

Phát triển ứng dụng và đánh giá hiệu quả công cụ tra cứu trực tuyến hỗ trợ kiểm soát hoạt động luân chuyển hàng nguy hiểm qua cảng biển Việt Nam

Development and performance evaluation of an online search tool for controlling the movement of dangerous goods through Vietnamese seaports

> THS NGUYỄN THANH DIỆU*, PGS.TS PHAN VĂN HƯNG, TS MAI XUÂN HƯƠNG

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

*Email: nguyenthanhdieu@vimaru.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả hiện thực hóa hệ thống tra cứu thông minh (NetX) về hàng nguy hiểm dựa trên các nghiên cứu về kỹ thuật tri thức RAG (Retrieval-Augmented Generation) và mô hình RAFT (Retrieval-Augmented Fine-Tuning) đã thiết lập ở trong chương trình nghiên cứu của nhóm tác giả. Nghiên cứu tập trung vào việc chuyển hóa các thuật toán AI thành một sản phẩm công nghệ hoàn chỉnh dưới dạng nền tảng trực tuyến tại địa chỉ netx.com.vn. Nội dung bài báo nhằm giới thiệu chi tiết cấu trúc giao diện, các module chức năng cốt lõi và kết quả đánh giá thực nghiệm. Dữ liệu thực tế cho thấy hệ thống giúp rút ngắn thời gian tra cứu từ vài phút theo phương pháp thủ công xuống dưới 10 giây với độ chính xác trên 95%, cung cấp giải pháp chuyển đổi số hiệu quả cho công tác quản trị an toàn hàng nguy hiểm tại các cảng biển Việt Nam.

Từ khóa: IMDG Code 2024; NetX; RAG; RAFT; hàng nguy hiểm; cảng biển.

ABSTRACT

This paper presents the results of realizing the NetX intelligent dangerous goods search system, developed based on the Retrieval-Augmented Generation (RAG) technique and the Retrieval-Augmented Fine-Tuning (RAFT) model established in the authors' research program. The study focuses on transforming AI algorithms into a complete technological product as an online platform available at netx.com.vn. The content of this article aims to introduce in detail the interface structure, core functional modules and experimental evaluation results. Empirical data shows that the system significantly reduces search time from several minutes using manual methods to under 10 seconds, with an accuracy rate of over 95%. This provides an effective digital transformation solution for safety management of dangerous goods movement at Vietnamese seaports.

Keywords: IMDG Code 2024; NetX; RAG; RAFT; dangerous goods; seaports.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự gia tăng mạnh mẽ của hoạt động thương mại toàn cầu đã thúc đẩy lưu lượng hàng nguy hiểm luân chuyển qua các cảng biển Việt Nam đạt đến những cột mốc mới về khối lượng và tính chất phức tạp. Hàng nguy hiểm (bao gồm các loại hóa chất công nghiệp, năng lượng và đặc biệt là các thiết bị lưu trữ năng lượng mới) đòi hỏi một quy trình kiểm soát nghiêm ngặt nhằm đảm bảo an toàn cho con người, phương tiện và môi trường sinh thái biển. Trong bối cảnh đó, việc tuân thủ Bộ luật Hàng nguy hiểm Hàng hải Quốc tế (IMDG Code) không còn là một lựa chọn mà là yêu cầu bắt buộc đối với mọi chủ thể

tham gia vào chuỗi cung ứng hàng hải.

Phiên bản IMDG Code 2024 (Amendment 42-24) đánh dấu một bước ngoặt quan trọng với việc thắt chặt các quy định đối với pin công nghệ mới và các vật liệu có khả năng tự phát nhiệt. Bản cập nhật này (có hiệu lực tự nguyện từ ngày 01/01/2025 và bắt buộc từ ngày 01/01/2026) đưa ra những yêu cầu khắt khe hơn về phân loại, đóng gói và ghi nhãn hàng nguy hiểm. Những thay đổi này tạo ra áp lực vô cùng lớn đối với đội ngũ sĩ quan an toàn, nhân viên khai thác cảng và thuyền viên, những người trực tiếp chịu trách nhiệm phân loại, dán nhãn và sắp xếp hàng hóa tại hiện trường cảng biển.

Thực trạng tại nhiều cảng biển Việt Nam hiện nay cho thấy quy trình tra cứu hàng nguy hiểm vẫn còn phụ thuộc nhiều vào tài liệu giấy hoặc các tệp tin điện tử rời rạc, dẫn đến thời gian truy xuất thông tin kéo dài và rủi ro sai sót cao trong các tình huống khẩn cấp. Dữ liệu thanh tra từ Tổ chức Hàng hải Quốc tế (IMO) chỉ ra rằng, có tới 34% các lô hàng nguy hiểm tồn tại sai sót về mặt tuân thủ do quy trình tra cứu thủ công lạc hậu [3]. Bên cạnh đó, việc tiếp cận các công cụ tra cứu quốc tế chuyên nghiệp như Hazcheck Online gặp rào cản lớn về chi phí bản quyền, thường dao động từ 182 đến 565 USD cho mỗi người dùng hàng năm. Điều này gây khó khăn cho việc triển khai đại trà tại các đơn vị vận tải và bến cảng có quy mô nhân sự lớn tại Việt Nam. Từ thực tế đó, sự ra đời của hệ thống tra cứu trực tuyến NetX (netx.com.vn) không chỉ là một lời giải cho bài toán chi phí mà còn là bước đi chiến lược trong việc làm chủ công nghệ, nội địa hóa các quy chuẩn an toàn hàng hải quốc tế phù hợp với đặc thù vận hành tại địa phương.

2. MỤC ĐÍCH VÀ YÊU CẦU THIẾT KẾ CỦA HỆ THỐNG TRA CỨU TRỰC TUYẾN NETX

Hệ thống tra cứu NetX được định vị là một nền tảng quản trị tri thức hàng hải trực tuyến, tập trung vào việc hỗ trợ ra quyết định nhanh chóng và chuẩn xác trong kiểm soát hàng nguy hiểm luân chuyển qua cảng biển.

2.1. Mục tiêu chiến lược của giải pháp

Mục tiêu cốt lõi của hệ thống là tối ưu hóa thời gian tra cứu và đảm bảo an toàn tuyệt đối cho hoạt động vận tải biển. NetX hướng tới việc trở thành một “trợ lý số” tin cậy cho thuyền viên, nhân viên cảng và các cá nhân cần tiếp cận kiến thức an toàn một cách linh hoạt. Hệ thống không chỉ cung cấp thông tin thô mà còn diễn giải các quy định phức tạp của IMDG Code 2024 thành các chỉ dẫn dễ hiểu, giúp người dùng nhận diện nhanh chóng các nguy cơ cháy nổ, tính chất hóa học và các yêu cầu đóng gói bắt buộc. Ngoài ra, việc xây dựng một công cụ nội địa giúp các doanh nghiệp Việt Nam làm chủ công nghệ, giảm sự phụ thuộc vào các dịch vụ đắt đỏ từ nước ngoài và tạo cơ hội mở rộng các mô hình phần mềm dịch vụ (SaaS) trong tương lai.

2.2. Yêu cầu kỹ thuật và trải nghiệm người dùng

Về mặt thiết kế, NetX đặt ưu tiên hàng đầu vào tính trực quan và khả năng tiếp cận. Giao diện và trải nghiệm người dùng (UI/UX: User Interface/User Experience) được xây dựng để phù hợp với cả những người dùng phi chuyên gia, đảm bảo mọi thao tác từ tìm kiếm đến khi đáp đều diễn ra mượt mà. Các yêu cầu kỹ thuật cụ thể bao gồm:

2.2.1. Tính khả dụng và hiệu suất

Hệ thống phải hoạt động ổn định trên nền tảng trực tuyến, hỗ trợ truy cập đa thiết bị và đảm bảo tốc độ truy vấn kết quả gần như tức thời.

2.2.2. Độ chính xác và cập nhật

Dữ liệu về hướng dẫn đóng gói (Packing Instructions), điểm bắt cháy (Flash Point), tính chất hàng hóa và nhóm đóng gói (Packing Group) phải được cập nhật chính xác theo phiên bản IMDG Code 2024 mới nhất.

2.2.3. Bảo mật và phân quyền

Áp dụng các tiêu chuẩn bảo mật hiện đại như JWT Authentication và Google OAuth 2.0 để bảo vệ thông tin người dùng và phân cấp quyền hạn rõ ràng giữa các nhóm Quản trị viên, Nhân viên và Khách hàng.

Bảng 1. Các tiêu chí thiết kế và nền tảng công nghệ của hệ thống NetX

Tiêu chí thiết kế	Yêu cầu chi tiết	Lợi ích vận hành
Công nghệ Frontend	React, Tailwind CSS	Giao diện hiện đại, phản hồi nhanh, tương thích di động
Công nghệ Backend	Python, Django	Xử lý logic nghiệp vụ phức tạp và dữ liệu AI mạnh mẽ
Cơ sở dữ liệu	MySQL, FAISS (Vector Store)	Lưu trữ dữ liệu quan hệ và tìm kiếm ngữ nghĩa hiệu quả
Xác thực	JWT, Google OAuth 2.0	Đảm bảo tính riêng tư và bảo mật dữ liệu khách hàng
Kiến trúc	Microservices/Modular	Dễ dàng mở rộng tính năng và bảo trì định kỳ

3. PHÁT TRIỂN ỨNG DỤNG VÀ ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CÔNG CỤ TRA CỨU TRỰC TUYẾN HỖ TRỢ KIỂM SOÁT HOẠT ĐỘNG LUẬN CHUYỂN HÀNG NGUY HIỂM QUA CẢNG BIỂN VIỆT NAM THEO TIÊU CHUẨN IMDG CODE 2024

3.1. Các mô-đun chức năng chính của hệ thống tra cứu NetX

NetX được cấu trúc thành các mô-đun chức năng logic, hỗ trợ toàn diện quy trình nghiệp vụ từ quản trị đến tác nghiệp trực tiếp tại hiện trường.

3.1.1. Mô-đun tra cứu nhanh mã số UN (United Nations) và tên hóa chất

Đây là trái tim của hệ thống, cho phép người dùng nhập mã số Liên hợp quốc (UN Number) gồm 4 chữ số hoặc tên hàng hóa (Proper Shipping Name) để truy xuất dữ liệu. Khi người dùng thực hiện tìm kiếm, hệ thống không chỉ hiển thị các thông tin cơ bản mà còn liệt kê lịch sử tra cứu gần nhất, giúp tiết kiệm thời gian cho những loại hàng hóa thường xuyên xuất hiện tại cảng. Kết quả tìm kiếm nhanh bao gồm thông tin về Class (Nhóm hàng nguy hiểm), Division (Phân nhóm) và Packing Group (Nhóm đóng gói), giúp nhân viên cảng nhận diện tức thời mức độ rủi ro của kiện hàng.

3.1.2. Mô-đun thông tin đóng gói và chi tiết hàng hóa

Sau khi chọn một mặt hàng cụ thể, hệ thống sẽ mở ra một trang chi tiết cung cấp cái nhìn toàn diện về các yêu cầu kỹ thuật.

- Hướng dẫn đóng gói (Packing Information): Cung cấp chi tiết các mã hướng dẫn đóng gói (ví dụ: P001, P002) và các quy định đặc biệt về bao bì trung gian (IBC) hoặc bồn chứa di động.

- Thông tin phân loại (Classification): Hiển thị rõ ràng các nguy cơ chính và nguy cơ phụ kèm theo, giúp xác định chiến lược ứng phó sự cố.

- Thông tin bổ sung (Additional Information): Bao gồm điểm bắt cháy (Flash Point) và các đặc tính lý hóa quan trọng khác phục vụ bảo quản.

- Nhãn mác và biển cảnh báo (Labels, Marks & Placards): Cung cấp hình ảnh mẫu của các loại nhãn và ký hiệu cần thiết, giúp nhân viên hiện trường đối chiếu độ chuẩn xác của việc dán nhãn trên container.

3.1.3. Mô-đun phân tách và xếp dỡ theo IMDG Code

Mô-đun này giải quyết khía cạnh phức tạp nhất trong quản trị hàng nguy hiểm: Tính tương tác giữa các loại hóa chất khác nhau. Hệ thống tự động áp dụng các quy tắc phân tách (Segregation) dựa trên ma trận của IMDG Code 2024, đưa ra các cảnh báo như

"Cách xa" (Away from) hoặc "Cách biệt" (Separated from). Ngoài ra, mô-đun cũng cung cấp các yêu cầu xếp dỡ chung (General Stowage Requirements) để sĩ quan kế hoạch có thể bố trí vị trí hàng hóa trên tàu hoặc tại bãi cảng một cách an toàn nhất, tránh xa các nguồn nhiệt hoặc các khu vực nhạy cảm.

3.2. Trợ lý ảo Chatbot thông minh (AI Assistant)

Khác với các công cụ tra cứu dữ liệu tĩnh, Chatbot của NetX mang lại khả năng tương tác tự nhiên và cá nhân hóa. Người dùng có thể đặt các câu hỏi nghiệp vụ bằng ngôn ngữ tự nhiên như: "Nhóm đóng gói của UN 1203 là gì?" hoặc "Quy định mới về pin Natri-ion trong IMDG 2024 là gì?". Chatbot sử dụng trí thức được huấn luyện để trả lời ngay lập tức, kèm theo các trích dẫn nguồn hoặc đề xuất tài liệu tham khảo. Điều này đặc biệt hữu ích cho những nhân viên mới hoặc trong các tình huống cần giải đáp nhanh mà không có sự hiện diện của chuyên gia an toàn.

3.3. Hệ thống quản trị và thống kê (Admin Dashboard)

Mô-đun này dành riêng cho quản trị viên và nhân viên hệ thống để duy trì sự vận hành thông suốt.

3.3.1. Quản lý dữ liệu

Cho phép thêm, sửa, xóa thông tin hàng hóa và cập nhật các tài liệu hướng dẫn PDF mới nhất. Mỗi thao tác thay đổi đều được lưu lại lịch sử truy vết để đảm bảo tính minh bạch.

3.3.2. Quản lý người dùng và tổ chức

Phân cấp quản lý các doanh nghiệp, tổ chức và vị trí công việc của từng thành viên, hỗ trợ quy trình đăng ký và xác thực tài khoản.

3.3.3. Phân tích và thống kê

Cung cấp các biểu đồ trực quan về lượt tìm kiếm hàng hóa và hoạt động hỏi đáp của Chatbot. Những dữ liệu này giúp nhà quản lý cảng nhận diện được các loại hàng nguy hiểm phổ biến và các vấn đề mà nhân viên thường xuyên gặp phải, từ đó có kế hoạch đào tạo phù hợp.

3.4. Mô tả giao diện người dùng và trải nghiệm trên NetX

Giao diện của NetX được thiết kế theo phong cách hiện đại, tập trung vào sự tối giản và tối ưu hóa luồng công việc của người dùng.

3.4.1. Giao diện trang chủ và đăng nhập

Khi truy cập <https://netx.com.vn>, người dùng sẽ bắt gặp một trang chủ chuyên nghiệp với các thông tin giới thiệu tổng quan về giải pháp. Giao diện đăng nhập được thiết kế rõ ràng, cho phép người dùng truy cập bằng tài khoản đã được cấp. Hệ thống cũng tích hợp chức năng lấy lại mật khẩu tự động qua email, giúp giảm bớt gánh nặng hỗ trợ kỹ thuật cho quản trị viên.



Hình 1. Giao diện trang chủ Hệ thống tra cứu trực tuyến hàng nguy hiểm (NetX)

3.4.2. Giao diện tìm kiếm và chi tiết hàng hóa

Trang tìm kiếm được thiết kế với thanh nhập liệu lớn ở vị trí trung tâm, hỗ trợ tìm kiếm nhanh theo mã UN. Kết quả tìm kiếm

được hiển thị dưới dạng danh sách dễ nhìn, kèm theo các biểu tượng Class đặc trưng. Khi nhấn vào một mặt hàng, giao diện chi tiết sẽ hiện ra với các tab thông tin được phân loại logic, giúp người dùng không bị choáng ngợp bởi quá nhiều dữ liệu. Hình ảnh các nhãn mác nguy hiểm được hiển thị với độ phân giải cao, hỗ trợ tốt cho việc đối chiếu thực địa.



Hình 2. Giao diện tìm kiếm hàng hóa

3.4.3. Giao diện tương tác Chatbot

Cửa sổ Chatbot được tích hợp tinh tế, cho phép người dùng đặt câu hỏi bất cứ lúc nào. Giao diện này hỗ trợ tạo mới các đoạn chat, xem lại lịch sử tư vấn hoặc xóa các phiên làm việc cũ. Phản hồi từ Chatbot được trình bày theo định dạng dễ đọc, hỗ trợ các đoạn trích dẫn văn bản pháp luật giúp tăng cường tính pháp lý cho các chỉ dẫn.



Hình 3. Giao diện Chatbot

3.4.4. Sidebar điều hướng và Dashboard quản trị

Sidebar (thanh điều hướng bên trái) thay đổi linh hoạt dựa trên vai trò của người dùng. Đối với quản trị viên, sidebar cung cấp lối tắt đến các công cụ quản lý người dùng, quản lý tổ chức và các danh mục thông tin hàng hóa. Dashboard thống kê sử dụng các biểu đồ trực quan để hiển thị lượt tìm kiếm và tương tác AI, giúp nhà quản lý nắm bắt "sức khỏe" của hệ thống và xu hướng luân chuyển hàng hóa tại cảng một cách nhanh chóng.



Hình 4. Giao diện sidebar
Bảng 2. Về trải nghiệm người dùng

Giao diện	Đặc điểm nổi bật	Đối tượng sử dụng chính
Trang chủ	Giới thiệu, tin tức cập nhật IMDG Code	Mọi người dùng
Tìm kiếm UN	Tốc độ cao, có lịch sử tìm kiếm	Thuyền viên, nhân viên cảng
Trang chi tiết	Đầy đủ P-code, Segregation, Labels	Sĩ quan an toàn, kiểm hóa
Cửa sổ Chatbot	Ngôn ngữ tự nhiên, trích dẫn chuẩn xác	Nhân viên hiện trường
Admin Dashboard	Biểu đồ thống kê, quản lý dữ liệu tập trung	Quản trị viên, chuyên gia CNTT

3.5. Lợi ích vận hành và giá trị thực tiễn tại cảng biển Việt Nam

Việc ứng dụng hệ thống NetX vào thực tế khai thác cảng mang lại những thay đổi mang tính đột phá về cả hiệu quả kinh tế lẫn mức độ an toàn hàng hải.

3.5.1. Nâng cao hiệu quả tác nghiệp hiện trường

Sự thay đổi lớn nhất nằm ở tốc độ và độ chính xác của thông tin. Thay vì mất 5 - 15 phút để tra cứu thủ công qua sách giấy, nhân viên cảng giờ đây chỉ mất chưa đầy 10 giây để có được đầy đủ hướng dẫn về một loại hàng nguy hiểm. Điều này đặc biệt quan trọng trong quy trình gate-in (tiếp nhận container tại cổng cảng), giúp giảm thiểu tình trạng ùn tắc và đảm bảo mọi container đều được dán nhãn đúng quy định trước khi vào bãi. Khả năng truy cập 24/7 giúp giải quyết bài toán làm việc theo ca kíp tại cảng, đảm bảo an toàn luôn được duy trì ở mức cao nhất bất kể thời điểm nào trong ngày.

3.5.2. Giảm thiểu rủi ro từ yếu tố con người

Với sự hỗ trợ của Chatbot AI và các cảnh báo tự động về phân tách, NetX giúp loại bỏ những sai sót chủ quan do thiếu kinh nghiệm hoặc áp lực công việc của nhân viên. Hệ thống đóng vai trò như một lớp màng lọc an toàn, đảm bảo các loại hàng kỵ nhau không bao giờ được xếp gần nhau, từ đó phòng ngừa hiệu quả các sự cố cháy nổ hóa chất - những thảm họa có thể gây thiệt hại vô cùng lớn về tài sản và uy tín cảng. Đặc biệt, tính năng trích dẫn nguồn của Chatbot giúp người dùng tự tin hơn trong việc ra quyết định, vì mọi chỉ dẫn đều dựa trên “tài liệu vàng” đã được kiểm duyệt.

3.5.3. Lợi ích kinh tế và tính bền vững của giải pháp nội địa

Sử dụng NetX giúp các doanh nghiệp cảng biển và vận tải Việt Nam tiết kiệm đáng kể chi phí bản quyền hàng năm so với các dịch vụ quốc tế. Việc làm chủ một nền tảng công nghệ nội địa còn cho phép tùy biến linh hoạt theo các quy định riêng của pháp luật Việt Nam, điều mà các phần mềm quốc tế thường bỏ qua. Về lâu dài, hệ thống góp phần thúc đẩy lộ trình chuyển đổi số của ngành Hàng hải, nâng cao năng lực cạnh tranh của các cảng biển Việt Nam trong việc

tiếp nhận các tàu container thế hệ mới mang theo lượng lớn hàng nguy hiểm phức tạp.

4. KẾT LUẬN

Hệ thống tra cứu trực tuyến NetX (netx.com.vn) là một giải pháp công nghệ hiện đại, đáp ứng kịp thời nhu cầu cấp thiết về kiểm soát hàng nguy hiểm theo tiêu chuẩn IMDG Code 2024 tại Việt Nam. Bằng việc kết hợp sức mạnh của trí tuệ nhân tạo (AI) với quy trình nghiệp vụ hàng hải chuẩn hóa, NetX không chỉ đơn giản hóa công tác tra cứu mà còn tạo ra một tiêu chuẩn mới về an toàn và hiệu quả trong quản trị cảng biển. Sự phối hợp đa ngành giữa các chuyên gia hàng hải và chuyên gia công nghệ thông tin đã tạo ra một sản phẩm có tính ứng dụng cao, thân thiện với người dùng và mang lại giá trị kinh tế thực tiễn cho doanh nghiệp. Trong tương lai, việc tiếp tục mở rộng các tính năng tích hợp và cập nhật tri thức sẽ giúp NetX khẳng định vị thế là một “trợ lý thông minh” không thể thiếu, góp phần đưa ngành Hàng hải Việt Nam tiến gần hơn tới tiêu chuẩn cảng biển thông minh và an toàn trên trường quốc tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Hazcheck Online. Dangerous Goods compliance tool for maritime industry. Internet: <https://hazcheck.com/> (accessed: 15/8/2025).

[2] International Maritime Organization. International Maritime Dangerous Goods Code 2024 (Amendment 42-24), London, 2024.

[3] International Maritime Organization. IMO inspection data on dangerous goods shipments - 34% Deficiency Report, 2025.

[4] Sedge AI. From 48 Hours to 10 Minutes: How AI is Transforming Maritime Dangerous Goods Operations. Internet: <https://www.sedge.ai/post/from-48-hours-to-10-minutes-how-ai-is-transforming-maritime-dangerous-goods-operations> (accessed: 12/02/2026).

[5] P. Lewis, et al. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks. Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS), 2020.

[6] OpenAI. Vector Embeddings technical documentation - text-embedding-3-large model, 2024.

[7] T. Zhang, et al. RAFT: Adapting Language Models to Domain-Specific RAG. arXiv:2403.10131, 2024.

[8] S. Es, et al. RAGAS: Automated Evaluation of Retrieval Augmented Generation. arXiv:2309.15217, 2023.

[9] S. R. Chidamber and C. F. Kemerer. A metrics suite for object oriented design. IEEE Transactions on Software Engineering, 1994.

[10] T. J. McCabe. A Complexity Measure. IEEE Transactions on Software Engineering, 1976.

[11] P. J. Clarkson, et al. Predicting Change Propagation in Complex Design. ASME Journal of Mechanical Design, 2004.

[12] McKinsey & Company. The Future of Maritime Automation and AI in Dangerous Goods Management, 2023.

[13] Sedge AI. From 48 Hours to 10 Minutes: How AI is Transforming Maritime Dangerous Goods Operations. White Paper, 2024.

[14] ICHCA. IMDG Code Amendment 42-24: Summary of main changes and operational impact, 2025.

[15] E. Barberi, et al. Leveraging Artificial Intelligence for Real-Time Risk Detection in Ship Navigation. Applied Sciences (MDPI), vol. 15, no. 21, p. 11674, 2025.

[16] M. N. O. Sadiku, et al. Artificial Intelligence in Maritime Industry. International Journal of Trend in Scientific Research and Development, 2025.

[17] L. Chimakurthi. Reliable RAG: Implementing Semantic Double-Pass Merging for Technical Content, 2024.

[18] Asia Classification Society. Maritime RAG Benchmark: 500 expert-validated Q&A pairs for ship classification. SSMI Conference, 2022.

[19] Reach24h. IMDG Code Amendment 42-24 Takes Effect: What Global Shippers Must Prepare for by 2026, 2025.

[20] D. Dalaklis. Artificial Intelligence (AI) Applications and the Shipping Industry. TransNav Journal, 2025.