần thiết, tầm quan trọng và hiệu quả của phương pháp Phonics với TACNCT tại UTC theo thang Likert 7 bậc (từ 1 tương ứng với "cực kỳ không..." cho đến 7 tương ứng với "cực kỳ có..."). Việc thực hiện khảo sát được tiến hành theo 3 giai đoạn: (i) Giai đoạn tiền khảo sát (thu thập số liệu từ các sinh viên ngành ngôn

ngữ bên ngoài UTC và những sinh viên có chứng chỉ tiếng Anh quốc tế); (ii) Giai đoạn khảo sát chính thức (được thực hiện trực tiếp tại lớp học dưới sự giám sát trực tiếp của chính các tác giả); (iii) Giai đoạn hậu khảo sát chính thức (mở cửa hệ thống trực tuyến theo thông báo qua mạng xã hội và đôn đốc của Phó Trưởng khoa Công trình, PGS. TS. Nguyễn Quang Tuấn). Tính đến thời điểm 14h15 ngày 13/5/2024, đã có 141 phản hồi. Trong đó, 68,8% số người được hỏi chưa biết đến phương pháp Phonics trước khi học TACNCT (Hình 3.1), 58,2% chưa bao giờ học Phonics (Hình 3.2), 81,6% người được hỏi chưa được học Phonics trước khi học TACNCT tại UTC (Hình 3.3).

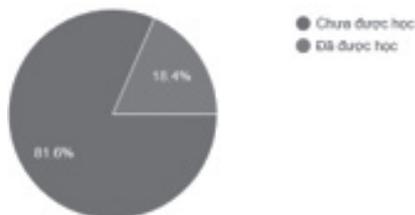
Trong 141 người được hỏi, 65,0% cho rằng Phonics là cần thiết (44,0%), rất cần thiết (9,2%) và cực kỳ cần thiết (12,1%) (Hình 3.4). Trong đó, 45,8% người được hỏi cho rằng phương pháp Phonics là hiệu quả (27,9%), rất hiệu quả (10,9%) và cực kỳ hiệu quả (7,0%) (Hình 3.5). Ngoài ra, với câu hỏi số 6 (nhu cầu, ý kiến, đề xuất hoặc bình luận khác liên quan đến TACNCT tại UTC), có một số người được hỏi cho rằng cần “cho sinh viên giao tiếp nhiều hơn”, “tạo môi trường sử dụng tiếng Anh” cho người học, số lượng người học trong các lớp tổ chức đào tạo TACNCT cần “ít hơn trước”, “nên áp dụng trí tuệ nhân tạo (AI) vào D&H tiếng Anh”, và “rất muốn học Phonics” nhiều hơn nữa.



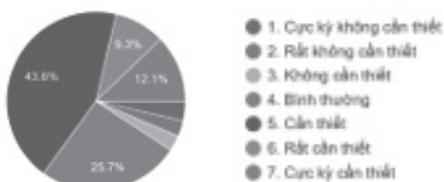
Hình 3.1: Số lượng người được hỏi “đã bao giờ được biết đến phương pháp Phonics trước khi học TACNCT tại UTC?”



Hình 3.2: Số người được hỏi “đã từng được học Phonics trước khi học TACNCT tại UTC chưa?”



Hình 3.3: Số người được hỏi “đã từng được học Phonics trong quá trình học TACNCT tại UTC chưa?”



Hình 3.4: Nhu cầu người học Phonics tích hợp vào TACNCT tại UTC



Hình 3.5: Đánh giá của người học tại UTC về hiệu quả của phương pháp Phonics khi được tích hợp vào TACNCT

#### 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Phonics là một phần quan trọng của công tác D&H ngôn ngữ nói chung và tiếng Anh nói riêng vì phương thức mã hóa và giải mã âm thanh này góp phần giúp người học nâng cao năng lực tư duy ngôn ngữ và đẩy nhanh tốc độ học từ vựng. Thông qua kết quả khảo sát, chỉ có 4,7% người được hỏi cho rằng Phonics cực kỳ không hiệu quả, 0,8% rất không hiệu quả và 2,3% không hiệu quả (chiếm tổng cộng 7,8%). Mặc dù có 46,5% cho rằng hiệu quả của phương pháp Phonics là “bình thường” nhưng qua thực tế áp dụng, kết quả học tập của sinh viên thuộc các lớp do tác giả phụ trách đã được cải thiện đáng kể thể hiện ở điểm thi kết thúc học phần.

Mở rộng vốn từ là công việc tiên quyết để quyết định thành công của công tác D&H TACNCT bởi những từ đã hiểu và dùng được là hữu hạn trong khi lượng từ vựng tiếng Anh cơ bản nói chung và TACNCT nói riêng là vô hạn. Vì vậy, Phonics nên được áp dụng một cách chính thức và đồng bộ vào các hoạt động D&H TACNCT nói riêng và ESP của các ngành khác nói chung tại UTC.

**Lời cảm ơn:** Bài báo là sản phẩm của nghiên cứu được tài trợ bởi Trường Đại học GTVT trong Đề tài Khoa học và Công nghệ cấp Trường “Đổi mới phương pháp giảng dạy tiếng Anh ngành Kỹ thuật Xây dựng công trình giao thông đáp ứng mục tiêu lấy người học làm trung tâm theo tiêu chuẩn CDIO (Conceive Design Implement Operate)” với mã số T2024-CT-030.

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. Huanhuan Ren & Chi Ma, *The Impact of Phonics Instruction on Pre-school Learners' Development in English Language Course*, Advances in Computer Science Research, volume 59, 7<sup>th</sup> International Conference on Education, Management, Computer and Medicine (EMCM 2016).
- [2]. Tran Ngoc Ly & Tran Quang Ngoc Thuy (2021), *Teacher's Use of Phonics Instruction in Teaching Reading to Young English Learners*, Journal of Inquiry into Languages and Cultures, ISSN 2525-2674, vol.5, no.3.
- [3]. Tran Ngoc Ly & Tran Quang Ngoc Thuy (2021), *Teacher's Use of Phonics Instruction in Teaching Reading to Young English Learners*, Journal of Inquiry into Languages and Cultures, ISSN 2525-2674, vol.5, no.3.
- [4]. Atika Salman Paris (April, 2019), *Phonics Approach in Teaching Reading*, International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding, ISSN 2364-5369, vol.6, Issue 3, pp.204-210.

Ngày nhận bài: 02/7/2024

Ngày nhận bài sửa: 22/7/2024

Ngày chấp nhận đăng: 12/8/2024

# Mô hình đô thị sân bay - động lực phát triển toàn diện cho đô thị sân bay Long Thành

■ **TS. PHẠM NGỌC TUẤN<sup>(\*)</sup>; PGS. TS. VÕ ANH TUẤN; ThS. TRẦN MINH TUẤN**

*Trường Đại học Kiến trúc TP. Hồ Chí Minh*

■ **ThS. NGUYỄN NGỌC VĂN**

*Sở Xây dựng tỉnh Bình Dương*

■ **ThS. NGUYỄN ĐOÀN THẾ HÙNG**

*Ủy ban nhân dân TP. Thủ Đức, TP. Hồ Chí Minh*

Email: <sup>(\*)</sup>tuan.phamngoc@uah.edu.vn

**TÓM TẮT:** Mô hình đô thị sân bay đã và đang được áp dụng rất thành công tại nhiều thành phố phát triển trên thế giới hiện nay như: Vương quốc Anh, Hà Lan, Mỹ, Hàn Quốc, Singapore... và đóng vai trò rất lớn cho việc phát triển toàn thành phố. Tiếp cận phân tích và giải mã từ phát triển mô hình đô thị sân bay sẽ đáp ứng được cùng lúc cả hai mục đích lớn đó là phát triển sân bay song song với phát triển đô thị. Có thể nói, việc xây dựng và phát triển đô thị sân bay đang và sẽ là xu hướng phát triển của tương lai, đem đến những lợi ích khả quan có thể nhìn thấy được về kinh tế, xã hội, môi trường... cho toàn bộ thành phố và khu vực lân cận. Bài báo nghiên cứu tổng hợp về mô hình đô thị sân bay - xu hướng và đòn bẩy phát triển đô thị trên thế giới, bài học về quy hoạch và mối quan hệ hữu cơ với phát triển đô thị, giải pháp quy hoạch và các chiến lược phát triển... Đồng thời, nghiên cứu nhận định tiềm năng và dư địa phát triển đô thị sân bay Long Thành trong chiến lược phát triển đô thị và lợi thế trong vùng để phát triển thành một trung tâm hàng không hiện đại, đa dạng, phong phú, đặc biệt là phát triển mô hình đô thị sân bay sẽ có cơ hội lớn để tăng trưởng mạnh mẽ, phù hợp với bối cảnh đô thị, từ đó tối đa hóa tiềm năng thành công của đô thị này.

**TỪ KHÓA:** Đô thị sân bay, phát triển đô thị, chiến lược phát triển, giải pháp quy hoạch, xu hướng, quy hoạch, tiềm năng, dư địa.

**ABSTRACT:** The airport city model has been successfully implemented in many developed cities around the world today, such as the United Kingdom, the Netherlands, the United States, South Korea, Singapore, and others. It plays a significant role in the overall development of these cities. Analyzing and decoding the development of the airport city model addresses two major goals simultaneously: the development of the airport and the urban area.

Building and developing airport cities is a future development trend, offering observable benefits in economic, social, and environmental aspects for the entire city and its surrounding regions. This article provides a comprehensive study of the airport city model, its trends, and its role as a lever for urban development worldwide. It discusses planning lessons, the organic relationship with urban development, planning solutions and development strategies. Additionally, the study evaluates the potential and development space of Long Thanh airport city within the urban development strategy and its advantages in becoming a modern, diverse and dynamic aviation hub. Particularly, the development of the airport city model presents significant growth opportunities, aligning with the urban context and maximizing the potential success of this city.

**KEYWORDS:** Airport city, urban development, development strategy, planning solutions, trends, planning, potential, development space.

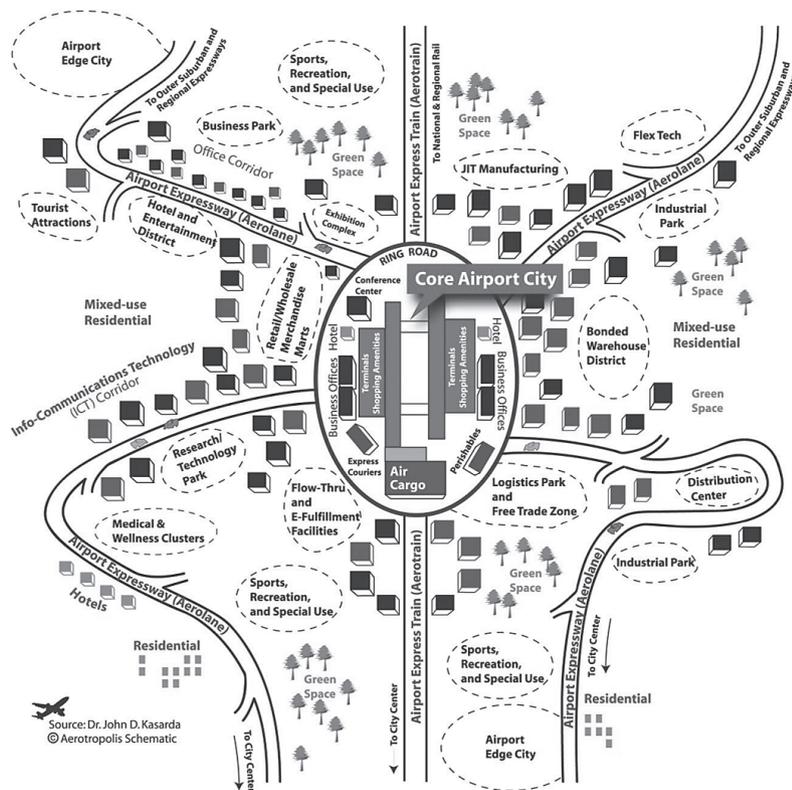
## 1. TỔNG QUAN VỀ MÔ HÌNH ĐÔ THỊ SÂN BAY, KHÁI NIỆM VÀ XU HƯỚNG PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ SÂN BAY TRÊN THẾ GIỚI

### 1.1. Khái niệm về đô thị sân bay

Khái niệm đô thị sân bay (aerotropolis hoặc aeropolis) xuất hiện lần đầu tiên vào những năm 1970 tại Mỹ, để cập đến sự phát triển của khu công nghiệp, dịch vụ logistics và kinh doanh trong vùng lân cận sân bay. Ngày nay, khái niệm này được sử dụng để mô tả sự phát triển quỹ đất phục vụ mục đích hàng không và phi hàng không tại các sân bay hiện đại trên toàn thế giới. Đô thị sân bay là một khu vực đô thị "có cơ sở hạ tầng, cơ cấu sử dụng đất và nền kinh tế tập trung vào sân bay nằm trong đô thị đó" (John D.Kasarda, 2018) [4]. Trong lĩnh vực nghiên cứu quy hoạch và phát triển đô thị, mô hình đô thị sân bay - một khái niệm

đang được chú ý trong phát triển đô thị, về cơ bản là một tiểu vùng đô thị được thiết kế xung quanh một sân bay. Cách tiếp cận sáng tạo này tích hợp các khu dân cư, thương mại và công nghiệp được bố trí chiến lược gần các sân bay lớn để dễ dàng tiếp cận. Không giống như phát triển đô thị truyền thống, mô hình đô thị sân bay đặt sân bay vào trung tâm của các hoạt động kinh tế và xã hội, biến nó thành trung tâm cho nhiều hoạt động phát triển và dịch vụ khác nhau [9].

### General Aerotropolis Schematic



Hình 1.1: Sơ đồ chung - Mô hình lý thuyết một đô thị sân bay (Nguồn: John D. Kasarda)

#### 1.2. Xu hướng phát triển đô thị sân bay trên thế giới

Mô hình đô thị sân bay ngày càng phổ biến trong nền kinh tế toàn cầu hóa. Nếu những năm 1960, sân bay được coi là trung tâm trung chuyển với yêu cầu cao về an toàn và sự đúng giờ, thì sang những thập niên 1990s, ngoài chức năng trung tâm trung chuyển, nó được xem như trung tâm mua sắm và các hoạt động phi hàng không. Thể hiện rõ trong một số trường hợp sân bay nổi tiếng trên thế giới như:

Sân bay Heathrow (London, Anh), tọa lạc tại Longford TW6, cách trung tâm London khoảng 26 km về phía Tây với quy mô phục vụ trung bình mỗi năm gần 80 triệu lượt hành khách cùng khoảng 2 triệu tấn hàng hóa. Ngoài chức năng trung chuyển, cấu trúc hệ sinh thái quanh sân bay như văn phòng, trung tâm mua sắm, khách sạn... cùng hàng trăm công ty thuê địa điểm để kinh doanh với số lao động lên tới 70.000 người [3].

Điển hình hơn như sân bay quốc tế Denver (Colorado, USA). Denver là một ví dụ điển hình về xu hướng phát triển và quy hoạch đô thị, bao gồm nhiều tiện ích đáp ứng nhu cầu đa dạng của doanh nghiệp và cư dân. Một đặc điểm đáng chú ý của đô thị Denver là tập trung vào việc tạo ra một cộng đồng tự duy trì, việc tích hợp nhiều chức năng và dịch vụ khác nhau nhằm mục đích giảm sự phụ thuộc vào các nguồn lực bên ngoài và thiết lập một hệ sinh thái kết nối tốt, nơi các doanh nghiệp và cư dân có thể phát triển mạnh.

Sân bay quốc tế Incheon (Seoul, Hàn Quốc) - "Thành phố sân bay" tạo đà phát triển cho đặc khu kinh tế. Nằm cách Thủ đô Seoul khoảng 70 km về hướng Tây, sân bay quốc tế Incheon được kết nối với các tuyến xe điện ngầm thuận tiện của Thủ đô, với thời gian đi ra sân bay chỉ từ 30 - 45 phút. Chính phủ Hàn Quốc đặt mục tiêu là biến Incheon thành "airport city" - một thành phố sân bay với các khu đô thị, dịch vụ đạt tiêu chuẩn cao nhất của thế giới. Đô thị Songdo - thành phố này được xây dựng thông minh với mục đích phục vụ sân bay Incheon, mô hình này không chỉ mang lại lợi ích kinh tế cho địa phương mà bản thân du khách cũng có lợi khi không phải mất thời gian và tiền bạc để đi lại quãng đường xa vào trung tâm thành phố... cùng với hệ thống giao thông công cộng kết nối thuận tiện đóng vai trò rất quan trọng trong việc phát triển của một thành phố hiện đại, nhất là khi đặt mục tiêu trở thành trung tâm giao thương quốc tế, điều này thuận lợi cho việc phát triển có hệ thống các dịch vụ và tiện ích, từ vui chơi, giải trí, nghỉ ngơi đến kinh doanh, dịch vụ logistics.



**Hình 1.2: Sân bay Incheon và Đô thị sân bay Songdo - thành phố được xây dựng thông minh với mục đích phục vụ sân bay Incheon**  
(Nguồn: Korean Airlines)

### 1.3. Tác động và lợi thế của các thành phố sân bay trong phát triển đô thị

Qua phân tích thực tiễn các đô thị sân bay trên thế giới cho thấy mô hình về thành phố sân bay đang ngày càng phổ biến trên toàn cầu, hứa hẹn tăng trưởng kinh tế và cơ hội việc làm cho các khu vực xung quanh, đồng thời chúng được thiết kế để trở thành các cộng đồng tự cung tự cấp với các khu dân cư, dịch vụ thương mại và công nghiệp nằm ở vị trí chiến lược gần các sân bay lớn để dễ dàng tiếp cận và có khả năng giảm tắc nghẽn giao thông, cải thiện mạng lưới giao thông và mang lại tăng trưởng kinh tế bền vững cho các khu vực mà nó phục vụ. Việc quy hoạch sân bay trong mối liên kết chặt chẽ với quy hoạch đô thị khu vực xung quanh đem lại nhiều lợi ích: (i) Giúp khu vực trở thành một đô thị sân bay, vừa đóng vai trò là một nút đầu mối giao thông tích hợp (hàng không, metro, đường sắt cao tốc, xe buýt nhanh BRT và cao tốc đô thị...), vừa đóng vai trò quan trọng về hiệu quả phát triển kinh tế - xã hội tại địa phương như một lõi trung tâm đô thị, với đầy đủ chức năng như dịch vụ thương mại, khách sạn, nhà ở, văn phòng, trung tâm hội nghị, trung tâm giải trí, du lịch, dịch vụ logistics...; (ii) Quy hoạch tích hợp cảng hàng không với các khu vực phát triển đô thị xung quanh, giúp kiểm soát và phát triển quỹ đất đô thị khu vực quanh sân bay về chức năng, mật độ, chiều cao, hệ sinh thái thiên nhiên... phù hợp với nhu cầu vận hành và tiềm năng phát triển mở rộng tương lai của sân bay.

## 2. TIỀM NĂNG PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ SÂN BAY LONG THÀNH VÀ NHỮNG ĐỊNH HƯỚNG TRONG QUY HOẠCH PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ SÂN BAY LONG THÀNH

### 2.1. Tiềm năng phát triển đô thị sân bay Long Thành

*\* Các căn cứ tiền đề phát triển đô thị sân bay Long Thành:*

*Theo chiến lược phát triển kinh tế - xã hội vùng Đông Nam bộ thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn 2050: "Là vùng phát triển năng động, có tốc độ tăng trưởng kinh tế cao, tập trung phát triển mạnh khoa học, công nghệ và hệ sinh thái đổi mới sáng tạo, đi đầu trong chuyển đổi mô hình tăng trưởng, xây dựng kinh tế số, xã hội số, sản xuất các sản phẩm điện, điện tử, công nghiệp chế biến, chế tạo; tài chính ngân hàng, bất động sản; nâng cao khả năng kết nối hạ tầng, tạo động lực liên kết, lan tỏa thúc đẩy hợp tác và phát triển với đồng bằng sông Cửu Long; với Tây Nguyên; với Nam Trung bộ; phát triển chuỗi công nghiệp - đô thị Mộc Bài - TP. Hồ Chí Minh - cảng Cái Mép - Thị Vải gắn với hành lang kinh tế xuyên Á; thúc đẩy TP. Hồ Chí Minh trở thành trung tâm tài chính quốc tế; tập trung phát triển cảng biển container Cái Mép - Thị Vải thật sự trở thành cảng trung chuyển quốc tế và nghiên cứu xây dựng thành phố sân bay cửa ngõ quốc tế Long Thành" [4].*

*Trong nghiên cứu lập Quy hoạch tỉnh Đồng Nai thời kỳ 2021 - 2030 tầm nhìn 2050, trong đó xác định đô thị Long Thành được định hướng nghiên cứu, phát triển thành thành phố sân bay - là mắt xích quan trọng để Đồng Nai hình thành cùng liên kết về đào tạo, nghiên cứu và triển khai công nghệ, trong đó phát triển thành phố sân bay cửa ngõ quốc tế với các chức năng chính: Khu cảng hàng không quốc tế (là phần lõi); khu thương mại dịch vụ - tài chính - tổ chức sự kiện; khu vực phát triển logistics, công nghiệp, công nghệ công nghệ cao, công nghệ sinh học; các khu đô thị, khu văn hóa, thể dục thể thao, du lịch nghỉ dưỡng; khu nghiên cứu và giáo dục đào tạo; khu công nghệ thông tin tập trung (là phần phụ trợ xung quanh phần lõi) [5].*

### 2.2. Định hướng trong quy hoạch phát triển đô thị sân bay Long Thành

Trong bối cảnh phát triển của đô thị sân bay, xu hướng tương lai của các thành phố và đô thị sân bay gắn chặt với khả năng thích ứng với các xu hướng hiện tại và giải quyết hiệu quả về môi trường và phát triển bền vững, cùng với những tiềm năng và tiền đề phát triển của đô thị sân bay Long Thành. Việc nghiên cứu quy hoạch phát triển đô thị sân bay Long Thành cần quan tâm tập trung những chiến lược sau:

1) *Tăng cường kết nối giao thông cấp vùng, phát triển gắn kết mối quan hệ giữa Cảng Hàng không quốc tế Long Thành với hệ thống đường cao tốc liên vùng (Hồ Chí Minh - Long Thành - Phan Thiết, Biên Hòa - Vũng Tàu; Bến Lức - Long Thành, tuyến Vành đai 4); 2 tuyến đường sắt kết nối giao thương với các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long và vùng Đông Nam bộ, các cảng biển cùng các trục hành lang kinh tế lớn của vùng để tạo liên kết không gian và hạ tầng kỹ thuật đồng bộ.*

2) *Gắn kết quy hoạch sân bay với quy hoạch đô thị xung quanh: Định vị rõ vị trí, vai trò động lực của "Đô thị sân bay Long Thành" trong khu vực, là đô thị hiện đại, đẳng cấp*

quốc tế, cùng với các đô thị Nhơn Trạch, TP. Hồ Chí Minh, TP. Vũng Tàu thành cụm đô thị cửa ngõ của vùng kết nối với quốc tế cả về đường không và đường biển. Quy hoạch tổng thể định hướng kết nối khu vực trong vành đai sân bay và hệ thống khu đô thị nằm ngoài vành đai sân bay trong địa phận của huyện Long Thành và khu vực phụ cận; liên kết hệ thống dịch vụ logistics hàng không gắn kết với hệ thống logistics đô thị theo định hướng quy hoạch tỉnh và hệ thống các khu công nghiệp trên địa bàn huyện Long Thành và vùng TP. Hồ Chí Minh kết nối tốt với đầu mối giao thông đường sắt, đường bộ, nối đến đầu mối giao thông đường thủy.

3) *Giải quyết các vấn đề về môi trường*: Nội dung rất quan trọng đối với tương lai của đô thị sân bay. Những vấn đề này có thể bao gồm ô nhiễm tiếng ồn, chất lượng không khí và bảo tồn môi trường sống tự nhiên gần sân bay. Quy hoạch không gian kiến trúc cảnh quan của toàn khu đô thị sân bay theo tiêu chí đảm bảo các yêu cầu: Không gian an toàn Phểu bay (Flying funnel); giải pháp giảm tiếng ồn và ô nhiễm; giải pháp giảm lóa sáng ngày và đêm...

4) *Khai thác hiệu quả điều kiện tự nhiên, hệ sinh thái đặc trưng* hướng đến phát triển đô thị hài hòa, thân thiện với thiên nhiên, bảo vệ môi trường và thích ứng với biến đổi khí hậu; phát triển hành lang xanh - sinh thái gắn với các lưu vực sông, hình thành các vành đai xanh; kiểm soát các khu vực hạn chế phát triển, đồng thời giải quyết những vấn đề về ô nhiễm tiếng ồn, chất lượng không khí và bảo tồn môi trường sống tự nhiên gần sân bay.

5) *Chiến lược định vị là điểm đến hấp dẫn và có ý thức bảo vệ môi trường hướng đến phát triển bền vững*: Việc triển khai các tiêu chuẩn xây dựng xanh, các nguồn năng lượng tái tạo và các lựa chọn giao thông thân thiện với môi trường trong đô thị có thể góp phần vào khả năng tồn tại lâu dài của đô thị và giảm thiểu dấu chân sinh thái của đô thị.

6) *Chiến lược đổi mới công nghệ và kiến tạo thành phố sáng tạo*: Những phát triển này có thể nâng cao hiệu quả, khả năng kết nối và tính bền vững bằng cách áp dụng các công nghệ tiên tiến như IoT (Internet vạn vật), phân tích dữ liệu và cơ sở hạ tầng bền vững. Hệ thống quản lý năng lượng thông minh, mạng lưới giao thông tích hợp và cơ sở hạ tầng kỹ thuật số có thể tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên và cải thiện chất lượng cuộc sống nói chung trong đô thị. Sự hội tụ của công nghệ và phát triển đô thị này có thể định hình lại cảnh quan đô thị, định vị các thành phố sân bay và đô thị là trung tâm của sự đổi mới và sáng tạo.

7) *Thúc đẩy sự tham gia của cộng đồng*: Nội dung rất quan trọng trong việc định hình tương lai của đô thị sân bay Long Thành. Bằng cách thu hút cư dân, doanh nghiệp và các bên liên quan vào quá trình lập kế hoạch và ra quyết định, những sự phát triển này có thể nuôi dưỡng ý thức sở hữu và gắn bó trong cộng đồng. Sự tham gia này có thể tạo ra không gian chung, tiện nghi văn hóa và cơ hội kinh tế có lợi cho người dân địa phương.

### 3. KẾT LUẬN

Mô hình đô thị sân đang định hình tương lai của sự phát triển đô thị bằng cách thúc đẩy đổi mới, tăng trưởng

kinh tế và phúc lợi cộng đồng, phản ánh sự thay đổi mang tính chuyển đổi trong quy hoạch và phát triển đô thị, định vị các sân bay không chỉ là trung tâm giao thông mà còn là chất xúc tác cho các hoạt động kinh tế và xã hội.

Hội tụ nhiều tiềm năng lợi thế của sân bay quốc tế Long Thành, việc quy hoạch phát triển đô thị sân bay Long Thành không chỉ dừng lại ở việc cung cấp sự tiện lợi cho du khách và doanh nghiệp, mà còn hướng đến việc tạo ra các cộng đồng năng động, tự duy trì, cung cấp nhiều tiện nghi và cơ hội đa dạng, tích hợp các khu dân cư, thương mại, dịch vụ và công nghiệp. Đô thị sân bay Long Thành như một cơ hội tiềm năng định nghĩa lại cuộc sống đô thị và tăng trưởng kinh tế, đưa ra tầm nhìn về phát triển đô thị toàn diện và bền vững, đóng góp đáng kể cho tương lai của sự phát triển đô thị toàn diện, sáng tạo và kết nối, thích ứng với nhu cầu của nền kinh tế toàn cầu hóa.

### Tài liệu tham khảo

- [1]. Ngô Viết Nam Sơn, *Những vấn đề chiến lược trong phát triển khu đô thị sân bay tại Đà Nẵng*, (<https://www.tapchikientruc.com.vn/chuyen-muc/kientruc-xahoi/nhung-van-de-chien-luoc-trong-phat-trien-khu-do-thi-san-bay-tai-da-nang.html>), ngày 09/5/2019.
- [2]. Quỳnh Lan (lược dịch), *Xây dựng thành phố mới Songdo (Incheon, Hàn Quốc)*, (<https://www.tapchikientruc.com.vn/chuyen-muc/kientruc-xahoi/nhung-van-de-chien-luoc-trong-phat-trien-khu-do-thi-san-bay-tai-da-nang.html>), ngày 04/3/2009.
- [3]. *Quy hoạch "Đô thị sân bay" 5 bài học để thành công* (<https://encity.co/vi/quy-hoach-do-thi-san-bay-5-bai-hoc-de-thanh-cong/>).
- [4]. *Quyết định số 463/QĐ-TTg ngày 14/4/2022, Phê duyệt nhiệm vụ lập Quy hoạch vùng Đông Nam bộ thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn 2050*.
- [5]. *Quyết định số 185/QĐ-TTg ngày 20/02/2024, Phê duyệt nhiệm vụ lập Quy hoạch chung đô thị Long Thành, tỉnh Đồng Nai đến năm 2045*.
- [6]. *Tường Bách (2022), Tham vọng của du lịch Singapore chỉ với một sân bay Changi*, Tạp chí điện tử Vneconomy, tháng 10.
- [7]. John D. Kasarda, *The Evolution of Airport Cities and the Aerotropolis*, Chapter 1 in *Airport Cities: The Evolution* (London: Insight Media, 2008).
- [8]. Nigel Lai HongTse, Mirjam Wiedemann, Ke Xing (September, 2023), *Strengthening the Understanding of the Context for Airport City Planning: A Case Study on Airport City Parafield*, Collegiate Aviation Review International.
- [9]. *Amsterdam airport - Economic and social impact*, Ecquants, Archived from the original on 29 October 2013, Retrieved 7 September 2013.

Ngày nhận bài: 02/8/2024

Ngày nhận bài sửa: 14/8/2024

Ngày chấp nhận đăng: 04/9/2024



# Vấn đề phát triển nguồn nhân lực cho ngành Logistics Việt Nam

## PGS. TS. VŨ TRỌNG TÍCH

Trường Đại học Giao thông vận tải

Email: vttich@utc.edu.vn

**TÓM TẮT:** Theo Quyết định số 200/QĐ-TTg ngày 14/02/2017 của Thủ tướng Chính phủ về một số mục tiêu phát triển cụ thể của ngành Logistics đến năm 2025 là: Tốc độ tăng trưởng 15 - 20%, tỷ trọng đóng góp vào GDP từ 8 - 10%; tỷ lệ thuê ngoài 50 - 60%; chi phí logistics tương đương 16 - 20%; xếp hạng chỉ số năng lực quốc gia từ 50 trở lên. Để thực hiện được các mục tiêu nêu trên, vấn đề quan trọng hàng đầu cần giải quyết đó là nguồn nhân lực cho ngành Logistics. Bài báo tiến hành đánh giá thực trạng nguồn nhân lực, thực trạng đào tạo nguồn nhân lực và đưa ra một số đề xuất nhằm phát triển nguồn nhân lực cho ngành Logistics.

**TỪ KHÓA:** Logistics, nguồn nhân lực logistics.

**ABSTRACT:** The Decision 200/QĐ-TTg outlines specific development goals for the logistics industry by 2025: These goals include achieving a growth rate of 15 - 20%, contributing 8 - 10% to GDP, maintaining an outsourcing rate of 50 - 60%, managing logistics costs equivalent to 16 - 20%, and achieving a national capacity index ranking above 50. To achieve these objectives, addressing the critical issue of human resources in the logistics sector is paramount. An article evaluates the current state of human resources and training practices, and proposes measures for developing the workforce in the logistics industry.

**KEYWORDS:** Logistics, logistics human resources.

## 1. NHU CẦU VÀ THỰC TRẠNG NHÂN LỰC NGÀNH LOGISTICS

Báo cáo của Ngân hàng Thế giới công bố năm 2023, Việt Nam đứng vị trí thứ 43 trong bảng xếp hạng chỉ số hiệu quả logistics (LPI - Logistics Performance Index), thuộc

nhóm 5 nước đứng đầu ASEAN, sau Singapore, Malaysia, Thái Lan và cùng vị trí với Philippines. Tốc độ tăng trưởng thị trường logistics Việt Nam bình quân hằng năm từ 14 - 16%, đóng góp quan trọng trong việc đưa tổng kim ngạch xuất, nhập khẩu của Việt Nam năm 2022 lên 730,2 tỷ USD, tăng 9,1% so với cùng kỳ năm 2021.

Tuy nhiên, ngành Logistics Việt Nam đang đối diện với nhiều thách thức, đặc biệt là vấn đề về nhân lực. Nhân lực hiện chưa đáp ứng được yêu cầu của ngành dịch vụ logistics, thiếu về số lượng và yếu về chất lượng.

- *Về số lượng:* Theo Hiệp hội Doanh nghiệp dịch vụ Logistics Việt Nam, hiện nay, ngành dịch vụ logistics Việt Nam có khoảng 4.000 doanh nghiệp hoạt động chuyên nghiệp, trong đó 54% số doanh nghiệp nằm trên địa bàn TP. Hồ Chí Minh, nhu cầu về nguồn nhân sự logistics là rất lớn. Dự báo đến năm 2030 nhu cầu nhân lực chuyên nghiệp cho toàn ngành là 200.000 nhân sự, trong khi đó khả năng đáp ứng nhu cầu nhân sự chỉ đạt khoảng 10% - một con số vô cùng khiêm tốn. Ngoài ra, nếu tính cả nhu cầu nhân lực logistics từ các doanh nghiệp sản xuất, thì nhu cầu nhân lực cho ngành Logistics có thể lên đến 2,2 triệu người vào năm 2030.

Theo dự báo của Hiệp hội Doanh nghiệp dịch vụ logistics Việt Nam thì trong 3 năm tới các doanh nghiệp dịch vụ logistics cần thêm 18.000 lao động mới và các doanh nghiệp sản xuất, thương mại, dịch vụ cũng cần trên cả triệu nhân sự có chuyên môn về logistics.

- *Về chất lượng:* Nhân lực ngành Logistics thiếu kiến thức toàn diện, trình độ ICT còn hạn chế, chưa theo kịp tiến độ phát triển của logistics thế giới. Trình độ tiếng Anh nghiệp vụ logistics còn hạn chế, chỉ khoảng 4% nhân lực thông thạo tiếng Anh nghiệp vụ, 30% các doanh nghiệp phải đào tạo lại nhân viên.

Kết quả khảo sát của Viện Nghiên cứu phát triển TP. Hồ Chí Minh cho thấy, có đến 53,3% doanh nghiệp thiếu đội ngũ nhân viên có trình độ chuyên môn, kiến thức logistics; 30% doanh nghiệp phải đào tạo lại nhân viên và chỉ có 6,7% doanh nghiệp hài lòng với chuyên môn của nhân viên. Hiện chỉ có khoảng 200.000 nhân viên chuyên

ng nghiệp trong tổng số gần 1 triệu người.

Nguồn nhân lực có trình độ cao ở cấp độ nhà quản lý cũng đang thiếu một cách trầm trọng. Đội ngũ cán bộ quản lý (những người ở vị trí chủ chốt), dù đã được đào tạo hoặc tái đào tạo, nhưng cơ bản vẫn còn thiếu kiến thức và kinh nghiệm kinh doanh logistics. Có thể nói, phong cách lãnh đạo và quản lý của đội ngũ này đều chưa đáp ứng được nhu cầu của ngành, chưa nói tới việc phải cập nhật kiến thức mới của họ.

Kết quả điều tra của Viện Nghiên cứu và Phát triển kinh tế Trường Đại học Kinh tế quốc dân cũng ghi nhận, có tới 80,26% nhân viên trong các doanh nghiệp logistics được đào tạo thông qua các công việc hàng ngày; 23,6% nhân viên tham gia các khóa đào tạo trong nước; 6,9% nhân viên được các chuyên gia nước ngoài đào tạo và chỉ có 3,9% được tham gia các khóa đào tạo ở nước ngoài.

## 2. GIẢI PHÁP PHÁT TRIỂN NGUỒN NHÂN LỰC CHO NGÀNH LOGISTICS VIỆT NAM

Phát triển nguồn nhân lực logistics đang là nhu cầu tất yếu, cấp bách để cùng đóng góp cho sự phát triển ngành Logistics tiến nhanh, tiến mạnh theo đúng định hướng của Chính phủ. Để thúc đẩy phát triển nguồn nhân lực logistics cần áp dụng đồng thời các giải pháp, biện pháp khác nhau.

### 2.1. Về công tác đào tạo nguồn nhân lực

#### a) Thực trạng đào tạo nguồn nhân lực cho ngành Logistics Việt Nam

Trong bối cảnh toàn cầu hóa và cách mạng công nghiệp 4.0 diễn ra mạnh mẽ, yêu cầu về chất lượng, trình độ chuyên môn và kỹ năng của nguồn nhân lực logistics ngày càng cần phải được nâng cao. Với thực trạng khan hiếm nguồn nhân lực, công tác đào tạo, bồi dưỡng nhân lực logistics thời gian qua được đẩy mạnh.

*- Đối với nhóm đào tạo bậc cao đẳng, đại học và sau đại học:*

Để đáp ứng nhu cầu về nguồn nhân lực của ngành Logistics, các trường đại học, cao đẳng đã đang đẩy mạnh hoạt động đào tạo với số lượng ngày càng tăng và chất lượng ngày càng được nâng cao, thể hiện ở chỗ: (1) Các trường tiếp tục mở ngành Logistics và quản lý chuỗi cung ứng; (2) chỉ tiêu tuyển sinh của ngành này tăng lên hàng năm; (3) các mô hình phòng thực hành mô phỏng logistics, các chương trình thực tế tổ chức đưa sinh viên đến các cảng đã được triển khai tương đối nhiều trong thời gian qua nhằm tăng tính thực tế cho người học.

Theo thống kê sơ bộ, cả nước có 49/286 trường đại học trên phạm vi cả nước đào tạo về logistics ở nhiều cấp độ khác nhau với qui mô đào tạo nguồn nhân lực cho ngành Logistics của nước ta hiện nay như sau: Đào tạo ở bậc đại học tuyển sinh mỗi năm từ 3.000 đến 4.000 sinh viên; ở bậc cao đẳng và trung cấp qui mô tuyển sinh mỗi năm từ 9.000 đến 11.000.

Hoạt động đào tạo ngành/chuyên ngành Logistics

ở các trường đang được triển khai theo nhiều hình thức, như: (1) Chương trình đào tạo đại trà (91,1 số trường có đào tạo ngành Logistics đào tạo theo chương trình đại trà); (2) chương trình chất lượng cao hoặc chương trình tiên tiến, chương trình tài năng (khoảng 11,1% số trường có đào tạo ngành Logistics có đào tạo theo chương trình này, như Trường Đại học Kinh tế quốc dân, Trường Đại học Ngoại thương...); (3) chương trình tích hợp do trường đại học nước ngoài cấp bằng (khoảng 8,9% số trường có đào tạo ngành Logistics có chương trình đào tạo do đại học nước ngoài cấp bằng như: Trường Đại học Kinh tế quốc dân, Trường Đại học RMIT...).

*- Các chương trình đào tạo ngắn hạn:*

Tham gia đào tạo với chương trình đào tạo ngắn hạn có các hiệp hội ngành nghề liên quan đến lĩnh vực logistics; các doanh nghiệp; các trường đại học, cao đẳng, trung cấp.

- Các hiệp hội ngành nghề liên quan đến lĩnh vực logistics là bộ phận đào tạo chủ yếu của các chương trình đào tạo ngắn hạn. Các hiệp hội tiêu biểu tham gia vào quá trình đào tạo này có thể kể đến như: Hiệp hội Doanh nghiệp dịch vụ logistics Việt Nam (VLA), Hiệp hội Đại lý và Môi giới hàng hải Việt Nam (VISABA), Hiệp hội Cảng biển Việt Nam (VPA)...

- Các doanh nghiệp: Một số doanh nghiệp logistics tự mở trung tâm đào tạo ngắn hạn, nhằm đáp ứng nhu cầu đào tạo nhân lực logistics của bản thân doanh nghiệp, cũng như cung cấp dịch vụ đào tạo và các chứng chỉ, chứng nhận nghề nghiệp cho cá nhân, tổ chức khác có nhu cầu, tiêu biểu như: Tổng công ty Tân Cảng Sài Gòn (STC), Công ty Cổ phần Logistics Hàng không (ALS)...

- Các trường đại học, cao đẳng, trung cấp: Các trường đại học, cao đẳng, trung cấp hiện nay cũng thường xuyên tổ chức những khóa đào tạo ngắn hạn để bồi dưỡng kiến thức, nâng cao kỹ năng cho các đối tượng ở tất cả các cấp từ công nhân kỹ thuật, nghiệp vụ; hành chính, văn phòng đến giám sát, quản lý, lãnh đạo như: Trung tâm Đào tạo Logistics Tiểu vùng Mekong - Nhật Bản thuộc Trường Đại học Hàng hải Việt Nam; Viện Quản trị Logistics và Chuỗi cung ứng (EDINS)...

Ngoài các chương trình đào tạo ngắn hạn trong nước, còn có một số trung tâm, viện thuộc các trường đại học, hiệp hội đã liên kết đào tạo chứng chỉ nghiệp vụ quốc tế, như: Trường Logistics và Hàng không Việt Nam (VILAS), Viện Nghiên cứu và Phát triển Logistics Việt Nam (VLI)... là đơn vị được Liên đoàn các Hiệp hội Giao nhận Quốc tế (FIATA) ủy quyền đào tạo chứng chỉ quốc tế về logistics có giá trị toàn cầu.

*- Tự đào tạo:*

Sự thiếu hụt nhân lực logistics trong doanh nghiệp những năm gần đây khiến hoạt động tự đào tạo trở thành hình thức phổ biến, gồm: Đào tạo qua công việc do nhân viên có kinh nghiệm hướng dẫn nhân viên mới; các chương

trình đào tạo nội bộ doanh nghiệp tự xây dựng hay mời chuyên gia về đào tạo tại doanh nghiệp. Thực tế, có đến 85,7% doanh nghiệp phải tự đào tạo, bồi dưỡng nhân lực logistics thông qua thực tế công việc (VLA, 2020).

Trong quá trình đẩy mạnh công tác đào tạo nguồn nhân lực cho ngành Logistics, các trường đang gặp phải những khó khăn sau: (1) Khó khăn về nguồn lực giảng viên, đặc biệt là giảng viên được đào tạo bài bản đúng chuyên môn, giảng viên có khả năng giảng dạy bằng ngoại ngữ và giảng viên có kinh nghiệm thực tế lâu năm; (2) Các khó khăn chung khác có thể kể đến là chương trình đào tạo chưa thống nhất về chuẩn đầu ra, thiếu giáo trình, cơ sở vật chất thực hành, mô phỏng, công tác thực tập chưa có sự kết nối chặt chẽ với doanh nghiệp. Những khó khăn này tác động, ảnh hưởng không ít đến chất lượng nguồn nhân lực logistics cung ứng ra thị trường lao động.

Có thể khẳng định rằng công tác đào tạo, bồi dưỡng nhân lực logistics đã được quan tâm, ưu tiên và đẩy mạnh, số trường đào tạo logistics cũng như quy mô tuyển sinh tăng mạnh. Tuy nhiên, nguồn nhân lực trong lĩnh vực logistics vẫn chưa đủ đáp ứng với nhu cầu thực tiễn.

*b) Biện pháp đẩy mạnh hoạt động đào tạo nguồn nhân lực cho ngành Logistics Việt Nam*

Hoạt động đào tạo và bồi dưỡng nguồn nhân lực cho ngành Logistics muốn đạt được kết quả mong muốn, đáp ứng tốt hơn nhu cầu về lao động của xã hội cần có sự hỗ trợ tích cực hơn từ phía Nhà nước, các bộ, ngành và từ chính các doanh nghiệp logistics.

*- Về phía Nhà nước:*

Nhà nước cần rà soát và tiếp tục thực hiện các chính sách tạo thuận lợi cho hoạt động logistics. Đồng thời, Nhà nước cần xây dựng bộ tiêu chuẩn nghề nghiệp đối với lĩnh vực logistics để chuẩn hóa đào tạo; hỗ trợ các trường đầu tư về cơ sở vật chất, trang, thiết bị thuộc lĩnh vực logistics... Các địa phương nên hình thành và liên kết với những trường đào tạo chuyên ngành về logistics, đặc biệt là liên kết với nhà đầu tư từ nước ngoài trong việc đào tạo nguồn nhân lực này.

Nhà nước cần đẩy mạnh công tác truyền thông để nâng cao nhận thức của xã hội về đào tạo nghề, tạo sức hút, sức hấp dẫn của hệ thống giáo dục nghề nghiệp đối với người dân, doanh nghiệp và xã hội.

*- Về phía cơ sở đào tạo:*

Các cơ sở đào tạo cần tập trung vào việc thực hiện các biện pháp chính sau:

- Chú trọng hơn nữa việc đào tạo, xây dựng đội ngũ giảng viên có chất lượng cao, khuyến khích giảng viên tham gia vào các hoạt động thực tế tại doanh nghiệp; hoạt động nghiên cứu khoa học của giảng viên nên gắn liền với hoạt động của các doanh nghiệp logistics;

- Xây dựng chương trình đào tạo có chất lượng cao, đảm bảo tính gắn kết giữa đào tạo với thực hành và gắn

kết với nhu cầu của doanh nghiệp. Nội dung chương trình đào tạo cần đảm bảo tính khoa học, tính hệ thống, tính liên thông giữa các bậc đào tạo và theo hướng tập trung vào các kiến thức, kỹ năng nghề nghiệp từ cơ bản đến nâng cao, để đảm bảo người học có thể đáp ứng tốt yêu cầu của các vị trí việc làm khi được tuyển dụng. Chương trình đào tạo cũng cần chú trọng nâng cao trình độ ngoại ngữ, tin học để tiếp cận sử dụng các công nghệ mới, khả năng vận dụng luật pháp, tập quán thương mại quốc tế, nhằm giúp người học sẵn sàng và nhanh chóng thích ứng với nhu cầu thực tiễn của doanh nghiệp, đặc biệt là trong môi trường làm việc quốc tế;



**Hình 2.1: Sinh viên lớp Logistics Khóa 60 tham quan Cảng HITC Hải Phòng**

- Tăng cường phối, kết hợp với doanh nghiệp trong tổ chức các chương trình đào tạo cho sinh viên nhằm gắn lý thuyết với thực hành, như: Tạo điều kiện để doanh nghiệp có thể tham gia một phần vào quá trình đào tạo như giảng dạy một số học phần thực hành nghề nghiệp, hướng dẫn hỗ trợ sinh viên trong các hoạt động trải nghiệm thực tế, quá trình thực tập tại doanh nghiệp. Các cơ sở đào tạo nên đảm bảo tỷ lệ thời gian doanh nghiệp tham gia vào công tác đào tạo của nhà trường, việc này góp phần giảm bớt thời gian và chi phí đào tạo lại của doanh nghiệp khi tuyển dụng;

- Đẩy mạnh công tác kết nối, liên thông giữa khối đại học, cao đẳng nghề và các cơ sở giáo dục nghề nghiệp, các khóa đào tạo ngắn hạn; khuyến khích việc đào tạo liên thông và công nhận tín chỉ lẫn nhau, chia sẻ kinh nghiệm quản lý, giảng dạy, thúc đẩy nghiên cứu khoa học; tăng cường hợp tác giữa các cơ sở giáo dục đào tạo nhằm chia sẻ nguồn lực giữa các cơ sở đào tạo như giảng viên, cơ sở vật chất, giáo trình, tài liệu học tập...;

- Đẩy mạnh liên kết, hợp tác đào tạo giữa các cơ sở đào tạo trong nước và quốc tế;

- Đầu tư vào cơ sở vật chất, trang thiết bị, xây dựng các phòng mô phỏng thực hành hoạt động logistics nhằm giúp sinh viên hiểu sâu hơn về các kiến thức, kỹ năng nghề nghiệp; giúp sinh viên tự tin hơn trong các hoạt động thực

tế sau này tại doanh nghiệp, rút ngắn khoảng cách giữa việc học và hành.

- Về phía doanh nghiệp logistics:

Các doanh nghiệp logistics cần tích cực, chủ động hơn trong hợp tác với các cơ sở đào tạo từ khâu tuyển sinh, tổ chức đào tạo, cho đến bố trí việc làm cho người học sau khi tốt nghiệp, như:

- Tích cực tham gia công tác truyền thông, hỗ trợ tư vấn hướng nghiệp... để thu hút nguồn nhân lực có chất lượng vào lĩnh vực chuyên ngành này;

- Doanh nghiệp cần tham gia tích cực hơn nữa vào quá trình đào tạo thông qua việc tạo môi trường thuận lợi cho hoạt động thực tập thực tế của sinh viên và các chương trình huấn luyện nghề nghiệp; đồng thời, tham gia trực tiếp giảng dạy một số học phần thực hành nghề nghiệp, hướng dẫn thực tập và các hoạt động trải nghiệm thực tế tại doanh nghiệp. Bên cạnh đó, doanh nghiệp nên xây dựng nhiều hình thức động viên khuyến khích như cấp học bổng, hỗ trợ phương tiện giảng dạy, học tập. Doanh nghiệp nên đưa ra cam kết hỗ trợ thực tập và việc làm cho sinh viên sau khi tốt nghiệp.

- Khuyến khích, tạo điều kiện học tập, đào tạo, bồi dưỡng, nâng cao năng lực chuyên môn, nghiệp vụ cho người lao động tại doanh nghiệp.

## 2.2. Về công tác tuyển dụng

Để nâng cao tính hiệu quả của công tác tuyển dụng, cần đẩy mạnh công tác dự báo về xu hướng phát triển của ngành dịch vụ logistics, trên cơ sở đó dự báo nhu cầu thị trường nhân lực trong tương lai và xác định nhu cầu tuyển dụng của doanh nghiệp. Điều này giúp cho doanh nghiệp logistics đánh giá được tình hình nhân sự trong doanh nghiệp và giúp các cơ sở đào tạo có căn cứ tuyển sinh và đào tạo sinh viên đáp ứng được thị trường lao động.

Doanh nghiệp logistics nên ký kết hợp đồng chiến lược với các cơ sở đào tạo để phát triển nguồn nhân lực cả về mặt số lượng và nâng cao về mặt chất lượng nhằm đáp ứng yêu cầu tuyển dụng của doanh nghiệp.

Doanh nghiệp cần tham gia tích cực, chủ động vào hoạt động đào tạo của các cơ sở đào tạo, như: Định hướng nghề nghiệp từ sớm giúp người học định hình rõ nét ngành nghề lựa chọn; tham gia trực tiếp giảng dạy một số học phần thực hành nghề nghiệp, hướng dẫn thực tập và các hoạt động trải nghiệm thực tế tại doanh nghiệp. Thông qua các hoạt động này, doanh nghiệp có thể quan sát, đánh giá và lựa chọn các ứng viên tiềm năng đáp ứng được yêu cầu tuyển dụng của doanh nghiệp trong tương lai, điều này giúp giảm thiểu chi phí tuyển dụng và chi phí đào tạo lại sau tuyển dụng.

## 2.3. Về công tác duy trì nguồn nhân lực logistics

Vấn đề duy trì nguồn nhân lực logistics gắn liền với vấn đề lương thưởng và chế độ đãi ngộ nhân viên. Theo đó, doanh nghiệp cần: (1) Tăng mức lương tối thiểu theo

giá thị trường và tham khảo theo quy định của Nhà nước theo số năm cống hiến và kinh nghiệm làm việc của nhân viên; (2) Đáp ứng phúc lợi tốt nhất cho người lao động theo Luật Lao động; (3) Xét tăng lương nên tiến hành hàng năm theo kết quả kinh doanh và KPI của nhân viên; (4) Có chế độ thưởng theo tháng, quý, năm và theo những kết quả khác như qua năng suất làm việc và các sáng kiến - giải pháp làm lợi cho doanh nghiệp, góp phần thúc đẩy sự hứng khởi làm việc và sáng tạo của nhân viên.

## 3. KẾT LUẬN

Nguồn nhân lực là yếu tố then chốt quyết định sự phát triển bền vững của ngành Logistics Việt Nam. Để thực hiện được một số mục tiêu phát triển cụ thể của ngành Logistics theo quyết định của Thủ tướng thì vấn đề cần tập trung tháo gỡ trước tiên chính là nguồn nhân lực ngành Logistics hiện tại chưa đáp ứng được nhu cầu cả về số lượng và chất lượng. Bài báo đã tập trung phân tích nhu cầu, thực trạng nguồn nhân lực logistics và đề xuất một số giải pháp phát triển nguồn nhân lực cho ngành Logistics Việt Nam, trong đó tập trung chủ yếu vào công tác đào tạo, bồi dưỡng nguồn nhân lực. Bài báo là nguồn tư liệu tham khảo hữu ích cho các nhà quản lý ngành Logistics, các cơ sở đào tạo và các doanh nghiệp logistics.

### Tài liệu tham khảo

[1]. Thủ tướng Chính phủ (2017), *Quyết định số 200/2017/QĐ-TTg ban hành Kế hoạch hành động nâng cao năng lực cạnh tranh và phát triển dịch vụ logistics Việt Nam đến năm 2025*.

[2]. Bộ Công thương (2021), *Báo cáo logistics Việt Nam 2021: Phát triển nhân lực logistics*.

[3]. Hiệp hội Doanh nghiệp dịch vụ Logistics Việt Nam (VLA), Viện Nghiên cứu và Phát triển Logistics Việt Nam (VLI) (2019), *Hiện trạng và đề xuất phát triển nhân lực cho ngành Logistics Việt Nam*, Báo cáo.

[4]. Nguyễn Minh Đức (2021), *Giải pháp phát triển nguồn nhân lực logistics cho Việt Nam*, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam, Tạp chí Khoa học công nghệ Việt Nam, truy cập: <http://vjst.vn/vn/tin-tuc/4649/giai-phap-phat-trien-nguon-nhan-luc-logistics-cho-viet-nam.aspx>.

[5]. Lê Thị Mỹ Ngọc (2022), *Giải pháp đào tạo và phát triển nguồn nhân lực cho ngành Logistics Việt Nam*, Trường Đại học Đại Nam, Tạp chí Công thương.

Ngày nhận bài: 14/6/2024

Ngày nhận bài sửa: 01/7/2024

Ngày chấp nhận đăng: 06/8/2024

# Các yếu tố ảnh hưởng đến chuyển đổi số thành công tại các cảng cạn (ICD)

■ PGS. TS. DƯƠNG HỮU TUYẾN

*Trường Đại học Giao thông vận tải*

Email: dhtuyen@utc.edu.vn

**TÓM TẮT:** Trong hệ thống logistics quốc gia, cảng cạn là một thành tố quan trọng cho phép kết nối doanh nghiệp sản xuất với thị trường trong nước và quốc tế, giảm chi phí logistics, nâng cao hiệu quả của nền kinh tế. Hoạt động cung cấp dịch vụ logistics tại các doanh nghiệp nói chung, tại các cảng cạn nói riêng đang đứng trước những thách thức và yêu cầu ngày càng cao của khách hàng nhằm giảm chi phí logistics, nâng cao hiệu quả kinh doanh cho các doanh nghiệp. Để đạt được mục tiêu đó, chuyển đổi số (CĐS) trong cung cấp dịch vụ là một trong những giải pháp, thách thức mà các cảng cạn cần thực hiện. Đặc biệt trong điều kiện hiện nay, hầu hết mọi quy trình cung cấp dịch vụ logistics tại các thành tố trong hệ thống logistics đều được tự động hóa, tối ưu hóa. Tuy nhiên, do các yếu tố về công nghệ, chi phí, nhân lực..., quá trình CĐS thành công tại các cảng cạn còn gặp nhiều khó khăn. Mục đích của nghiên cứu là nhằm xác định những yếu tố chính ảnh hưởng đến CĐS thành công trong cung cấp dịch vụ logistics tại các cảng cạn. Kết quả nghiên cứu cho thấy, yếu tố về nhận thức về tầm quan trọng của CĐS có ý nghĩa quyết định đến sự thành công tại các cảng cạn.

**TỪ KHÓA:** Cảng cạn, CĐS, dịch vụ logistics.

**ABSTRACT:** In the national logistics system, inland container depots are an important element that allows connecting manufacturing enterprises with domestic and international markets, reducing logistics costs and improving economic efficiency. Logistics service provision activities at businesses in general and at inland container depots in particular, are facing increasing challenges and demands from customers to reduce logistics costs and improve business efficiency for businesses. To achieve that goal, digital transformation in service provision is one of the solutions and challenges that inland container depots need to implement. Especially in current conditions, almost all logistics service provision processes at elements in the logistics system are automated and optimized. However, due to factors such as technology, cost,

human resources... the process of successful digital transformation at inland container depots still faces many difficulties. The purpose of the study is to identify the main factors affecting successful digital transformation in logistics services provision at inland container depots. The study result shows that the awareness of the importance of digital transformation is decisive for success at inland container depots.

**KEYWORDS:** Inland container depot, digital transformation, logistics service.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong điều kiện tác động liên tục của môi trường kinh doanh quốc tế, sự tác động tới mọi mặt của hoạt động kinh tế trên toàn cầu, các doanh nghiệp logistics nói chung, doanh nghiệp cung cấp dịch vụ logistics tại cảng cạn nói riêng chịu sự tác động to lớn, đòi hỏi các doanh nghiệp phải thay đổi và thích ứng để tồn tại và phát triển. Cảng cạn giữ vai trò quan trọng trong chuỗi cung ứng của các quốc gia cũng như trên toàn cầu (Alinejad, Pishvaei et al. 2018), góp phần thúc đẩy và phát triển các nền kinh tế xuất khẩu (Cheng et al., 2009), trong đó có Việt Nam (Vu, Grant et al. 2020). Các nghiên cứu trước đã chỉ ra rằng, các cảng cạn luôn đặt ra định hướng phải nâng cao năng lực cạnh tranh, nâng cao trình độ quản trị tương đương với các công ty 3PL quốc tế.

Trong xu thế của CĐS, đòi hỏi lĩnh vực logistics cũng phải bắt kịp xu hướng này. CĐS với những đột phá trong lĩnh vực trí tuệ nhân tạo, tích hợp trí tuệ nhân tạo với Internet vạn vật (IoT) và các công cụ hiện đại hóa đã thay đổi quan niệm về logistics và dịch vụ kho bãi, phân phối trên khắp thế giới. Đối với cung cấp dịch vụ logistics tại các cảng cạn, CĐS trong cung cấp dịch vụ sẽ ngày càng mở rộng sự kết nối của các thiết bị phi truyền thống như tấm nâng hàng (pa-lét) và cần cẩu, thậm chí cả xe kéo và

rơ-moóc chở hàng, với Internet. Mục đích của nghiên cứu là nhằm xác định những yếu tố chính ảnh hưởng đến CĐS thành công trong cung cấp dịch vụ logistics tại các cảng cạn. Kết quả nghiên cứu cho thấy, yếu tố về nhận thức về tầm quan trọng của CĐS có ý nghĩa quyết định đến sự thành công tại các cảng cạn.

## 2. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU VÀ MÔ HÌNH NGHIÊN CỨU

### 2.1. CĐS tại các cảng cạn

Theo (Nguyen and Notteboom 2019), cảng cạn là một bến nội địa có kết nối trực tiếp và công suất lớn với các cảng biển, cung cấp các dịch vụ tương tự tại các cảng biển (Nguyen and Notteboom 2019). Cũng theo cách tiếp cận này, (Pham and Lee 2019) kết luận rằng, cảng cạn có chức năng như một nhà ga nội địa, nơi khách hàng có thể nhận vận đơn cho tất cả các loại hàng hóa của họ được cấp từ các hãng tàu (Pham and Lee 2019). Tuy nhiên, với sự phát triển và mở rộng của container hóa trong vận tải, cảng cạn ngày càng trở nên phổ biến và chức năng của nó đã được mở rộng thành “một nơi trong nội địa có khả năng đáp ứng chức năng của cảng ban đầu, giống như cảng biển” (Cullinane & Wilmsmeier, 2011). Theo (Ng, Padilha et al. 2013), cảng cạn thường được hiểu là kho ngoại quan, nơi hàng hóa được kiểm soát hải quan có thể được di chuyển, lưu trữ và thông quan hàng hóa.

Theo (Phạm Quang Hải et al. 2023) dẫn theo tài liệu về CĐS của Bộ Kế hoạch và Đầu tư (2021), CĐS trong doanh nghiệp được định nghĩa là “việc tích hợp, ứng dụng công nghệ số nhằm nâng cao hiệu quả kinh doanh, hiệu quả quản lý, năng lực và sức cạnh tranh của doanh nghiệp, tạo ra các giá trị mới”. Theo cách tiếp cận đó, tác giả Phạm Quang Hải et al. (2023) đã đưa ra khái niệm CĐS trong các doanh nghiệp logistics Việt Nam là quá trình doanh nghiệp logistics ứng dụng công nghệ số và khai thác quá trình số hóa để nâng cao năng lực quản trị, đổi mới phương thức hoạt động và chất lượng dịch vụ, phát triển mối quan hệ giữa doanh nghiệp với đối tác, khách hàng, giá trị chuỗi, hệ sinh thái kinh doanh đáp ứng yêu cầu thay đổi của thị trường và nền kinh tế và cách tiếp cận này cũng được tác giả sử dụng trong nghiên cứu.

### 2.2. Mô hình nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến CĐS thành công tại các cảng cạn

Theo (Singhdong, Suthiwartnarueput et al. 2021), sự thành công trong CĐS của các doanh nghiệp dịch vụ logistics tại Thái Lan phụ thuộc vào định hướng và mục tiêu của quá trình CĐS. Trong khi đó, nghiên cứu của (Cichosz, Wallenburg et al. 2020) cho thấy các yếu tố rào cản và các yếu tố thành công trong CĐS. Trong đó, các yếu tố thành công gồm điều chỉnh chiến lược kinh doanh, sự gắn kết của nhân viên, quản lý chuyển đổi linh hoạt... Tại Việt Nam, có nhiều nghiên cứu tập trung vào các yếu tố thành công của CĐS tại doanh nghiệp dịch vụ logistics, như nghiên cứu của Phạm Quang Hải et al. (2023), một trong những nội dung quan trọng của CĐS trong các doanh nghiệp dịch vụ logistics nói chung và cảng cạn nói riêng và yếu tố nhận thức về tầm quan trọng, trong đó CĐS không chỉ là sự thay đổi về hạ tầng vật chất kỹ thuật mà còn là chuyển đổi cả về nhận thức, tư duy của lãnh đạo và người lao động trong cảng cạn. Do đó, đội ngũ lãnh đạo tại các cảng cạn cần nhận thức sâu sắc, toàn diện về lợi ích, xu hướng CĐS và những ảnh hưởng của CĐS với hoạt động cung cấp dịch vụ logistics, vấn đề tích hợp CĐS vào chiến lược chung phù hợp với thực tế và khả năng của cảng cạn, xây dựng quyết tâm CĐS trong ban lãnh đạo và toàn bộ cảng cạn và các thành tố liên quan. Đồng thời, người lao động cần nhận thức rõ vai trò, trách nhiệm của mình trong quá trình CĐS của cảng cạn. Nếu người lao động không chủ động nâng cao trình độ, chuyên môn nghiệp vụ, khả năng sáng tạo, thích nghi nhanh với sự thay đổi nhanh chóng của công nghệ thì sẽ không thể đáp ứng yêu cầu công việc. Nghiên cứu của (Bùi Thị Hương, 2023) cho thấy, chiến lược CĐS là yếu tố góp phần thực hiện CĐS tại các doanh nghiệp. Nghiên cứu của Chủ Bá Quyết (2021), chiến lược (định hướng) CĐS của doanh nghiệp là yếu tố ảnh hưởng lớn đến CĐS thành công tại các doanh nghiệp dịch vụ logistics tại Việt Nam. Bảng sau tổng hợp các nghiên cứu trước liên quan đến các yếu tố ảnh hưởng đến CĐS thành công tại các doanh nghiệp logistics.

**Bảng 2.1. Tổng hợp một số nghiên cứu về các yếu tố thành công trong CĐS trong lĩnh vực dịch vụ logistics và cảng cạn**

Nhân tố tác động	Tác giả	Kết quả
Áp lực từ cơ quan quản lý Áp lực tiêu chuẩn hóa Áp lực bắt buộc	Lê Sơn Tùng (2024)	Thúc đẩy CĐS trong lĩnh vực logistics
Chính sách pháp luật và hỗ trợ của Chính phủ An toàn bảo mật thông tin của doanh nghiệp Quy trình số hóa Chiến lược CĐS của doanh nghiệp Nhân lực của doanh nghiệp Cơ cấu tổ chức và quy trình kinh doanh của doanh nghiệp Các dịch vụ logistics và hỗ trợ khách hàng	Bùi Thị Hương (2023)	CĐS của các doanh nghiệp

Số hóa quy trình An toàn, bảo mật Sự sẵn có dữ liệu số và công nghệ Chiến lược của doanh nghiệp Nhân lực của doanh nghiệp Cơ cấu và quy trình kinh doanh của doanh nghiệp Sự lựa chọn của khách hàng Các dịch vụ logistics và hỗ trợ khách hàng Chính sách hỗ trợ của Chính phủ	Chữ Bá Quyết (2021)	CĐS thành công
Khả năng lãnh đạo Văn hóa tổ chức Sự gắn kết của nhân viên và đối tác Điều chỉnh chiến lược kinh doanh và công nghệ thông tin Tiêu chuẩn hóa quy trình và tích hợp dữ liệu Đào tạo nhân viên và phát triển kỹ năng Quản lý chuyển đổi linh hoạt Tận dụng nội lực và ngoại lực kiến thức về công nghệ	Cichosz, Wallenburg et al. (2020)	CĐS thành công
Một nền văn hóa tổ chức hỗ trợ Các hoạt động chuyển đổi được quản lý tốt Tận dụng kiến thức bên ngoài và bên trong Thu hút các nhà quản lý và nhân viên Phát triển năng lực hệ thống thông tin Phát triển năng lực năng động Phát triển chiến lược kinh doanh kỹ thuật số Cân chỉnh hệ thống thông tin và kinh doanh Tầm nhìn lãnh đạo	Singhdong, Suthiwartnarueput et al. (2021)	CĐS thành công

Theo các kết quả nghiên cứu trước ở trên, tác giả đề xuất các giả thuyết nghiên cứu sau:

Giả thuyết H1. Nhận thức về tầm quan trọng của CĐS có thể có liên quan và tác động đến sự thành công trong CĐS tại các cảng cạn.

Giả thuyết H2. Định hướng về CĐS có thể có liên quan và tác động đến sự thành công trong CĐS tại các cảng cạn.

Giả thuyết H3. Mục tiêu của CĐS có thể có liên quan và tác động đến sự thành công trong CĐS tại các cảng cạn.

### 3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

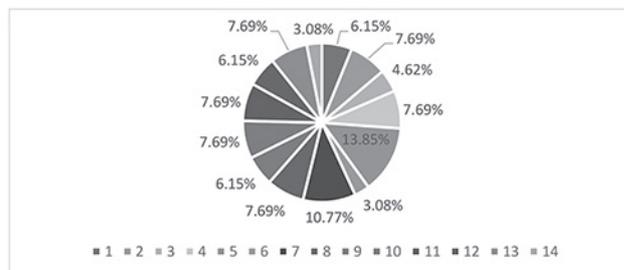
Trong nghiên cứu này, để thu thập các dữ liệu sơ cấp, bảng khảo sát được thiết kế trên cơ sở kế thừa các nghiên cứu trước, gồm nghiên cứu của Singhdong, Suthiwartnarueput et al. (2021), nghiên cứu của Cichosz, Wallenburg et al. (2020), Chữ Bá Quyết (2021) và Bùi Thị Hương (2023). Bộ câu hỏi được gửi đến các đối tượng khảo sát (lãnh đạo, cán bộ quản lý) tại các cảng cạn trong khu vực miền Bắc. Trong nghiên cứu này, chúng tôi áp dụng quy tắc của (abachnick and Fidell (2012) để xác định quy mô mẫu điều tra. Sau 2 tháng (từ tháng 5 đến hết tháng 6/2024) gửi câu hỏi điều tra thông qua các quan hệ cá nhân cũng như sự trợ giúp của Hiệp hội Doanh nghiệp dịch vụ logistics Việt Nam, tác giả thu được 79 câu trả lời. Tuy nhiên, chỉ có 65 câu trả lời có đầy đủ thông tin theo như yêu cầu và được sử dụng trong phân tích.

Đo lường các biến: Trong nghiên cứu này, thang đo likert 5 cấp độ được sử dụng cho các câu hỏi liên quan đến các biến nghiên cứu. Trong đó, 1 - Hoàn toàn không quan trọng, 5 - Hoàn toàn quan trọng.

## 4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

### 4.1. Mẫu nghiên cứu

Với 65 câu trả lời từ nhân sự đang làm việc tại các cảng cạn trong khu vực miền Bắc, kết quả cho thấy, các đối tượng tham gia khảo sát đều bao phủ tại 14 cảng cạn trong khu vực nghiên cứu.



Hình 4.1: Mô tả mẫu nghiên cứu

### 4.2. Kiểm định độ tin cậy thang đo

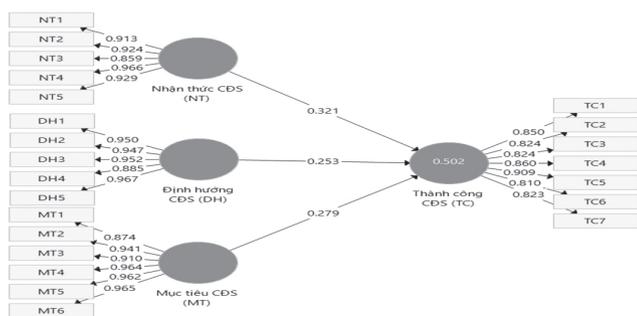
Với phương pháp khảo sát bằng bảng hỏi sử dụng thang đo 5 cấp độ, để đảm bảo độ tin cậy của thang đo, nghiên cứu sử dụng các hệ số hệ số Cronbach's, hệ số tương quan biến tổng, hệ số KMO. Kết quả cho trong bảng sau:

Bảng 4.1. Kết quả kiểm tra độ tin cậy của các thang đo

Biến	Cronbach's alpha	(KMO; Bartlett's test p)
Nhận thức của cảng cạn về CĐS (NT)	0,811	0,869
Định hướng CĐS tại cảng cạn (ĐH)	0,782	0,838
Mục tiêu của CĐS tại cảng cạn (MT)	0,821	0,803
Thành công của chuyển đổi số tại các cảng cạn (TC)	0,835	0,815

Nguồn: Tác giả

### 4.3. Kiểm định giả thuyết và mô hình nghiên cứu



Hình 4.2: Mô hình nghiên cứu

Với sự hỗ trợ của phần mềm PLS, mô hình xác định R<sup>2</sup> là 0,502, theo (Tenenhaus, Amato et al. 2004), điều đó cho thấy, mô hình nghiên cứu là có ý nghĩa. Kết quả này cho thấy rằng, 50,2% (Tenenhaus, Amato et al. 2004) sự thành công của CDS tại các cảng cạn (TC) trong khu vực nghiên cứu được giải thích bởi sự tác động của 3 biến độc lập là Nhận thức của cảng cạn về CDS (NT), Định hướng CDS tại cảng cạn (ĐH) và Mục tiêu của CDS tại cảng cạn (MT). Kết quả này cũng xác định các giả thuyết nghiên cứu đưa ra là có ý nghĩa.

Kết quả cũng cho thấy, trong 3 nhân tố nghiên cứu tác động đến CDS thành công tại các cảng cạn khu vực nghiên cứu thì nhân tố về Nhận thức của cảng cạn về CDS (NT) là có tác động mạnh nhất với hệ số hồi quy chuẩn hóa là 0,321 (sig = 0,000), nhân tố Mục tiêu của CDS tại cảng cạn (MT) có tác động lớn thứ 2 với hệ số hồi quy chuẩn hóa là 0,279 (sig = 0,000), nhân tố Định hướng CDS tại cảng cạn (ĐH) đứng thứ 3 có mối quan hệ có tác động nhỏ nhất. Kết quả này phản ánh thực tế rằng, để thực hiện thành công CDS tại các cảng cạn, cần đặc biệt lưu ý đến vấn đề nhận thức của toàn bộ lãnh đạo, nhân viên tại các cảng cạn. Kết quả cũng cho thấy, các cảng cạn cũng cần xác định chính xác mục tiêu CDS của cảng trong từng giai đoạn, phù hợp với khả năng trang bị thiết bị phần cứng và phần mềm tương ứng, cũng như khả năng thích ứng và thay đổi của đội ngũ lãnh đạo và nhân viên tại cảng.

### 4.4. Thảo luận

Mục tiêu của nghiên cứu này là nhằm đánh giá mối quan hệ giữa những yếu tố chính ảnh hưởng đến CDS thành công trong cung cấp dịch vụ logistics tại các cảng cạn. Kết quả nghiên cứu với mẫu khảo sát thu thập được từ 65 lãnh đạo và nhân viên các cảng cạn trong khu vực nghiên cứu đã chỉ ra rằng, yếu tố nhận thức có tác động lớn đến CDS thành công tại các cảng cạn. Kết quả của nghiên cứu này cung cấp thêm bằng chứng thực nghiệm về mối quan hệ giữa các yếu tố chính mà các cảng cạn cần lưu ý khi thực hiện CDS trong cung cấp dịch vụ logistics, cũng như tiếp tục kế thừa các kết quả nghiên cứu của Cichosz, Wallenburg et al. (2020) và Singhdong, Suthiwartnarueput et al. (2021) về CDS trong lĩnh vực logistics.

### 5. KẾT LUẬN

Theo khía cạnh nâng cao khả năng cạnh tranh và đáp ứng yêu cầu ngày càng cao của khách hàng trong việc giảm chi phí logistics thông qua các quá trình tự động

hóa, tối ưu hóa từ ứng dụng CDS, nghiên cứu đã có đóng góp thêm về mối liên hệ giữa các yếu tố chính quyết định đến sự thành công trong CDS tại các cảng cạn, gồm Nhận thức của cảng cạn về CDS (NT), Định hướng CDS tại cảng cạn (ĐH) và Mục tiêu của CDS tại cảng cạn (MT). Kết quả kiểm định giả thuyết nghiên cứu cho phép kết luận rằng, với cảng cạn, để CDS thành công thì cần chú trọng đến vấn đề nhận thức của toàn bộ lãnh đạo và nhân viên tại doanh nghiệp.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học GTVT trong Đề tài mã số T2024-KT-014.

### Tài liệu tham khảo

- [1]. Alinejad, E. A., M. S. Pishvae and A. B. Naeini (2018), *Key success factors for logistics provider enterprises: An empirical investigation in Iran*.
- [2]. Bùi Thị Hương (2023), *Các yếu tố ảnh hưởng đến CDS của các doanh nghiệp tại tỉnh Bình Dương*, Tạp san Khoa học và kỹ thuật, Trường Đại học Bình Dương.
- [3]. Cichosz, M., C. M. Wallenburg and A. M. Knemeyer (2020), *Digital transformation at logistics service providers: barriers, success factors and leading practices*, The International Journal of Logistics Management 31(2), 209-238.
- [4]. Phạm Quang Hải, Phùng Quang Phát và Đỗ Hồng Quân (2023), *CDS trong doanh nghiệp logistics Việt Nam*, VNU University of Economics and Business.
- [5]. Lê Sơn Tùng (2024), *Điều tra các nhân tố tác động đến hoạt động CDS trong các doanh nghiệp logistics tại khu vực Hải Phòng*, Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải.
- [6]. Chử Bá Quyết (2021), *Nghiên cứu khám phá các nhân tố ảnh hưởng đến CDS thành công của doanh nghiệp ở Việt Nam*, Tạp chí Khoa học và Đào tạo Ngân hàng 233, 57-70.
- [7]. Singhdong, P., K. Suthiwartnarueput and P. Pornchaiwiseskul (2021), *Factors influencing digital transformation of logistics service providers: A case study in Thailand*, The Journal of Asian Finance, Economics and Business 8(5), 241-251
- [8]. Tabachnick, G. and S. Fidell (2012), *Using Multivariate Statistics: Plus Mysearchlab with E-text*, Pearson Education.
- [9]. Tenenhaus, M., S. Amato and V. Esposito Vinzi (2004), *A global goodness-of-fit index for PLS structural equation modelling*.
- [10]. Vu, T. P., D. B. Grant and D. A. Menachof (2020), *Exploring logistics service quality in Hai Phong, Vietnam*, The Asian Journal of Shipping and Logistics 36(2), 54-64.

Ngày nhận bài: 26/7/2024

Ngày nhận bài sửa: 06/8/2024

Ngày chấp nhận đăng: 19/9/2024



# Nghiên cứu sự thay đổi hành vi đi lại của hành khách sau khi tuyến đường sắt đô thị Cát Linh - Hà Đông vận hành

## TS. NGUYỄN TIẾN QUÝ

Trường Đại học Giao thông vận tải

Email: nguyentienquy@utc.edu.vn

**TÓM TẮT:** Trong bài báo này, tác giả nghiên cứu hành vi đi lại của hành khách trước và sau khi vận hành tuyến đường sắt đô thị (ĐSĐT) Cát Linh - Hà Đông. Phân tích sự thay đổi về phương tiện di chuyển, mục đích chuyến đi, số chuyến đi bình quân, thời gian di chuyển bình quân, khoảng cách di chuyển bình quân của các chuyến đi trong ngày, từ đó đưa ra một số kiến nghị trong quá trình vận hành tuyến ĐSĐT Cát Linh - Hà Đông.

**TỪ KHÓA:** Hành vi đi lại, hành khách, đường sắt đô thị.

**ABSTRACT:** In this paper, the author studies the travel behaviour of passengers before and after the operation of the Cat Linh - Ha Dong urban railway line. The analysis covers changes in modes of transportation, trip purposes, average number of trips, average travel time and average trip distance per day. Based on these findings, some recommendations are provided for the operation of the Cat Linh - Ha Dong urban railway line.

**KEYWORDS:** Travel behaviour, passenger, Urban railway.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

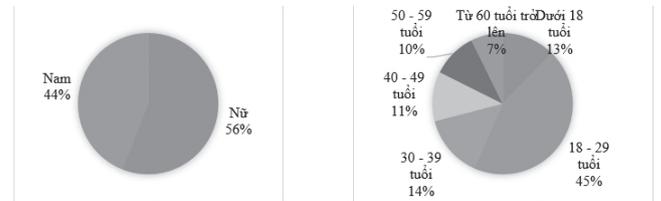
Năm 2021, tuyến đường sắt Cát Linh - Hà Đông đưa vào khai thác chính thức, cung cấp cho người dân Thủ đô một phương thức vận tải công cộng hiện đại. Sau một thời gian hoạt động, tuyến ĐSĐT đã thu hút một lượng lớn hành khách dọc tuyến đường sắt. Đối tượng hành khách đa phần là người già, học sinh, sinh viên đi học và người đi làm, lao động tự do. Người dân dần hình thành thói quen sử dụng dịch vụ vận tải hành khách bằng ĐSĐT. Để có cơ sở đề xuất các khuyến nghị và giải pháp cải thiện dịch vụ vận tải hành khách bằng ĐSĐT, đáp ứng nhu cầu đi lại của người dân thì việc nghiên cứu đánh giá sự thay đổi hành vi đi lại của hành khách trước khi vận hành và sau khi vận hành tuyến ĐSĐT Cát Linh - Hà Đông là cấp thiết, đáp ứng nhu cầu thông tin đầu vào cho việc tổ chức vận hành.

## 2. NỘI DUNG

Tác giả tiến hành thiết kế câu hỏi điều tra, phát phiếu tra cho 300 hành khách trên tuyến ĐSĐT 2A Cát Linh - Hà Đông (tại các ga đường sắt khu vực đã mua vé và trên tàu). Tổng hợp các kết quả điều tra trên google form và phân tích, kết quả điều tra cụ thể như sau.

### 2.1. Cơ cấu mẫu khảo sát

Các thông tin cá nhân của người tham gia trả lời phiếu điều tra như:

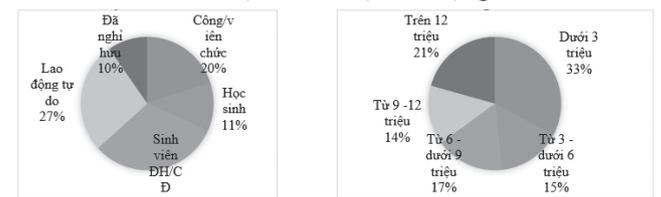


Nguồn: Kết quả khảo sát của tác giả, 2024

Hình 2.1: Cơ cấu mẫu khảo sát theo giới tính

Hình 2.2: Cơ cấu mẫu khảo sát theo độ tuổi

Theo kết quả phân tích dữ liệu, tỷ lệ hành khách tham gia khảo sát có giới tính nam là 44%, giới tính nữ là 56%. Tỷ lệ hành khách có độ tuổi từ 18 - 29 cao nhất chiếm 45%, tỷ lệ hành khách với các độ tuổi còn lại dao động trên dưới 10%.



Nguồn: Kết quả khảo sát của tác giả, 2024

Hình 2.3: Cơ cấu mẫu khảo sát theo nghề nghiệp

Hình 2.4: Cơ cấu mẫu khảo sát theo thu nhập

Qua kết quả khảo sát người sử dụng dịch vụ vận tải hành khách ĐSĐT chủ yếu cho mục đích đi làm, đi học nằm trong độ tuổi từ 18 đến 39 tuổi. Số lượng người đi học chiếm 43%, là những người thu nhập dưới 3 triệu đồng và vẫn sống phụ thuộc vào gia đình. Phản ánh đúng thực tế trên tuyến có rất nhiều trường đại học, PTTH, PTCS, các công ty.

### 2.2. Sự thay đổi hành vi đi lại của hành khách khi tuyến ĐSĐT Cát Linh - Hà Đông đi vào vận hành

Để làm rõ sự thay đổi về hành vi đi lại của hành khách sau khi tuyến ĐSĐT Cát Linh - Hà Đông đi vào vận hành, tác giả tiến hành phân tích trên các khía cạnh:

- Sự thay đổi về phương tiện di chuyển xét trên: Loại phương tiện sử dụng nhiều nhất để di chuyển và loại phương tiện sở hữu.

- Sự thay đổi về chuyến đi trong ngày xét trên: Mục đích chuyến đi; số chuyến đi bình quân trong ngày; thời gian di chuyển bình quân trong các chuyến đi trong ngày; khoảng cách di chuyển bình quân trong các chuyến đi trong ngày.

2.2.1. Sự thay đổi về phương tiện di chuyển

**Bảng 2.1. Phương tiện sử dụng nhiều nhất để di chuyển**

Đơn vị: %

TT	Loại phương tiện	Trước khi ĐSDT vận hành	Sau khi ĐSDT vận hành	Chênh lệch
1	Phương tiện GTCC	12,0	22,3	10,3
2	Xe đạp	5,7	7,3	1,7
3	Xe máy	69,0	58,3	-10,7
4	Ô tô	10,3	8,3	-2,0
5	Lựa chọn khác	3,0	3,7	0,7

Nguồn: Kết quả khảo sát của tác giả, 2024

Kết quả khảo sát cho thấy, sau khi tuyến ĐSDT Cát Linh - Hà Đông đi vào vận hành có sự thay đổi rõ rệt về loại phương tiện mà hành khách sử dụng nhiều nhất để di chuyển, thể hiện bởi sự dịch chuyển từ tỷ lệ hành khách sử dụng phương tiện cá nhân như xe máy, ô tô sang tỷ lệ hành khách sử dụng phương tiện giao thông công cộng (PTGTCC) (xe buýt, tàu điện). Tỷ lệ hành khách sử dụng PTGTCC tăng lên 10,3%, tỷ lệ hành khách sử dụng xe máy giảm 10,7%, tỷ lệ hành khách sử dụng ô tô giảm 2%. Để làm rõ hơn hành vi thay đổi phương tiện mà hành khách sử dụng nhiều nhất để di chuyển sau khi tuyến ĐSDT Cát Linh - Hà Đông đi vào vận hành ta dựa vào bảng dữ liệu sau:

**Bảng 2.2. Kết quả thống kê mô tả về loại hình phương tiện sử dụng nhiều nhất**

Đơn vị: Hành khách

TT	Trước khi ĐSDT vận hành	Sau khi ĐSDT vận hành					Tổng
		PT GTCC	Xe đạp	Xe máy	Ô tô	Khác	
1	PT GTCC	31	2	0	3	0	36
2	Xe đạp	3	9	4	0	1	17
3	Xe máy	27	11	158	7	4	207
4	Ô tô	5	0	9	15	2	31
5	Khác	1	0	4	0	4	9
<b>Tổng</b>		<b>67</b>	<b>22</b>	<b>175</b>	<b>25</b>	<b>11</b>	<b>300</b>

Nguồn: Kết quả khảo sát của tác giả, 2024

Kết quả điều tra về loại hình phương tiện sử dụng nhiều nhất của 300 hành khách khi ĐSDT Cát Linh - Hà Đông chưa vận hành có 207 hành khách sử dụng xe máy (chiếm 69%), 36 hành khách sử dụng PTGTCC (chiếm 12%), 31 hành khách sử dụng ô tô (chiếm 10,3%), 17 hành khách sử dụng xe đạp (chiếm 5,7%), 9 hành khách sử dụng

phương tiện khác (chiếm 3%).

Sau khi ĐSDT Cát Linh - Hà Đông vận hành có 175 hành khách sử dụng xe máy (chiếm 58%, giảm 10,7%); 67 hành khách sử dụng PTGTCC (chiếm 22%, tăng 10,3%), trong đó có 36 hành khách chuyển từ các phương tiện khác sang sử dụng PTGTCC; 25 hành khách sử dụng ô tô (chiếm 8%, giảm 2%); 22 hành khách sử dụng xe đạp (chiếm 7%, tăng 1,7%); 11 hành khách sử dụng phương tiện khác (chiếm 5%, tăng 0,7%). Kết quả cũng cho thấy 217 hành khách khảo sát (chiếm 72% hành khách) không có sự thay đổi về phương tiện sử dụng nhiều nhất (trong đó: PTGTCC - 31 hành khách, xe đạp - 9 hành khách, xe máy - 158 hành khách, ô tô - 15 hành khách, khác - 4 hành khách). 83 hành khách khảo sát (chiếm 28%) có sự thay đổi về phương tiện sử dụng nhiều nhất.

2.2.2. Sự thay đổi về chuyến đi

a) Mục đích chuyến đi

**Bảng 2.3. Mục đích chuyến đi trong ngày**

Đơn vị: %

TT	Mục đích chuyến đi	Trước khi ĐSDT vận hành	Sau khi ĐSDT vận hành	Chênh lệch
1	Đi làm	26,7	26,8	0,1
2	Đi học	18,6	17,6	-1,0
3	Mua sắm	11,8	12,7	0,9
4	Hoạt động xã hội	9,5	8,9	-0,6
5	Đi chơi	25,6	24,6	-1,0
6	Mục đích khác	7,8	9,5	1,7

Nguồn: Kết quả khảo sát của tác giả, 2024

Mục đích chuyến đi trong ngày của hành khách sau khi tuyến ĐSDT Cát Linh - Hà Đông đi vào vận hành không có nhiều biến động, điều này thể hiện ở tỷ lệ các mục đích chuyến đi của hành khách biến động xung quanh mức +/- 1 điểm phần trăm so với thời điểm trước đó.

b) Số chuyến đi bình quân trong ngày

**Bảng 2.4. Số chuyến đi bình quân trong ngày**

Đơn vị: %

TT	Số chuyến	Trước khi ĐSDT vận hành	Sau khi ĐSDT vận hành	Chênh lệch
1	1-3 chuyến	81,0	83,0	2,0
2	4-7 chuyến	15,7	13,0	-2,7
3	>7 chuyến	3,3	4,0	0,7

Nguồn: Kết quả khảo sát của tác giả, 2024

Số chuyến đi bình quân trong ngày của hành khách sau khi tuyến ĐSDT Cát Linh - Hà Đông đi vào vận hành chỉ biến động nhẹ. Điều này thể hiện qua tỷ lệ hành khách di chuyển trung bình từ 1 - 3 chuyến/ngày và trên 7 chuyến/ngày tăng nhẹ ở mức 2 và 0,7%. Tỷ lệ hành khách di chuyển trung bình từ 4 - 7 chuyến/ngày, giảm nhẹ ở mức 2,7%. Để

làm rõ hơn ta dựa vào bảng dữ liệu sau:  
**Bảng 2.5. Kết quả thống kê mô tả về số chuyến đi bình quân trong ngày của hành khách**

Đơn vị: Hành khách

TT	Trước khi ĐSĐT vận hành	Sau khi ĐSĐT vận hành			Tổng
		1-3 chuyến	4-7 chuyến	>7 chuyến	
1	1-3 chuyến	228	14	1	243
2	4-7 chuyến	19	24	4	47
3	>7 chuyến	2	1	7	10
<b>Tổng</b>		<b>249</b>	<b>39</b>	<b>12</b>	<b>300</b>

Nguồn: Kết quả khảo sát của tác giả, 2024

Kết quả điều tra về số chuyến đi bình quân trong ngày của 300 hành khách khi ĐSĐT Cát Linh - Hà Đông chưa vận hành có 243 hành khách đi 1 - 3 chuyến trong ngày (chiếm 81%), 47 hành khách đi 4 - 7 chuyến (chiếm 15,7%), 10 hành khách đi >7 chuyến (chiếm 3,3%).

Sau khi ĐSĐT Cát Linh - Hà Đông vận hành có 249 hành khách đi 1 - 3 chuyến trong ngày (chiếm 83%, tăng 2%), 39 hành khách đi 4 - 7 chuyến (chiếm 13%, giảm 2,7%), 12 hành khách đi >7 chuyến (chiếm 4%, tăng 0,7%). Kết quả cũng cho thấy, 259 hành khách khảo sát (chiếm 86% hành khách) không có sự thay đổi về số chuyến đi bình quân trong ngày. 41 hành khách khảo sát (chiếm 14%) có sự thay đổi về số chuyến đi bình quân trong ngày. Sau khi ĐSĐT Cát Linh - Hà Đông vận hành, số chuyến đi bình quân trong ngày của hành khách có sự thay đổi nhưng không đáng kể.

c) Thời gian di chuyển bình quân của các chuyến đi trong ngày  
**Bảng 2.6. Thời gian di chuyển bình quân của các chuyến đi trong ngày**

Đơn vị: %

TT	Thời gian di chuyển bình quân	Trước khi ĐSĐT vận hành	Sau khi ĐSĐT vận hành	Chênh lệch
1	<30 phút	44,3	56,7	12,3
2	30-60 phút	47,0	37,0	-10,0
3	>60 phút	8,7	6,3	-2,3

Nguồn: Kết quả khảo sát của tác giả, 2024

Kết quả khảo sát cho thấy, sau khi tuyến ĐSĐT Cát Linh - Hà Đông đi vào vận hành có sự thay đổi rõ rệt về thời gian di chuyển bình quân trong các chuyến đi trong 1 ngày của hành khách, thể hiện bởi sự dịch chuyển từ tỷ lệ hành khách có thời gian di chuyển bình quân trên 30 phút sang tỷ lệ hành khách có thời gian di chuyển bình quân dưới 30 phút/chuyến/ngày. Tỷ lệ hành khách có thời gian di chuyển bình quân dưới 30 phút/chuyến/ngày tăng 12,3%, tỷ lệ hành khách có thời gian di chuyển bình quân từ 30 - 60 phút/chuyến/ngày giảm 10%, tỷ lệ hành khách có thời gian di chuyển bình quân trên 60 phút/chuyến/ngày giảm 2,3%. Để làm rõ hơn ta dựa vào bảng dữ liệu sau:

**Bảng 2.7. Kết quả thống kê mô tả về thời gian di chuyển bình quân của các chuyến đi trong một ngày của hành khách**

Đơn vị: Hành khách

TT	Trước khi ĐSĐT vận hành	Sau khi ĐSĐT vận hành			Tổng
		<30 phút	30-60 phút	>60 phút	
1	<30 phút	122	9	2	133
2	30-60 phút	43	94	4	141
3	>60 phút	5	8	13	26
<b>Tổng</b>		<b>170</b>	<b>111</b>	<b>19</b>	<b>300</b>

Nguồn: Kết quả khảo sát của tác giả, 2024

Kết quả điều tra về thời gian di chuyển bình quân của các chuyến đi trong ngày của 300 hành khách khi ĐSĐT Cát Linh - Hà Đông chưa vận hành có 133 hành khách có thời gian di chuyển bình quân <30 phút (chiếm 44,3%), 141 hành khách có thời gian di chuyển bình quân từ 30 - 60 phút (chiếm 47%), 26 hành khách có thời gian di chuyển bình quân >60 phút (chiếm 8,7%).

Sau khi ĐSĐT Cát Linh - Hà Đông vận hành có 170 hành khách có thời gian di chuyển bình quân <30 phút (chiếm 56,7%, tăng 12,3%), 111 hành khách có thời gian di chuyển bình quân từ 30 - 60 phút (chiếm 37%, giảm 10%), 19 hành khách có thời gian di chuyển bình quân >60 phút (chiếm 6,3%, giảm 2,3%). Kết quả khảo sát cũng cho thấy 229 hành khách khảo sát (chiếm 76% hành khách) không có sự thay đổi về thời gian di chuyển bình quân trong các chuyến đi (trong đó: <30 phút: 122 hành khách, 30 - 60 phút: 94 hành khách, >60 phút: 13 hành khách). 71 hành khách khảo sát (chiếm 24% hành khách) có sự thay đổi về thời gian di chuyển bình quân trong các chuyến đi. Suy ra, sau khi ĐSĐT Cát Linh - Hà Đông vận hành, thời gian bình quân di chuyển của hành khách có xu hướng được rút ngắn hơn so với trước đây.

d) Khoảng cách di chuyển bình quân của các chuyến đi trong ngày

**Bảng 2.8. Khoảng cách di chuyển bình quân của các chuyến đi trong ngày**

Đơn vị: %

TT	Khoảng cách di chuyển bình quân	Trước khi ĐSĐT vận hành	Sau khi ĐSĐT vận hành	Chênh lệch
1	<5 km	15,7	19,0	3,3
2	5 - dưới 10 km	39,0	38,3	-0,7
3	10 - dưới 20 km	36,3	33,7	-2,7
4	20-30 km	6,0	6,0	0,0
5	>30 km	3,0	3,0	0,0

Nguồn: Kết quả khảo sát của tác giả, 2024

Khoảng cách di chuyển bình quân 1 chuyến đi trong ngày của hành khách sau khi tuyến ĐSĐT Cát Linh - Hà Đông đi vào vận hành chỉ biến động nhẹ. Điều này thể hiện qua tỷ lệ hành khách có khoảng cách di chuyển bình quân dưới 5 km/chuyến/ngày, tăng nhẹ ở mức 3,3%. Tỷ lệ hành

khách có khoảng cách di chuyển bình quân từ 5 - 10 km/chuyến/ngày và từ 10 - 20 km/chuyến/ngày giảm nhẹ ở mức 0,7 và 2,7%. Trong khi tỷ lệ hành khách có khoảng cách di chuyển bình quân từ 20 - 30 km/chuyến/ngày và trên 30 km/chuyến/ngày không thay đổi. Để làm rõ hơn ta dựa vào bảng dữ liệu sau:

**Bảng 2.9. Kết quả thống kê mô tả về khoảng cách di chuyển bình quân của các chuyến đi trong ngày của hành khách**

Đơn vị: Hành khách

TT	Trước khi ĐSDT vận hành	Sau khi ĐSDT vận hành					Tổng
		<5 km	5 - dưới 10 km	10 - dưới 20 km	20 - 30 km	>30 km	
1	<5 km	39	7	1	0	0	47
2	5 - dưới 10 km	15	92	9	1	0	117
3	10 - dưới 20 km	3	13	85	4	4	109
4	20 - 30 km	0	0	6	11	1	18
5	>30 km	0	3	0	2	4	9
<b>Tổng</b>		<b>57</b>	<b>115</b>	<b>101</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>300</b>

Nguồn: Kết quả khảo sát của tác giả, 2024

Kết quả điều tra về khoảng cách di chuyển bình quân cho các chuyến đi của 300 hành khách khi ĐSDT Cát Linh - Hà Đông chưa vận hành có 47 hành khách di chuyển bình quân <5 km (chiếm 15,7%), 117 hành khách di chuyển từ 5 - dưới 10 km (chiếm 39%), 109 hành khách di chuyển từ 10 - dưới 20 km (chiếm 36,3%), 18 hành khách di chuyển từ 20 - 30 km (chiếm 6%), 9 hành khách di chuyển >30 km (chiếm 3%).

Sau khi ĐSDT Cát Linh - Hà Đông vận hành có 57 hành khách di chuyển bình quân <5 km (chiếm 19%, tăng 3,3%), 115 hành khách di chuyển từ 5 - dưới 10 km (chiếm 38,3%, giảm 0,7%), 101 hành khách di chuyển từ 10 - dưới 20 km (chiếm 33,7%, giảm 2,7%), 18 hành khách di chuyển từ 20 - 30 km (chiếm 6%, không thay đổi), 9 hành khách di chuyển >30 km (chiếm 3%, không thay đổi). Kết quả khảo sát cũng chỉ ra 231 hành khách khảo sát (chiếm 77% hành khách) không có sự thay đổi về khoảng cách di chuyển bình quân cho các chuyến đi. 69 hành khách khảo sát (chiếm 23%) có sự thay đổi về khoảng cách di chuyển bình quân cho các chuyến đi. Sau khi ĐSDT Cát Linh - Hà Đông vận hành, khoảng cách di chuyển bình quân cho các chuyến đi của hành khách có sự thay đổi nhưng không đáng kể.

### 3. KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ

Như vậy, sau khi tuyến đường sắt Cát Linh - Hà Đông đưa vào vận hành khai thác, tỷ lệ hành khách sử dụng tuyến chủ yếu nằm trong độ tuổi từ 18 - 29 (chiếm 45%), là học sinh, sinh viên đại học (chiếm 44%), thu nhập dưới 3 triệu đồng (chiếm 33%). Hành khách có xu hướng sử dụng phương tiện vận tải công cộng tăng lên 10,3%. Phương tiện sử dụng và sở hữu nhiều nhất vẫn là xe máy thì không có thay đổi nhiều. Mục đích chuyến đi và số chuyến đi bình quân, khoảng cách di chuyển không thay đổi. Thời gian dành cho chuyến đi dưới 30 phút tăng lên 12,3%. Để thu hút nhiều đối tượng hành khách sử dụng tuyến Cát Linh

- Hà Đông, cơ quan quản lý cũng như Công ty TNHH MTV Đường sắt Hà Nội cần thực hiện đồng bộ một số giải pháp:

- Tuyên truyền người dân hiểu được các ưu điểm khi sử dụng tuyến sẽ giảm được thời gian dành cho đi lại, giảm ùn tắc giao thông, phát triển đô thị bền vững;

- Điều chỉnh hướng tuyến xe buýt, tăng cường các tuyến xe buýt nhỏ để thu gom hành khách, tạo thuận lợi cho hành khách có thể tiếp cận được tuyến đường sắt;

- Cải tạo các khu vực dưới các ga đường sắt có thể là nơi trông giữ xe đạp, xe máy phục vụ cho hành khách sử dụng tuyến đường sắt;

- Tiếp tục đẩy nhanh tốc độ xây dựng, hoàn thiện các tuyến ĐSDT phát huy vai trò của vận tải ĐSDT là phương thức, chìa khóa cho phát triển đô thị bền vững.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học GTVT trong Đề tài mã số T2024-KT-002.

#### Tài liệu tham khảo

[1]. Ngân hàng Thế giới (2019), *Nghiên cứu phát triển giao thông công cộng nhằm đảm bảo tính bền vững cho giao thông đô thị Hà Nội: Phân tích khả năng tiếp cận của hệ thống GTCC ở cấp độ mạng lưới và tối ưu hóa mạng lưới xe buýt*, Báo cáo kỹ thuật số 2.

[2]. Nguyen, H.A., Soltani, A., Allan, A. (2018), *Adelaide's East End tramline: Effects on modal shift and carbon reduction*, Travel Behaviour and Society. 11, 21-30.

[3]. Hoàng Anh Tuấn (2018), *Nghiên cứu nhu cầu của hành khách ĐSDT*, Tạp chí GTVT, số tháng 6, tr.152-154.

Ngày nhận bài: 29/7/2024  
Ngày nhận bài sửa: 14/8/2024  
Ngày chấp nhận đăng: 05/9/2024

## GIAO THÔNG THÔNG MINH

# Giải quyết bài toán về quản lý, điều tiết giao thông

AN GIA KHÁNH

Xây dựng hệ thống giao thông thông minh (ITS) là một trong những ưu tiên hàng đầu của ngành GTVT và các đô thị lớn hiện nay. Nhờ áp dụng các công nghệ tiên tiến, lợi ích của ITS đang dần khẳng định vai trò nhờ mang lại những lợi ích thiết thực, góp phần giải quyết bài toán về quản lý, điều tiết giao thông.

### THUẬN LỢI CHO NGƯỜI DÂN, GIÚP ÍCH CHO CƠ QUAN QUẢN LÝ

Theo TS. Tô Nam Toàn, Trưởng phòng Khoa học công nghệ, Môi trường và Hợp tác quốc tế (Cục Đường bộ Việt Nam), ITS tạo ra kênh trao đổi và cập nhật thông tin hai chiều. Hệ thống cung cấp đầy đủ thông tin, dịch vụ trước, trong và sau chuyến đi như: Thời tiết, mức độ tắc nghẽn giao thông, sự cố, thông tin biển báo, vi phạm thường mắc phải, nơi dừng nghỉ trên đường, cảnh báo... để người tham gia giao thông đưa ra những quyết định phù hợp khi di chuyển. Mặt khác, thông tin từ người dân cũng được thu thập, truyền về trung tâm điều hành để thuận tiện cho công tác theo dõi, quản lý, vận hành giao thông được an toàn, thông suốt.

Đối với đơn vị vận hành và cơ quan quản lý giao thông, ITS hỗ trợ giám sát và điều hành giao thông thông qua theo dõi các hành vi vi phạm tốc độ, tải trọng; thu phí tự



Việc xây dựng kiến trúc tổng thể về ITS đang dần hoàn thành, đảm bảo kết nối, nâng cao hiệu quả trong quản lý, điều hành

động, cảnh báo tai nạn..., góp phần quản lý, đảm bảo hạ tầng giao thông. Trong các trường hợp khẩn cấp, hệ thống cung cấp kênh thông tin liên lạc nhanh chóng giữa cơ quan chức năng, người dân và các đơn vị khác để kịp thời tiếp nhận, xử lý an toàn cho người dân và hệ thống giao thông.

"Không chỉ có vậy, đối với cơ quan quản lý, ITS cung cấp báo cáo thống kê về tình hình tham gia và hành vi vi phạm trật tự ATGT; dự báo các xu hướng quy hoạch mạng lưới giao thông một cách chính xác, toàn diện; phục vụ công tác quản lý tài sản, cơ sở hạ tầng giao thông, đồng thời xây dựng kế hoạch bảo trì, bảo dưỡng và nâng cấp", ông Toàn thông tin thêm.

### "MẮT THẦN" TẠI CÁC ĐÔ THỊ LỚN

Thời gian qua, Hà Nội đã đầu tư và đưa vào vận hành thí điểm Trung tâm Điều hành giao thông thông

minh. Sau quá trình thí điểm, cơ quan chức năng sẽ đánh giá toàn diện, đưa ra phương án tối ưu về kỹ thuật, công nghệ, bảo đảm tính hiệu quả, khả thi.

Ông Thái Hồ Phương, Giám đốc Trung tâm Quản lý và Điều hành giao thông TP. Hà Nội cho biết, Trung tâm là nền tảng cốt lõi để thực hiện mục tiêu đến năm 2030 Hà Nội cơ bản trở thành thành phố thông minh, hiện đại, từng bước kết nối với mạng lưới đô thị thông minh trong khu vực và thế giới.

Cùng với trung tâm điều hành, các thiết bị ngoại vi như camera hỗ trợ xử phạt, camera đo đếm lưu lượng, camera đo tốc độ, biển báo thông tin giao thông VMS... được lắp đặt tại hai nút giao thông thí điểm trên đường Phạm Văn Bạch (quận Cầu Giấy).

"Thời gian qua, trong quá trình vận hành thử nghiệm, hệ thống hoạt động khá trơn tru, tình hình giao thông trên nhiều tuyến phố, nút giao,

các xung đột, va chạm giao thông, tình hình vận hành xe buýt liên tục được cập nhật về trung tâm. Từng biển số ô tô, xe máy được camera ghi lại rõ nét theo thời gian thực. Các hành vi vi phạm như đi sai làn, vượt đèn đỏ, lấn làn, đi ngược chiều được tự động ghi lại để lực lượng chức năng làm cơ sở phạt "ngươi". Thậm chí, các "ổ gà" hay sự cố giao thông phát sinh trên đường cũng được ghi lại để kịp thời cảnh báo. Tại một số nút giao thông, thời gian của đèn tín hiệu sẽ tự điều chỉnh theo lưu lượng phương tiện, góp phần giảm ùn tắc giao thông", ông Phương thông tin.

Để phát huy hiệu quả của Trung tâm Điều hành giao thông thông minh, hệ thống phần mềm quản lý và thiết bị ngoại vi có 12 chức năng cơ bản. Trong giai đoạn thí điểm, hệ thống có 9 chức năng (trong đó 7 chức năng hoạt động ngay và 2 chức năng chờ tích hợp). Hệ thống được thiết kế sẵn sàng mở rộng, tích hợp đủ 12 chức năng khi các ứng dụng hoàn thiện, đủ điều kiện kết nối, chia sẻ dữ liệu.

Còn theo Giám đốc Sở GTVT Hà Nội Nguyễn Phi Thường, giao thông thông minh là 1 trong 6 trụ cột chính trong cấu trúc đô thị thông minh. Lộ trình hình thành hệ thống giao thông thông minh chia làm 3 giai đoạn, trong đó giai đoạn 1 (2024 - 2026) hình thành Trung tâm Điều hành giao thông thông minh (với 9/12 chức năng); giai đoạn 2 (2027 - 2029), Trung tâm được mở rộng (gắn với việc thực hiện đủ 12/12 chức năng); giai đoạn 3 (từ năm 2030) là giai đoạn phát triển bền vững.

Không chỉ có Hà Nội, thời gian qua, TP. Hồ Chí Minh đã đẩy mạnh ứng dụng hiệu quả ITS, giúp hoàn thiện cơ sở hạ tầng giao thông, xây dựng hệ thống điều hành và quản lý ITS nhằm giải quyết ùn tắc và giảm thiểu tai nạn.

Được biết, TP. Hồ Chí Minh là địa phương đầu tiên trên cả nước xây dựng trung tâm điều hành giao thông thông minh. Dự án đưa vào vận hành từ cuối năm 2019 với 5 trụ cột: Giám sát giao thông; điều khiển đèn tín hiệu giao thông; cung cấp thông tin giao thông, phục vụ xử lý vi

phạm; mô phỏng và dự báo tình hình giao thông. Hệ thống này đã giúp nâng cao hiệu quả giám sát và điều tiết giao thông trong thời gian qua nhờ ứng dụng công nghệ hiện đại, có khả năng điều khiển đèn tín hiệu linh hoạt thông qua hệ thống cảm biến quan trắc; cung cấp các thông số giao thông như lưu lượng người và phương tiện, vận tốc trung bình, mật độ phương tiện... Trên cơ sở dữ liệu trực tuyến, hệ thống từ trung tâm đưa những phân tích, cảnh báo phân luồng từ xa, góp phần giải tỏa ùn tắc ở những điểm "nóng".

### **QUẢN LÝ, GIÁM SÁT HIỆU QUẢ TRÊN CÁC TUYẾN CAO TỐC**

Hiện nay mới có một số tuyến cao tốc được đầu tư lắp đặt hệ thống ITS như: Hà Nội - Hải Phòng, Hạ Long - Vân Đồn, TP. Hồ Chí Minh - Long Thành, Long Thành - Dầu Giây, TP. Hồ Chí Minh - Trung Lương, Trung Lương - Mỹ Thuận, Pháp Vân - Cầu Giẽ, Cầu Giẽ - Ninh Bình, Cam Lâm - Vĩnh Hảo...

Thời gian tới, hệ thống ITS sẽ được đầu tư đồng bộ phục vụ cho quản lý, khai thác các tuyến cao tốc Bắc - Nam. Trong giai đoạn 2023 - 2025, Bộ GTVT sẽ xây dựng quy hoạch ITS và kiến trúc ITS quốc gia đến năm 2030; hoàn thiện hệ thống văn bản quy phạm pháp luật cho đầu tư, khai thác, sử dụng ITS đã và đang đầu tư; thống nhất mô hình các giai đoạn phát triển của hệ thống ETC...

Giai đoạn 2025 - 2030 sẽ triển khai xây dựng trung tâm quản lý, điều hành giao thông quốc gia; kết nối các trung tâm quản lý, điều hành giao thông tuyến về trung tâm quản lý, điều hành giao thông quốc gia; vận hành trung tâm quản lý, điều hành giao thông quốc gia đối với hệ thống đường cao tốc.

Giai đoạn sau năm 2030 tiếp tục hoàn thiện ITS các tuyến cao tốc được đầu tư hoàn chỉnh; kết nối các trung tâm ITS tuyến thuộc địa phương về trung tâm quản lý, điều hành giao thông quốc gia; vận hành trung tâm quản lý, điều hành giao thông quốc gia trên phạm vi toàn quốc.

Theo ông Lê Thanh Tùng, Giám đốc Trung tâm Công nghệ thông tin

(Bộ GTVT), Bộ đã chỉ đạo các đơn vị xây dựng chiến lược, quy hoạch phát triển, trong đó có lộ trình triển khai các hệ thống của ITS như: Hệ thống quản lý, điều hành đường cao tốc; hệ thống cung cấp thông tin giao thông; hệ thống quản lý giao thông công cộng; hệ thống quản lý xe kinh doanh; hệ thống thanh toán điện tử giao thông đường bộ...

Trên cơ sở đó, việc xây dựng kiến trúc tổng thể về ITS cũng đang dần hoàn thành, đảm bảo kết nối giữa các tuyến cao tốc, giữa cao tốc với quốc lộ, giữa trung tâm điều hành đường cao tốc với trung tâm điều hành giao thông đô thị. Đồng thời, lãnh đạo Bộ GTVT đã chỉ đạo, dù chúng ta đi sau nhưng sẽ "đi tắt đón đầu", tiếp cận công nghệ ITS hiện đại, theo kịp xu thế của thế giới.

Tại tuyến cao tốc Bắc - Nam, đoạn Cam Lâm - Vĩnh Hảo dài 78,5 km vừa được khánh thành ngày 28/4/2024 với hệ thống ITS hiện đại, hoàn thành đồng bộ, được tích hợp cả phần đường và phần hầm. Hệ thống thu phí tự động không dừng (ETC) liên tuyến với đầu vào mở (không có barrier), dữ liệu thu phí tại các trạm được kết nối và đồng bộ về Trung tâm Giám sát thu phí, đảm bảo công tác thu phí đầy đủ và minh bạch.

Có thể nói, ITS tại cao tốc Cam Lâm - Vĩnh Hảo khắc phục gần như hoàn toàn các hạn chế của ITS trước đây. Hệ thống ITS trên cao tốc Cam Lâm - Vĩnh Hảo bao gồm các hợp phần như hệ thống điện, quạt thông gió, phòng cháy chữa cháy, điện chiếu sáng, CCTV và phát hiện sự cố, biển báo giao thông điện tử và đèn tín hiệu, hệ thống thu phí ETC... Trong đó, Hệ thống CCTV trên tuyến bao gồm 21 camera PTZ, 1 camera FIX và 5 camera VDS giám sát, bố trí mỗi điểm cách nhau 2 km để thu thập thông tin trên tuyến gửi về trung tâm điều khiển. Trên tuyến có hầm núi Vung dài 2.250 m là hầm cấp đặc biệt. Trong hầm có hệ thống ITS bao gồm 11 camera PTZ, 38 camera FIX và 4 camera VDS giám sát và thu thập thông tin, đưa các cảnh báo về trung tâm cho đơn vị vận hành □

# Tăng cường quản lý, phân loại rác tại nguồn

Theo quy định của Luật Bảo vệ môi trường, chậm nhất đến ngày 31/12/2024, các tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương sẽ chính thức thực hiện việc phân loại rác tại nguồn, trong đó có chất thải rắn sinh hoạt (CTRSH).



Nâng cao ý thức của người dân để hoạt động phân loại rác tại nguồn đạt hiệu quả thiết thực

Theo ước tính, khối lượng chất thải phát sinh ở Việt Nam tăng gấp đôi trong chưa đầy 15 năm. Theo Ngân hàng Thế giới (2018), tổng lượng chất thải rắn năm 2015 ước tính khoảng hơn 27 triệu tấn. Với tốc độ phát sinh CTRSH dự báo là 8,4%/năm đối với khu vực đô thị, tổng lượng chất thải được ước tính sẽ tăng lên 54 triệu tấn vào năm 2030.

Thống kê lượng CTRSH phát sinh thời điểm cuối năm 2019 khoảng 23,6 triệu tấn, đến cuối năm 2023 phát sinh 24,5 triệu tấn. Về cơ sở và công nghệ xử lý hiện nay, toàn quốc có hơn 1.400 cơ sở xử lý CTRSH, trong đó có 7 cơ sở đốt CTRSH phát điện, 476 cơ sở đốt CTRSH không phát điện, 951 cơ sở chôn lấp CTRSH. Năm 2019 có 70% rác thải chôn lấp, con số này hiện đã giảm xuống còn khoảng 64%. Theo Chiến lược bảo vệ môi trường quốc gia đến năm 2030, mục tiêu

đến năm 2030, toàn quốc giảm tỷ lệ CTRSH chôn lấp xuống còn dưới 30%. Đây là thách thức không hề nhỏ cho ngành Tài nguyên và Môi trường và các địa phương.

Hiện nay, thu phí rác thải rắn theo khối lượng được nhiều nước tiên tiến trên thế giới thực hiện với mục đích làm giảm lượng rác thải. Để làm được điều này cần phải phân loại rác thải tại nguồn: Loại rác có thể tái sử dụng, rác không sử dụng được chiếm tỉ lệ nhỏ hoàn toàn có khả năng tính khối lượng. Đây chính là căn cứ để tính phí phải đóng cho người xả thải.

Theo ông Hoàng Văn Thúc, Cục trưởng Cục Kiểm soát ô nhiễm môi trường (Bộ Tài nguyên và Môi trường), quá trình đô thị hóa và sự gia tăng dân số diễn ra ngày càng mạnh mẽ đã tạo ra áp lực lớn tới môi trường, trong đó có những áp lực, thách thức không nhỏ trong quản lý CTRSH. Việc kiểm

soát, quản lý CTRSH còn nhiều hạn chế, dẫn đến nguy cơ gây ra tác động tiêu cực đến hệ sinh thái, môi trường sống và sức khỏe của người dân.

Để hướng dẫn, hỗ trợ triển khai hiệu quả công tác quản lý CTRSH, đặc biệt là công tác thu gom, vận chuyển, xử lý sau khi phân loại CTRSH tại địa phương theo quy định tại Luật Bảo vệ môi trường năm 2020, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã ban hành Thông tư số 02/2022/TT- BTNMT ngày 10/1/2022 quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Bảo vệ môi trường, trong đó đã quy định cụ thể về yêu cầu kỹ thuật đối với phương tiện vận chuyển, điểm tập kết, trạm trung chuyển CTRSH, công nghệ xử lý CTRSH, giá dịch vụ thu gom, vận chuyển và xử lý CTRSH.

Đặc biệt, Bộ đã ban hành hướng dẫn kỹ thuật về phân loại CTRSH tại Công văn số 9368/BTNMT-KSONMT ngày 2/11/2023. Từ đó đến nay, Bộ cũng đã có nhiều văn bản hướng dẫn, đôn đốc các địa phương tập trung triển khai chuẩn bị các điều kiện cần thiết cho việc phân loại CTRSH; tăng cường mạnh mẽ công tác truyền thông, phối hợp chặt chẽ với các tổ chức chính trị - xã hội như Hội Liên hiệp Phụ nữ Việt Nam, Hội Nông dân Việt Nam để lan tỏa mạnh mẽ chính sách về phân loại CTRSH đến cộng đồng.

Về phí thu gom rác, theo ông Thúc, Cục đang triển khai hướng dẫn các địa phương. Hiện nay, một số địa phương đang giao cho Sở Tài nguyên và Môi trường hoặc các công ty môi trường đô thị thành phố để tính toán. Đơn cử như Hà Nội đang tính toán làm sao để rác đáp ứng đủ công tác thu gom, vận chuyển, phí cho công tác này người dân phải chi trả. Với cách tính của Hà Nội, phí thu gom rác 1 người/tháng là khoảng 20 nghìn đồng.

Hướng dẫn kỹ thuật về phân loại CTRSH đưa ra nhận diện tối đa chủng loại CTRSH phát sinh từ hộ gia đình, cá nhân theo nguyên tắc quy định tại khoản 1 Điều 75 Luật Bảo vệ môi trường. Hướng dẫn đã nêu ra các lý do vì sao phải thực hiện phân loại chất thải rắn như:

- Lượng CTRSH phát sinh ngày càng lớn, gây ô nhiễm môi trường, thất thoát tài nguyên đất, làm tăng chi phí xử lý chất thải của cả Nhà nước và người dân.
- Phân loại CTRSH giúp giảm đi một lượng rác thải ra môi trường, giảm ô nhiễm, tiết kiệm nhiều khoản chi phí khác như thu gom, vận chuyển và xử lý.
- Mang lại nguồn kinh tế lớn từ các chất thải có khả năng tái sử dụng, tái chế. Chất thải thực phẩm được sử dụng làm phân bón, thức ăn chăn nuôi... Bên cạnh đó, Hướng dẫn cũng đã nhận diện và phân loại chi tiết CTRSH thành 3 nhóm:
  - Nhóm 1: Chất thải có khả năng tái sử dụng, tái chế.
  - Nhóm 2: Chất thải thực phẩm.
  - Nhóm 3: CTRSH khác.

Ngoài ra, Hướng dẫn cũng đã nêu một số nội dung về chi phí thu gom, vận chuyển, xử lý CTRSH; trách nhiệm của UBND các tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương trong việc phân loại CTRSH.

Luật Bảo vệ môi trường quy định giá dịch vụ thu gom, vận chuyển và xử lý CTRSH từ hộ gia đình, cá nhân được tính toán dựa trên khối lượng hoặc thể tích chất thải đã được phân loại. Chất thải rắn có khả năng tái sử dụng, tái chế chất thải nguy hại phát sinh từ hộ gia đình, cá nhân đã được phân loại riêng thì không phải chi trả giá dịch vụ thu gom, vận chuyển và xử lý. Trong trường hợp hộ gia đình không phân loại rác hoặc phân loại rác không đúng quy định thì phải trả phí cao hơn.

Để thực hiện tốt việc thu phí CTRSH cần sự chung tay của chính quyền địa phương cấp tỉnh. Cụ thể, tổ chức quản lý CTRSH trên địa bàn tỉnh, phân công, phân cấp trách nhiệm cho các cơ quan chuyên môn và phân cấp quản lý cho UBND các cấp về quản lý CTRSH theo quy định; ban hành các quy định cụ thể về quản lý CTRSH; các cơ chế chính sách ưu đãi, hỗ trợ để khuyến khích việc thu gom, vận chuyển và đầu tư cơ sở xử lý CTRSH phù hợp với điều kiện phát triển kinh tế - xã hội của địa phương; tổ chức chỉ đạo lập, thẩm định, phê duyệt và tổ chức triển khai thực hiện quy hoạch xử lý chất thải rắn, quy hoạch bảo vệ môi trường theo thẩm quyền; lập kế hoạch hàng năm cho công tác thu gom, vận chuyển, xử lý CTRSH và bố trí kinh phí thực hiện phù hợp với chương trình, kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội của địa phương; xây dựng mức thu phí vệ sinh cho các đối tượng hộ gia đình, cá nhân, cơ sở sản xuất, kinh doanh, dịch vụ, tổ chức,

Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 quy định về quản lý, thu phí CTRSH, cụ thể như sau: Điểm a khoản 1 Điều 72 yêu cầu về quản lý chất thải: Chất thải phải được quản lý trong toàn bộ quá trình phát sinh, giảm thiểu, phân loại, thu gom, lưu giữ, trung chuyển, vận chuyển, tái sử dụng, tái chế, xử lý, tiêu hủy. Khoản 7 Điều 79 quy định việc thu phí rác thải sinh hoạt theo khối lượng được thực hiện chậm nhất trước ngày 31/12/2024. Bên cạnh đó, chính sách này được phản ánh tại Nghị định số 08/2022/NĐ-CP ngày 10/1/2022 quy định chi tiết một số điều của Luật Bảo vệ môi trường. Thông tư số 02/2022/TT-BTNMT ngày 10/1/2022 của Bộ Tài nguyên và Môi trường quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Bảo vệ môi trường tại Điều 29 quy định giá dịch vụ thu gom, vận chuyển và xử lý CTRSH.

trình HĐND cấp tỉnh quyết định; định kỳ hàng năm báo cáo Bộ Tài nguyên và Môi trường, Bộ Xây dựng về tình hình quản lý CTRSH trên địa bàn, thời điểm báo cáo trước ngày 31/3 của năm tiếp theo; tổ chức tuyên truyền, giáo dục pháp luật về quản lý CTRSH; chỉ đạo công tác thanh tra, kiểm tra, xử lý vi phạm pháp luật về quản lý chất thải rắn trên địa bàn.

Theo ông Thức, các địa phương cần tập trung triển khai đồng bộ, hiệu quả Luật Bảo vệ môi trường và các văn bản hướng dẫn thi hành nhằm tăng cường thu gom, tái sử dụng, tái chế và thu hồi vật liệu từ sản phẩm thải bỏ; tăng cường tuyên truyền, vận động nhằm nâng cao nhận thức của cộng đồng về quản lý CTRSH, tạo sự chuyển biến mạnh mẽ về ý thức, xây dựng lối sống thân thiện với môi trường của người dân; huy động mọi nguồn lực đầu tư cho công tác quản lý, xử lý chất thải.

Đẩy mạnh xã hội hóa công tác thu gom, vận chuyển và vận hành cơ sở xử lý CTRSH; tăng dần nguồn thu từ tổ chức, cá nhân phát sinh chất thải, đồng thời giảm dần hỗ trợ từ ngân sách nhà nước cho hoạt động thu gom, vận chuyển CTRSH; triển khai áp dụng giá dịch vụ xử lý CTRSH, có lộ trình điều chỉnh giá nhằm từng bước đáp ứng yêu cầu về bù đắp chi phí quản lý vận hành và đầu tư xây dựng cơ sở xử lý CTRSH.

Ngoài ra, cơ quan chức năng cần tăng cường công tác thanh tra, kiểm tra hoạt động thu gom, vận chuyển và xử lý CTRSH để phòng ngừa cũng như kịp thời phát hiện và xử lý các vi phạm, ngăn ngừa nguy cơ gây ô nhiễm môi trường; nghiên cứu phát triển công nghệ xử lý CTRSH theo hướng giảm lượng CTRSH chôn lấp, tăng cường tỷ lệ tái chế, tái sử dụng và thu hồi năng lượng từ chất thải □

**PV**



# Xu hướng giao thông xanh, bền vững trên thế giới

Với mục tiêu phát triển bền vững, giảm phát thải carbon đang được các nước đặc biệt quan tâm. Một trong những giải pháp mà các nước đang hướng tới để cân bằng phát thải vào năm 2050 là tập trung đầu tư phát triển hệ thống hạ tầng giao thông xanh và bền vững. Đây có thể coi là một trong những kinh nghiệm để Việt Nam học hỏi và thực hiện thành công các cam kết về hạn chế phát thải carbon và phát triển hạ tầng giao thông bền vững.

## STOCKHOLM VỚI MỤC TIÊU 100% PHƯƠNG TIỆN DI CHUYỂN BẰNG NĂNG LƯỢNG BỀN VỮNG

Thủ đô Stockholm (Thụy Điển) nổi tiếng với nhiều cảnh quan tuyệt đẹp, hàng loạt công viên xanh, những con đường trải dài trên nhiều tuyến phố dành cho xe đạp. Stockholm đặc biệt gây ấn tượng với khách du lịch bởi mạng lưới giao thông tiện lợi, chất lượng cao và đa dạng về loại hình. Điều đáng nói ở đây là hệ thống tàu điện ngầm hiện đại, đồng bộ, mạng lưới xe buýt, xe buýt và tàu hỏa với chi phí rẻ, giá vé được ưu đãi để khuyến khích người dân sử dụng hệ thống vận tải giao thông công cộng (GTCC).

Điểm nhấn hệ thống GTCC của Thủ đô Stockholm đặc biệt ấn tượng là tính liền mạch, liên thông kết nối. Hành khách có thể dễ dàng chuyển từ tàu điện ngầm sang xe điện hoặc tàu hỏa với cùng một thẻ vé và ít phải đi bộ.

Những năm qua, Chính phủ Thụy Điển nói chung, Thủ đô Stockholm nói riêng đã đầu tư xây dựng mạng lưới giao thông xanh và sạch nhằm mục tiêu cắt giảm lượng khí thải carbon do các phương tiện giao thông gây ra. Đơn cử như phần lớn giao thông đường thủy

địa phương đều vận hành bằng nhiên liệu tái tạo. Stockholm quyết tâm đạt mục tiêu 100% phương tiện di chuyển bằng năng lượng bền vững vào năm 2030, đó là hướng đi chiến lược mà thành phố này hướng tới.

Không chỉ có vậy, Thủ đô Stockholm những năm tiếp theo tiếp tục đẩy mạnh các mục tiêu bền vững như đảm bảo tất cả người dân đều có thể đi lại bằng phương tiện GTCC. Thành phố này đang xây dựng kế hoạch triển khai hai khu vực không phát thải vào năm 2026. Tại những khu vực này, chỉ những xe không phát thải mới được phép hoạt động. Ngoài ra, Stockholm đang hướng đến việc xây dựng các trạm sạc cho xe điện, trong đó đặt mục tiêu tất cả các bãi đỗ xe tại khu vực nội thành phải có trạm sạc điện vào năm 2028.

## SINGAPORE PHÁT TRIỂN HẠ TẦNG XANH, HƯỚNG ĐẾN XÂY DỰNG MỘT QUỐC GIA BỀN VỮNG

Tại khu vực Đông Nam Á, hệ thống GTCC ở Thủ đô của Singapore được đánh giá tốt nhất vừa dễ tiếp cận, hiệu quả, thuận tiện, bền vững, chi phí đi lại phù hợp. Có được những kết quả này là sự chuẩn bị từ bước hoạch định chiến lược đến kế hoạch đầu tư, quản lý vận hành... để phục vụ người dân đảo quốc sư tử di chuyển hằng ngày.

Không chỉ ĐSĐT, hệ thống xe buýt rộng khắp với khoảng 5.800 chiếc với độ tuổi trung bình lên đến 8 năm tuổi. Năm 2023, hệ thống xe buýt phục vụ trung bình khoảng 3,75 triệu lượt hành khách mỗi ngày. Thời gian gần đây, Singapore đang đặt mục tiêu thay thế dần tất cả các xe buýt chạy bằng dầu diesel hiện có bằng xe buýt năng lượng sạch.

Cùng với ĐSĐT, xe buýt thì xe đạp cũng là phương tiện được khuyến khích sử dụng nhằm hướng đến các mục tiêu bền vững. Theo chương trình mạng lưới xe đạp toàn diện, Singapore đặt mục tiêu mở rộng hệ thống đường

dành cho xe đạp lên khoảng 1.300 km trên toàn quốc vào năm 2030.

Minh chứng cho những mục tiêu phát triển hạ tầng xanh là nhiều công trình xanh được tạo nên rất ấn tượng. Điển hình như, sân bay quốc tế Changi cùng với khu phức hợp Jewel mang đến cho du khách, người tham quan trải nghiệm gần gũi với thiên nhiên khi sở hữu thác nước trong nhà cao nhất thế giới, công viên nhiệt đới 14.000 m<sup>2</sup> và 60.000 cây xanh...

## PHÁP LẮP ĐẶT 7 TRIỆU ĐIỂM SẠC CHO XE HYBRID VÀ XE ĐIỆN

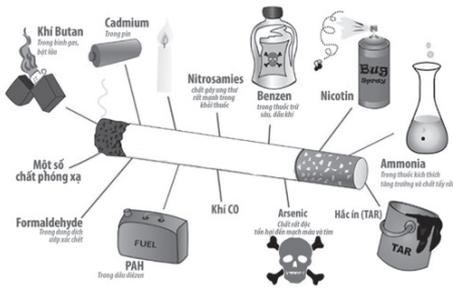
Thời gian qua, Chính phủ Pháp đặc biệt quan tâm đầu tư phát triển các phương tiện giao thông sử dụng điện, nhằm mục tiêu phát triển xanh và bền vững. Chính phủ nỗ lực ưu tiên trong việc thúc đẩy việc vận chuyển hàng hóa, hành khách bằng tàu điện. Năm 2020, Pháp đã công bố khoản ngân sách 4,7 tỷ euro trong hai năm dành cho ngành Đường sắt cũng như tiếp tục đầu tư thêm 100 tỷ euro để nâng cấp và mở rộng mạng lưới đường sắt quốc gia, để đưa loại hình vận tải này đóng vai trò chủ đạo trong phát triển vận tải.

Không chỉ có tàu điện, Chính phủ Pháp cũng đang đầu tư xe điện và nhận được sự quan tâm. Số liệu thống kê chưa đầy đủ, đến nay đã có hơn 250.000 xe chở khách chạy điện trên đường phố Pháp. Thời gian qua, thị trường xe đạp điện chứng kiến sự bùng nổ, trong khi 100% xe buýt ở các đô thị lớn đã chuyển từ động cơ diesel sang động cơ hybrid.

Để thực hiện mục tiêu cắt giảm khí thải, Chính phủ Pháp lên kế hoạch lắp đặt 7 triệu điểm sạc cho xe hybrid và xe điện vào năm 2030 thông qua quan hệ đối tác với các nhà sản xuất thiết bị gốc (OEM), nhà cung cấp năng lượng và cơ sở hạ tầng trạm sạc nhằm khuyến khích người dân sử dụng một cách thuận tiện □

**THÀNH CHÂU** (Dịch và tổng hợp)

# CÁC NHÓM TÁC HẠI CỦA KHÓI THUỐC LÁ



Những người hút thuốc lâu năm nguy hiểm rằng: “Hút thuốc lá không khác gì gian bếp củi, các vật dụng được xông khói đều bên”. Nhưng, đó chỉ là đối với vật dụng làm bằng tre, nứa, gỗ..., họ đâu biết rằng trong khói thuốc lá chứa hơn 7.000 loại hóa chất độc hại, trong đó có hơn 200 loại có hại cho sức khỏe, bao gồm chất gây nghiện, các chất gây độc và 70 chất gây ung thư, được chia ra 4 nhóm chính:

- Nicotine: Là một chất không màu, chuyển thành màu nâu khi cháy và có mùi thuốc khi tiếp xúc với không khí. Nicotine được hấp thụ qua da, miệng và niêm mạc mũi hoặc hít vào phổi. Người hút thuốc trung bình đưa vào cơ thể 1 - 2 mg nicotine qua mỗi điếu thuốc hút. Hút thuốc lá đưa nicotine một cách nhanh chóng đến não, trong vòng 10 giây sau khi hít vào. Cơ quan Kiểm soát dược và thực phẩm Hoa Kỳ (FDA) xếp nicotine vào nhóm các chất có tính chất dược lý gây nghiện chủ yếu, tương tự như các chất ma túy heroin và cocain. Tác dụng gây nghiện của nicotine chủ yếu là trên hệ thần kinh trung ương với sự có mặt của các thụ thể nicotine trên các cấu trúc não. Chất alcaloide này tác động lên các thụ thể ở hệ thống thần kinh với chất dẫn truyền thần kinh dopamine. Dopamin là một hóa chất chính trong não điều chỉnh mong muốn sử dụng các chất gây nghiện, gây bài tiết adrenaline (nhịp tim nhanh, co mạch ngoại vi, ức chế co bóp và chế tiết dịch vị dạ dày).

Monoxit carbon (khí CO): Khí CO có nồng độ cao trong khói thuốc lá và sẽ được hấp thụ vào máu, gắn với hemoglobine với áp lực mạnh hơn 20 lần oxy. Với người hút trung bình 1 bao thuốc mỗi ngày thì hàm lượng hemoglobine khử có thể tới 7 - 8%. Sự tăng hemoglobine khử làm chuyển dịch đường cong phân tách oxy-hemoglobin dẫn đến giảm lượng oxy chuyển đến tổ chức gây thiếu máu tổ chức và có thể góp phần hình thành các mảng xơ vữa động mạch.

Khói thuốc lá có nhiều chất độc hóa học có hại cho sức khỏe con người. Khi khói thuốc được hít qua phổi ngấm vào máu, tích lũy lâu ngày trở thành điều kiện và nguyên nhân gây nên các bệnh tim mạch, viêm nhiễm đường hô hấp, làm tổn thương trong lòng mạch máu và gây ra nhiều bệnh nguy hiểm ảnh hưởng đến sức khỏe và tính mạng con người.

Các phân tử nhỏ trong khói thuốc lá: Khói thuốc lá chứa nhiều chất kích thích dạng khí hoặc dạng hạt nhỏ. Các chất kích thích này gây nên các thay đổi cấu trúc của niêm mạc phế quản dẫn đến tăng sinh các tuyến phế quản, các tế bào tiết nhầy và làm mất các tế bào có lông chuyển. Các thay đổi này làm tăng tiết nhày và giảm hiệu quả thanh lọc của thảm nhày - lông chuyển. Phần lớn các thay đổi này có thể hồi phục được khi ngừng hút thuốc.

Các chất gây ung thư: Trong khói thuốc lá có trên 70 chất gây ung thư, trong số đó gồm cả các hợp chất thơm có vòng đóng như benzopyrene. Các hóa chất này tác động lên tế bào bề mặt của đường hô hấp gây nên tình trạng viêm mạn tính, phá hủy tổ chức, biến đổi tế bào dẫn đến dị sản, loạn sản rồi ác tính hóa. Các độc chất này trực tiếp gây ra các căn bệnh nguy hiểm và được chứng minh qua nhiều nghiên cứu trên thế giới cũng như ở Việt Nam. Khoa học chứng minh rằng, hút 1 điếu thuốc tức là đã tự mình làm mất đi 5,5 phút cuộc sống. Thông thường, tuổi thọ trung bình của người hút thuốc ngắn hơn so với người không hút thuốc từ 5 đến 8 năm. Hút thuốc làm tăng tỷ lệ tử vong từ 30 đến 80%, chủ yếu là do các bệnh ung thư (ung thư phổi), bệnh phổi tắc nghẽn mãn tính, các bệnh tim mạch... Mức độ tăng nguy cơ phụ thuộc vào tuổi bắt đầu hút (hút thuốc càng sớm thì nguy cơ càng cao), số lượng thuốc hút trung bình với đơn vị là bao/năm tính bằng cách lấy số bao thuốc hút trung bình hàng ngày nhân với số năm hút (số lượng thuốc hút bao/năm càng lớn thì nguy cơ càng cao) và thời gian hút càng dài thì nguy cơ cũng càng lớn.

Khói thuốc: Có 3 kiểu khói thuốc: Dòng khói chính, dòng khói phụ và khói thuốc môi trường. Dòng khói chính là dòng do người hút thuốc hít vào, là luồng khí đi qua gốc của điếu thuốc. Dòng khói phụ là khói thuốc từ đầu điếu thuốc đang cháy tỏa ra vào không khí, nó không bao gồm phần khói thuốc do người hút thở ra. Khói thuốc môi trường là hỗn hợp của dòng khói phụ và khói thở ra của dòng khói chính cũng như các chất tạt nhiễm khuếch tán qua giấy quấn thuốc lá và đầu điếu thuốc giữa các lần hút. Chính vì những độc tính từ khói thuốc khiến người hút dễ bị các bệnh như: Rụng tóc, đục thủy tinh thể, da nhăn, giảm thính lực, sâu răng, ung thư da, bệnh phổi tắc nghẽn mạn tính, loãng xương, bệnh tim mạch, vàng móng tay, ung thư cổ tử cung, tinh trùng biến dạng, bệnh vẩy nến, viêm tắc mạch máu, ung thư phổi và các cơ quan khác như: mũi, miệng, lưỡi, tuyến nước bọt, họng, thanh quản, thực quản, thận, dương vật, tụy...

Các phân tử nhỏ trong khói thuốc lá: Khói thuốc lá chứa nhiều chất kích thích dạng khí hoặc dạng hạt nhỏ. Các chất kích thích này gây nên các thay đổi cấu trúc của niêm mạc phế quản dẫn đến tăng sinh các tuyến phế quản, các tế bào tiết nhầy và làm mất các tế bào có lông chuyển. Các thay đổi này làm tăng tiết nhày và giảm hiệu quả thanh lọc của thảm nhày - lông chuyển. Phần lớn các thay đổi này có thể hồi phục được khi ngừng hút thuốc □

# Làm gì để buýt Hà Nội thu hút giới trẻ, học sinh, sinh viên?

**CẨM PHÚ**

Trong những đối tượng thường xuyên sử dụng xe buýt ở Hà Nội thì học sinh, sinh viên chiếm số đông, phân bố rộng khắp các khu vực. Vì vậy, để thu hút và phục vụ tốt hơn nữa việc đi lại của nhóm đối tượng này, bên cạnh sự nỗ lực của xe buýt thì sự cần phối hợp từ nhiều phía, trong đó có vai trò quan trọng từ gia đình và nhà trường.



Đảm bảo dịch vụ xe buýt tin cậy, an toàn, chất lượng sẽ thu hút lượng khách tiềm năng là giới trẻ, học sinh, sinh viên. Ảnh: N. Huyền

## SỨC HẤP DẪN RIÊNG VỚI GIỚI TRẺ

Đối với các bạn trẻ, đặc biệt là học sinh, sinh viên, xe buýt là phương tiện quen thuộc, phổ biến, được sử dụng làm phương tiện đến trường. Ưu điểm của xe buýt là giá vé rẻ do được Nhà nước trợ giá, không lo khói bụi bởi dòng phương tiện chật chội trên đường. Nhiều bạn trẻ sử dụng xe buýt đã thành thói quen, không muốn chuyển sang sử dụng phương tiện cá nhân.

Một đặc điểm nổi bật khác của xe buýt để thu hút giới trẻ chính là sự an toàn và tiện lợi. Không còn cảnh phải gật gù trên đường bởi cơn buồn ngủ, không lo va quệt vào phương tiện khác khi dòng người quá đông đúc, chen lấn vào giờ cao điểm. Con đường từ nhà đến trường, đến nơi làm việc sẽ được đảm bảo an toàn.

Một điều thú vị khác mà xe buýt nói chung và buýt Hà Nội nói riêng mang lại chính là cảm giác thư thái cùng bạn bè trên mỗi chuyến hành trình. Ở đó, các bạn trẻ có thể trò chuyện, trao đổi việc học tập. Nếu ai đó mệt mỏi, căng thẳng bởi công việc và áp lực học hành thì xe buýt sẽ giúp giải tỏa, mang lại sự cân bằng. Ngồi trên xe buýt, cảm chiếc tai nghe và thưởng thức bài hát, điệu nhạc yêu thích, ngắm đường phố Hà Nội thì thật là sảng khoái.

Giờ đây, công việc, lịch học tập chiếm gần hết thời gian của các bạn trẻ, học sinh, sinh viên, vì vậy mỗi ngày, quãng đường đi bộ từ nhà ra điểm xe buýt hay từ trạm xe buýt đến cơ quan, trường học sẽ giúp các bạn rèn luyện sức khỏe. Một ngày, hai ngày, một tháng, một năm..., cơ thể luôn được vận động, hình thành thói

quen tích cực, giúp công việc và kết quả học tập được tốt hơn.

Để giúp người dân sử dụng dịch vụ một cách thuận tiện, nhanh chóng, an toàn, Trung tâm Quản lý và Điều hành giao thông TP. Hà Nội đã phối hợp với Công ty CP Công nghệ PHENIKAA MAAS cho ra mắt ứng dụng "BusMap Hà Nội" với những tính năng tiện lợi, thông minh, dễ sử dụng, thân thiện với hành khách. Đây là một trong nhiều nội dung nằm trong "Đề án giao thông thông minh trên địa bàn TP. Hà Nội".

"BusMap Hà Nội" giúp tìm đường thông minh, hành khách dễ dàng tìm được lộ trình di chuyển bằng phương tiện giao thông công cộng trong thành phố, gợi ý và kết nối các loại hình vận tải hành khách công cộng để hành khách di chuyển hợp lý, tối ưu nhất. Kết hợp xe buýt

và xe công nghệ là tính năng gợi ý lộ trình di chuyển kết hợp giữa xe buýt và xe công nghệ giúp hành khách tiết kiệm thời gian di chuyển từ điểm xuất phát đến trạm xe buýt hoặc từ trạm xe buýt tới điểm đến, kèm theo đó là gợi ý về chi phí cho chuyến đi. "BusMap Ha Noi" sẽ cung cấp cho hành khách các chỉ dẫn cụ thể về cách thức di chuyển từ điểm xuất phát đến điểm đến, giúp hành khách có thể xem vị trí của mình trên bản đồ. Đồng thời, "BusMap Ha Noi" hỗ trợ người khiếm thị sử dụng tính năng đọc màn hình để tìm đường và tra cứu các tuyến xe buýt khi tham gia giao thông công cộng. Tính năng đọc tên điểm dừng của BusMap giúp người khiếm thị có thể kiểm tra vị trí hiện tại của mình và nhận được thông báo bằng giọng nói khi xe di chuyển đến trạm tiếp theo... Với những tính năng ưu việt của ứng dụng, "BusMap Ha Noi" sẽ là công cụ hỗ trợ tiện ích hiệu quả cho hành khách nói chung và học sinh, sinh viên nói riêng khi di chuyển bằng phương tiện công cộng tại Hà Nội.

Theo Báo cáo của Hiệp hội Vận tải quốc tế năm 2023, xe buýt chiếm hơn một nửa tổng số chuyến đi bằng phương tiện công cộng trên toàn cầu, điều đó cho thấy tầm quan trọng và sự phổ biến của loại hình này. Ở Việt Nam, qua các cuộc khảo sát, đối tượng hành khách chủ yếu của xe buýt Hà Nội là người cao tuổi, người lao động các vùng phụ cận, người đi làm tại cơ quan, công sở, đặc biệt là số lượng lớn học sinh, sinh viên. Điều đó cho thấy, cho dù xu hướng đối tượng hành khách có thay đổi, có dịch chuyển thế nào thì học sinh, sinh viên vẫn là một trong những thành phần chủ đạo, tạo nên những chuyến đi đầy ắp của buýt Thủ đô.

Đối với các bạn trẻ nói riêng và một bộ phận không nhỏ người dân nói chung, với xu thế xã hội hiện đại, khi phương tiện giao thông công cộng tốt hơn, độ bao phủ rộng hơn sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến việc lựa chọn phương tiện đi lại. Nhiều người đã thay đổi thói quen, thay đổi giá trị từ sở hữu xe riêng từng là niềm mơ ước sang sử dụng phương tiện công cộng

để phù hợp với công việc, cuộc sống, đặc biệt là thích ứng với không gian đô thị ngày càng chật hẹp, đông đúc.

### ĐỂ XE BUÝT LÀ NGƯỜI BẠN TRÊN CÁC CHUYẾN HÀNH TRÌNH

Qua khảo sát cho thấy có sự không đồng đều giữa các tuyến buýt, kể cả khu vực nội thành và ngoại thành, giữa các tuyến chặng ngắn và chặng dài. Mặt khác, vẫn còn bộ phận không nhỏ học sinh, sinh viên chưa lựa chọn xe buýt do phải di chuyển quãng đường khá xa mới đến được điểm xe buýt. Do đó, việc tạo điều kiện tốt hơn để học sinh, sinh viên tiếp cận xe buýt là rất cần thiết.

Theo PGS. TS. Vũ Ngọc Khiêm, Chủ tịch Hội đồng trường Trường Đại học Công nghệ GTVT, dù đã có nhiều đổi mới, nỗ lực song vẫn còn "khoảng trống" hành khách tiềm năng, trong đó có học sinh. Do đó, với số lượng học sinh tham gia phương tiện cá nhân nhiều gây tình trạng mất ATGT, ùn tắc giao thông ở cổng trường. Theo các chuyên gia, nhu cầu sử dụng xe buýt của học sinh hiện không đồng đều giữa các lứa tuổi, chủ yếu tập trung ở cấp 2, cấp 3, còn cấp tiểu học rất ít do phụ huynh không yên tâm để con nhỏ tự đến trường bằng phương tiện công cộng.

Bên cạnh những nguyên nhân trên thì sự xuất hiện, phát triển của phương tiện xe đạp điện, xe máy điện, đội ngũ hùng hậu xe ôm công nghệ cũng làm cho lượng hành khách là học sinh, sinh viên đến với xe buýt chưa đạt được như kỳ vọng.

Để tạo môi trường hấp dẫn giới trẻ đến với xe buýt, điều đầu tiên phương tiện này phải đảm bảo sự an toàn. Các hành vi như móc túi, sàm sỡ cần được ngăn chặn và loại bỏ triệt để bằng các biện pháp mạnh mẽ, quyết liệt của lực lượng chức năng.

Hiện nay, nhiều trường học tư nhân đã sử dụng xe đưa đón học sinh, nhất là học sinh cấp 1, cấp 2. Về vấn đề này, TS. Trần Hữu Minh, Chánh Văn phòng Ủy ban ATGT Quốc gia cho rằng dịch vụ xe buýt đưa đón học sinh là vô cùng cần thiết. "Nếu chúng ta có một dịch vụ xe buýt tin cậy, chất

lượng tốt, an toàn thì chắc chắn các bậc phụ huynh sẽ khuyến khích con em mình đi xe buýt. Điều đó sẽ giúp giảm ùn tắc, giảm ô nhiễm, giảm TNGT, mang lại rất nhiều lợi ích", TS. Minh nhấn mạnh.

Bên cạnh sự cố gắng từ phía xe buýt thì gia đình và nhà trường cần tăng cường công tác tuyên truyền, giáo dục để học sinh làm quen với khái niệm "giao thông xanh", hiểu rõ lợi ích của việc sử dụng phương tiện công cộng. Đồng thời, cần thúc đẩy việc cho thuê xe đạp công cộng và lập thêm các điểm cho thuê xe đạp gần các trường học, công sở, trạm xe buýt, giúp giới trẻ và học sinh, sinh viên tiếp cận xe buýt dễ dàng hơn. Đặc biệt, tại các công sở, doanh nghiệp có thể nghiên cứu đưa nội dung hỗ trợ tiền vé tháng xe buýt vào hoạt động phúc lợi của đơn vị, động viên người lao động đi làm bằng xe buýt thay cho xe cá nhân, để mỗi cá nhân không còn tâm lý ngại sử dụng phương tiện công cộng để đi làm, góp phần giảm ùn tắc giao thông đô thị, bảo vệ môi trường.

Để tạo điều kiện cho học sinh, sinh viên mua vé cần nghiên cứu biện pháp bán vé phù hợp hơn, có thể mua vé online, trả vé bằng mã QR..., từ đó sẽ giúp việc bán vé thuận lợi, tăng tính hấp dẫn hơn cho xe buýt.

Theo ý kiến của nhiều chuyên gia, để thu hút học sinh, sinh viên, việc đúng giờ và tần suất chuyến gần nhau hơn là điều rất quan trọng, mang tính quyết định, từ đó mới cạnh tranh được với các phương thức khác. Bên cạnh đó, cần sự kết nối đồng bộ giữa các phương tiện giao thông công cộng (xe buýt với đường sắt đô thị) để việc đi lại của giới trẻ, học sinh, sinh viên được thuận tiện và an toàn nhất.

Giới trẻ, học sinh, sinh viên được sinh ra và lớn lên trong thời đại của công nghệ, của dịch vụ và tiện ích. Vì vậy, để hấp dẫn nhóm đối tượng này, xe buýt cần không ngừng nâng cao chất lượng phục vụ, hiện đại hóa thiết bị, công nghệ để không gian trên xe buýt thật sự thân thiện, tiện nghi và văn minh □



### THỦ PHẠM CỦA CHỨNG HÔI MIỆNG

Trong cuộc sống, không ít lần trong chúng ta khi tiếp xúc với những người khác phải khó chịu về hơi thở (không bàn đến những người bệnh lý về dạ dày, không sử dụng thuốc lá) của họ.

Bác sĩ Dương Thị Minh, Bệnh viện Phổi Trung ương cho biết, một thực tế chúng ta đều nhận ra là đa số người nghiện thuốc lá đều phải đối mặt với tình trạng răng xỉn màu, ố vàng nghiêm trọng. Tình trạng này xảy ra do ảnh hưởng của các thành phần có trong thuốc lá, cụ thể là nicotin, hắc ín... Nếu chỉ sử dụng thuốc lá trong khoảng thời gian ngắn, tình trạng ố răng chỉ xảy ra ít lâu. Tuy nhiên, người hút thuốc lâu năm sẽ gặp phải tình trạng răng chuyển sang màu nâu, lúc này việc điều trị, tẩy trắng răng gặp rất nhiều khó khăn mà không mang lại hiệu quả.

Không chỉ gặp phải vấn đề răng ố vàng, một số bạn ngại để lộ hàm răng do hiện tượng vôi răng. Thông thường, phần chân răng sẽ dính màu đen và không thể tẩy trắng bằng các phương pháp tự nhiên.

Cũng theo Bác sĩ Minh, chứng hôi miệng thường xảy ra đối với người có thói quen sử dụng thuốc lá thường xuyên. Khi hút thuốc, gai lưỡi có xu hướng phát triển và tạo điều kiện cho trú ngụ tại lưỡi, gây mùi khó chịu trong khoang miệng. Không thể phủ nhận rằng thói quen hút thuốc là nguyên nhân chủ yếu khiến hàm răng của bạn trở nên kém thẩm mỹ, ố vàng. Ngoài ra, chúng ta dần cảm thấy tự ti, ngại giao tiếp với mọi người xung quanh do mùi hôi miệng. Trước ảnh hưởng tiêu cực kể trên, mọi người nên chủ động hạn chế sử dụng thuốc lá, tập trung chăm sóc sức khỏe răng miệng để lấy lại sự tự tin vốn có.

### KHÓI THUỐC GÂY TỔN THƯƠNG HỆ THỐNG HÔ HẤP

Nếu quan tâm tới vấn đề hút thuốc lá ảnh hưởng đến răng miệng, chắc hẳn bạn sẽ biết về những tổn thương vùng niêm mạc miệng của người nghiện thuốc lá. Theo tài liệu của Bộ Y tế, nguyên nhân gây tổn thương cũng là do nicotine - một thành phần có trong thuốc lá.

# THUỐC LÁ VÀ BỆNH RĂNG MIỆNG

**Thuốc lá có chứa chất gây nghiện, tuy nhiên rất nhiều người không biết rằng thuốc lá còn là nguyên nhân chính dẫn đến các bệnh về phổi, họng, đặc biệt là các bệnh về răng, hàm mặt.**

Khi niêm mạc miệng bị tổn thương, bạn sẽ thấy một số đặc điểm như: Vùng niêm mạc vòm miệng xuất hiện nhiều u nhỏ li ti màu trắng, kèm theo đó là các chấm màu đỏ. Ngay khi phát hiện tình trạng trên, mọi người cần chủ động đi khám và điều trị bởi vì chúng có thể là tiền đề để bệnh ung thư biểu mô phát triển mạnh mẽ, đe dọa tới tính mạng.

Trên thực tế, nếu bỏ thói quen hút thuốc lá, khu vực niêm mạc vòm miệng tổn thương sẽ dần phục hồi. Tuy nhiên, bạn không thể chủ quan khi phát hiện dấu hiệu bệnh này.

Theo Nha sĩ Nguyễn Thanh Huyền (Phòng khám Hanseoul, 93 Vũ Ngọc Phan, Đống Đa, Hà Nội), bệnh nha chu là vấn đề viêm nhiễm xảy ra xung quanh răng, đây là một trong những bệnh răng miệng phổ biến, thường gặp hiện nay. Theo đó, thói quen hút thuốc ảnh hưởng đến răng miệng và khiến tình trạng viêm quanh răng trở nên tồi tệ hơn rất nhiều. Nếu không biết cách chăm sóc, vệ sinh răng sạch sẽ, bạn có nguy cơ bị viêm lợi rất cao. Thậm chí, một số người phải đối mặt với tình trạng hoại tử lợi do chủ quan, không điều trị kịp thời.

Một số nghiên cứu đã chứng minh rằng, hút thuốc lá có thể là nguyên nhân ảnh hưởng tới quá trình lành vết thương của người mới phẫu thuật, đặc biệt là thủ thuật có liên quan tới răng miệng, ví dụ như nhổ răng... Tác nhân chính khiến quá trình hồi phục diễn ra chậm hơn chính là cacbon monoxit - đây là chất hóa học với hàm lượng lớn trong thuốc lá. Cụ thể, cacbon monoxit có khả năng ức chế quá trình vết thương bình phục.

Không những thế, thói quen hút thuốc lá khiến tốc độ lưu chuyển của máu tại các mạch ngoại vi kém hơn so với bình thường rất nhiều. Lúc này, hoạt động cũng như chức năng của bạch cầu chịu ảnh hưởng ít nhiều. Đó là lý do vì sao các nha sĩ thường khuyên bệnh nhân mới phẫu thuật hoặc điều trị vấn đề về răng miệng nên hạn chế sử dụng thuốc lá trong thời gian bình phục.

Thuốc lá vốn được biết tới như một dạng chất gây nghiện, nếu thường xuyên sử dụng, sức khỏe của bạn sẽ bị đe dọa nghiêm trọng. Theo nhiều số liệu thống kê, những người nghiện thuốc lá có nguy cơ mắc bệnh liên quan tới răng miệng cao hơn so với những người bình thường. Thậm chí, nha sĩ còn cho biết tỷ lệ người nghiện thuốc lá bị rụng răng sớm tăng cao gấp đôi. Đây là tín hiệu cho thấy thói quen hút thuốc ảnh hưởng đến răng miệng theo chiều hướng tiêu cực.

Có thể nói, hút thuốc lá ảnh hưởng đến răng miệng cả về tính thẩm mỹ và sức khỏe. Chính vì thế, những người nghiện thuốc nên chủ động tìm hiểu và thực hiện chăm sóc răng miệng cẩn thận và đều đặn hàng ngày.

Cũng theo nha sĩ Huyền, người nghiện thuốc không chỉ vệ sinh răng miệng tại nhà mà nên đi khám, chăm sóc tại phòng khám định kỳ. Như vậy, bác sĩ sẽ theo dõi xem hút thuốc lá ảnh hưởng đến răng miệng như thế nào và đưa ra phác đồ điều trị, chăm sóc hợp lý. Đặc biệt, mọi người nên thường xuyên đi cạo vôi răng, tránh tình trạng đen chân răng gây mất tự tin mỗi khi giao tiếp. PV