



## **TẠP CHÍ XÂY DỰNG - eISSN 3030-4482**

### **Nghiên cứu xây dựng lộ trình đào tạo kỹ năng hàng hải cho thuyền viên Việt Nam đến năm 2040 nhằm đáp ứng xu hướng công nghệ thông minh và hàng hải xanh**

Research on developing a roadmap for maritime skills training for Vietnamese seafarers by 2040 to meet the trends of smart technology and green maritime practices

➤ **TS Nguyễn Thanh Sơn, THS Nguyễn Thành Trung\***

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

\*Email: nguyenthanhtrung@vamaru.edu.vn

---

#### **THÔNG TIN BÀI BÁO**

Chuyên mục: Khoa học công nghệ

Ngày nhận bài: 24/4/2026

Ngày sửa bài: 05/5/2026

Ngày chấp nhận đăng: 20/5/2026

Ngày xuất bản Online: 25/6/2026

Tác giả liên hệ:

Email: nguyenthanhtrung@vamaru.edu.vn

---

#### **TÓM TẮT**

Ngành Hàng hải toàn cầu đang trải qua giai đoạn chuyển đổi sâu sắc dưới tác động của số hóa, tự động hóa và mục tiêu vận tải biển xanh. Sự vươn lên của các công nghệ tiên tiến như tàu tự hành (MASS), buồng lái tích hợp, hệ thống giám sát thời gian thực và thiết bị sử dụng nhiên liệu thay thế (LNG, hydro, amoniac) giúp tối ưu hóa hiệu quả nhưng lại đặt ra thách thức chưa từng có về an toàn và kỹ năng lao động. Để không bị tụt hậu và duy trì vị thế cạnh tranh trên thị trường, lực lượng thuyền viên Việt Nam cần sớm thu hẹp "khoảng trống kỹ năng". Khoảng trống này bao gồm sự thiếu hụt cả về kỹ năng kỹ thuật cốt lõi lẫn kỹ năng mềm thiết yếu.

Sử dụng phương pháp dự báo công nghệ kỹ năng (STF), bài báo này đề xuất chi tiết lộ trình đào tạo kỹ năng cho thuyền viên Việt Nam đến năm 2040. Lộ trình định hướng 3 giai đoạn: (1) Ngắn hạn (2026 - 2030) bám sát các yêu cầu từ Công ước STCW hiện hành, tập trung khắc phục điểm yếu về kỹ năng hành chính và an ninh mạng; (2) trung hạn (2030 - 2035) đẩy mạnh nâng cao kỹ năng (upskilling) và đào tạo lại (reskilling) để vận hành các thiết bị tự động và hàng hải xanh; (3) dài hạn (2036 - 2040) tiến tới tạo ra một thể hệ chuyên gia hàng hải toàn diện, thích ứng hoàn toàn với khung STCW sửa đổi.

Kết quả nghiên cứu đặc biệt nhấn mạnh triết lý học tập suốt đời và tính cấp thiết trong việc phối hợp đa bên để đảm bảo một quá trình "chuyển đổi công bằng" bền vững cho thuyền viên.

**Từ khóa:** Chuyển đổi công bằng; khoảng trống kỹ năng; đào tạo nâng cao và đào tạo lại; STCW.

## ABSTRACT

The global maritime industry is undergoing a profound transformation driven by digitalization, automation and the pursuit of green shipping. The rise of advanced technologies such as autonomous vessels (MASS), integrated bridge systems, real-time monitoring systems and alternative fuel equipment (LNG, hydrogen, ammonia) optimizes efficiency but poses unprecedented challenges to safety and workforce skills. To avoid falling behind and maintain a competitive position in the market, Vietnamese seafarers need to quickly bridge the "skills gap". This gap encompasses a shortage of both core technical skills and essential soft skills.

Using the Skills Technology Forecasting (STF) method, this paper proposes a detailed skills training roadmap for Vietnamese seafarers up to 2040. The roadmap is oriented in three phases: (1) Short-term (2026 - 2030) adhering to the requirements of the current STCW Convention, focusing on addressing weaknesses in administrative skills and cybersecurity; (2) medium-term (2030 - 2035) promoting upskilling and reskilling to operate automated equipment and green maritime practices; (3) long-term (2036 - 2040) aiming to create a generation of well-rounded maritime professionals fully adapted to the revised STCW framework. The research results particularly emphasize the philosophy of lifelong learning and the urgency of multi-stakeholder coordination to ensure a sustainable "Just transition" for seafarers.

**Keywords:** Just transition; skill gaps; upskilling and reskilling; STCW.

---

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngành vận tải biển toàn cầu đang bước vào một kỷ nguyên chuyển đổi sâu sắc chưa từng có, được thúc đẩy bởi ba xu hướng trụ cột: Số hóa, tự động hóa và vận tải biển xanh (phi carbon hóa). Các cuộc thảo luận gần đây trong ngành Hàng hải đã đặt ra những kỳ vọng rất lớn về việc các tàu tự hành (MASS) và hệ thống vận hành từ xa sẽ sớm đi vào hoạt động thực tiễn. Cùng với đó, sự hội tụ của hàng loạt công nghệ thông minh mang tính đột phá như Trí tuệ nhân tạo (AI), Phân tích Dữ liệu lớn (Big Data), Mạng lưới vạn vật kết nối (IoT), Hệ thống buồng lái tích hợp (IBS) cũng như việc áp dụng các công nghệ sử dụng năng lượng tái tạo và nhiên liệu thay thế (như LNG, hydro, amoniac, hệ thống đẩy bằng pin điện) đang tái định hình hoàn toàn phương thức vận hành của đội tàu thương mại toàn cầu. Những công nghệ kỹ thuật số và hệ thống thông minh này không chỉ mang lại tiềm năng to lớn trong việc nâng cao năng suất, tối ưu hóa chuỗi cung ứng và giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường, mà còn được kỳ vọng sẽ cải thiện rõ rệt điều kiện làm việc và sự an toàn cho đội ngũ người đi biển [1-5].

Tuy nhiên, song hành với những lợi ích vượt trội, quá trình hiện đại hóa và số hóa này lại đặt ra những thách thức vô cùng to lớn đối với yếu tố con người. Sự dịch chuyển từ các hệ thống cơ khí truyền thống sang các hệ thống không gian mạng - vật lý - xã hội (Cyber-Socio-Technical Systems) đòi hỏi người lao động phải tương tác liên tục, nhịp nhàng với các thuật toán, phần mềm phức tạp và máy móc tự động. Sự thay đổi căn bản về quy trình làm việc này làm nảy sinh một "khoảng trống kỹ năng" (skill gaps) ngày càng lớn giữa năng lực hiện hành của thuyền viên và yêu cầu thực tế của các thiết bị công nghệ cao được lắp đặt trên tàu [4-8]. Hơn thế nữa, sự phức tạp của công nghệ mới và việc phải

liên tục học hỏi để thích ứng còn tạo ra những rủi ro mới về an toàn vệ sinh lao động và sức khỏe tâm thần, điển hình là hội chứng "căng thẳng do công nghệ" (technostress). Chính vì vậy, ITF và các tổ chức lao động nhấn mạnh rằng quá trình tự động hóa và xanh hóa hàng hải bắt buộc phải đi kèm với một "chuyển đổi công bằng" (Just Transition), trong đó quyền lợi, sức khỏe và tiếng nói của người lao động phải được bảo vệ và họ phải được đào tạo làm chủ công cụ mới với các chế độ đền bù xứng đáng [9-12].

Để vận hành an toàn các con tàu xanh và thông minh trong tương lai đòi hỏi một sự định hình lại toàn diện về khung năng lực của thuyền viên. Về mặt kỹ năng chuyên môn (kỹ năng kỹ thuật), người đi biển sẽ cần phải thành thạo các kiến thức hoàn toàn mới liên quan đến quy trình xử lý nhiên liệu thay thế, vận hành và bảo trì hệ thống lực đẩy điện hóa, công nghệ hỗ trợ tiên tiến và khả năng điều khiển các hệ thống giám sát theo thời gian thực. Đáng chú ý, công nghệ tự động hóa tiên bộ không hề làm giảm đi vai trò của con người hay các kỹ năng mềm (soft skills). Ngược lại, các nghiên cứu chỉ ra rằng kỹ năng mềm có tầm quan trọng lớn hơn cả kỹ năng kỹ thuật trong kỷ nguyên mới, đặc biệt là tư duy phân tích, khả năng giải quyết vấn đề phức tạp, nhận thức về an toàn và chất lượng cũng như năng lực tự quản lý để ứng phó với tính linh hoạt và áp lực của hệ thống mạng. Một thể hệ "chuyên gia hàng hải" của tương lai sẽ không chỉ làm việc bó hẹp trên tàu mà còn phải có khả năng luân chuyển công việc, điều hành từ xa tại các trung tâm kiểm soát trên bờ (Shore Control Centres - SCC), đòi hỏi trình độ kỹ thuật số và khả năng phân tích hệ thống cực kỳ nhạy bén [7-9].

Dưới góc độ nhân lực và thị trường lao động, chuỗi cung ứng vận tải biển toàn cầu đang phụ thuộc rất lớn vào nguồn nhân lực từ khu vực châu Á - Thái Bình Dương, nơi đóng góp phần lớn lực lượng thuyền viên thế giới. Các quốc gia đang phát triển trong khu vực này, bao gồm cả Việt Nam giữ vị thế là những mắt xích cung ứng nhân lực nòng cốt. Các đánh giá từ hồ sơ quốc gia hàng hải cho thấy, mặc dù các nước đang phát triển còn gặp nhiều giới hạn trong việc xây dựng môi trường đổi mới sáng tạo và hấp thụ công nghệ tiên tiến, nhưng lại ghi nhận những xu hướng vô cùng tích cực về tiềm năng phát triển thị trường lao động và vốn nhân lực. Nhóm dân số trẻ ở các quốc gia này chính là lợi thế cạnh tranh rất lớn trong thời đại kỹ thuật số. Để không bị tụt hậu và tiếp tục duy trì lợi thế xuất khẩu lao động hàng hải chất lượng cao, Việt Nam cần khai thác tối đa thế mạnh của "thế hệ số" này [5-10]. Nếu không có những định hướng chiến lược sớm, khoảng cách công nghệ sẽ tạo ra nguy cơ gia tăng sự bất bình đẳng về kinh tế và kỹ năng, khiến lao động hàng hải Việt Nam mất dần cơ hội việc làm trước làn sóng tự động hóa khốc liệt.

Tuy nhiên, thách thức lớn nhất hiện nay là hệ thống quy định toàn cầu và các chương trình giáo dục hàng hải đang có độ trễ nhất định so với sự phát triển vũ bão của công nghệ. Tổ chức Hàng hải Quốc tế (IMO) đang tiến hành rà soát toàn diện Công ước và Bộ luật STCW nhằm vá lấp những thiếu hụt về kỹ năng hành chính cơ bản, năng lực giao tiếp, an ninh mạng và ý thức bảo vệ môi trường. Trong bối cảnh chờ đợi những sửa đổi dài hạn có hiệu lực, các cơ sở đào tạo và huấn luyện hàng hải đứng trước áp lực bắt buộc phải chủ động hiện đại hóa chương trình giảng dạy, tích hợp linh hoạt các khóa đào tạo kỹ năng số và công nghệ mô phỏng. Các phương pháp đào tạo tuyến tính truyền thống không còn đủ sức đáp ứng. Thay vào đó, triết lý "học tập suốt đời" kết hợp với các chương trình đào tạo nâng cao và đào tạo lại phải trở thành cốt lõi trong chính sách phát triển sự nghiệp của mọi thuyền viên [11-12].

Xuất phát từ bối cảnh và những đòi hỏi mang tính sinh tử đối với lực lượng lao động đi biển, bài báo tập trung nghiên cứu và xây dựng một lộ trình đào tạo kỹ năng hàng hải chiến lược, bài bản cho thuyền viên Việt Nam với tầm nhìn đến năm 2040. Thông qua việc đánh giá một cách hệ thống các xu hướng dịch chuyển công nghệ và nhận diện chính xác các khoảng trống kỹ năng trong từng giai đoạn (ngắn hạn 2022 - 2026, trung hạn 2027 - 2030 và dài hạn 2031 - 2040), nghiên cứu đề xuất các giải pháp căn cơ nhằm tái cấu trúc hệ thống đào tạo hàng hải quốc gia. Lộ trình này không chỉ là kim chỉ nam giúp Việt Nam đi

trước đón đầu các tiêu chuẩn mới của Công ước STCW sửa đổi, mà còn nhằm mục đích cao nhất là kiến tạo nên một thể hệ chuyên gia hàng hải toàn diện. Qua đó, đảm bảo thuyền viên Việt Nam đủ năng lực làm chủ công nghệ thông minh, giữ vững giá trị cạnh tranh cốt lõi và duy trì việc làm bền vững trong một kỷ nguyên vận tải biển xanh và tự động hóa.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Để đạt được các mục tiêu dự báo về tác động của công nghệ đối với tương lai việc làm của thuyền viên, nghiên cứu này áp dụng phương pháp dự báo công nghệ kỹ năng (STF - Skills Technology Foresight). Do đặc thù thị trường lao động hàng hải mang tính toàn cầu, phương pháp STF đã được tinh chỉnh, kết hợp linh hoạt giữa phân tích dữ liệu thứ cấp và dữ liệu sơ cấp thông qua cả hai phương pháp định lượng và định tính.

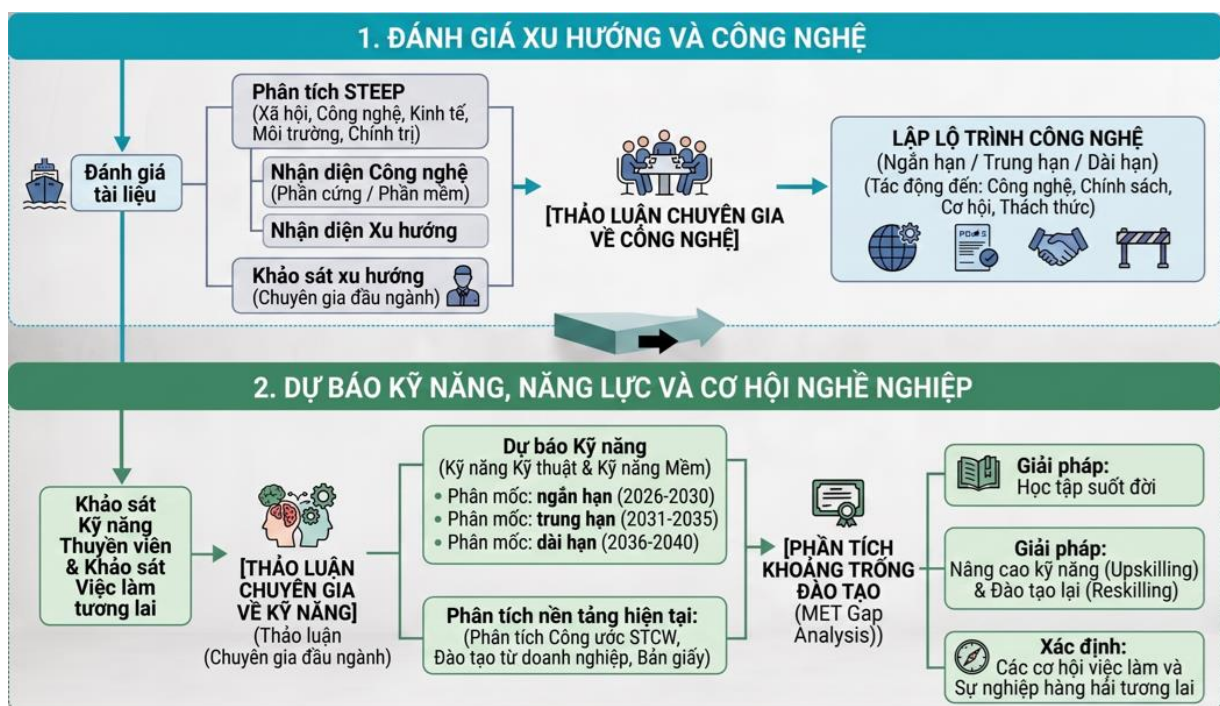
Quy trình nghiên cứu được triển khai chặt chẽ qua các bước trọng tâm sau:

*Thứ nhất*, nhận diện xu hướng vĩ mô: Nghiên cứu thực hiện tổng quan tài liệu theo mô hình STEEP (đánh giá các yếu tố Xã hội, Công nghệ, Kinh tế, Môi trường và Chính trị). Quá trình này giúp nhận dạng hàng trăm xu hướng, sau đó được chất lọc và xác thực thông qua một cuộc khảo sát xu hướng nhằm tìm ra các nhóm xu hướng cốt lõi nhất.

*Thứ hai*, xây dựng lộ trình công nghệ: Dữ liệu sơ cấp được các chuyên gia đánh giá mức độ khả thi của các công nghệ phần cứng/phần mềm tương lai để thiết lập một "lộ trình công nghệ" chi tiết theo các mốc: Ngắn hạn (2026 - 2030), trung hạn (2031 - 2035) và dài hạn (2036 - 2040).

*Thứ ba*, phân tích khoảng trống kỹ năng: Nghiên cứu triển khai khảo sát việc làm tương lai hàng hải và kỹ năng thuyền viên. Từ đó, xác định sự thiếu hụt về kỹ năng kỹ thuật và kỹ năng mềm, làm cơ sở đề xuất các lộ trình học tập suốt đời, nâng cao kỹ năng (upskilling) và đào tạo lại (reskilling). Ngoài ra, phương pháp nghiên cứu thực địa và phỏng vấn bán cấu trúc được sử dụng để xây dựng các Báo cáo Quốc gia về an toàn và sức khỏe nghề nghiệp.

Dưới đây là sơ đồ hóa Phương pháp nghiên cứu Dự báo công nghệ kỹ năng (STF) được áp dụng trong bài báo:



Hình 1. Sơ đồ nghiên cứu tiến trình dự báo công nghệ và kỹ năng ngành Hàng hải

### 3. ĐÁNH GIÁ SỰ DỊCH CHUYỂN CÔNG NGHỆ VÀ NHẬN DIỆN KHOẢNG TRỐNG KỸ NĂNG

Sự tiến bộ của các công nghệ tự động hóa, số hóa và phi carbon hóa đang tái định hình hoàn toàn phương thức vận hành của ngành hàng hải, kéo theo sự thay đổi sâu sắc về yêu cầu năng lực đối với thuyền viên. Quá trình chuyển đổi từ các hệ thống truyền thống sang các hệ thống không gian mạng - vật lý - xã hội đòi hỏi lực lượng lao động phải liên tục thích ứng. Bằng việc phân tích chênh lệch giữa bộ kỹ năng hiện tại và các yêu cầu trong tương lai, chúng ta có thể nhận diện rõ các "khoảng trống kỹ năng" (skill gaps) cốt lõi trong ngắn hạn, trung hạn và dài hạn, từ đó làm cơ sở thiết kế lộ trình đào tạo phù hợp.

#### 3.1. Khoảng trống kỹ năng trong ngắn hạn (giai đoạn 2026 - 2030)

Trong ngắn hạn, khi Công ước Quốc tế về Tiêu chuẩn Huấn luyện, Cấp chứng chỉ và Thực ca cho thuyền viên (STCW) vẫn đang trong quá trình rà soát toàn diện, các chương trình đào tạo hiện hành tại các cơ sở đào tạo hàng hải bắt đầu bộc lộ những khoảng trống đáng kể so với yêu cầu thực tiễn của công nghệ mới. Phân tích chênh lệch so với chuẩn STCW hiện tại chỉ ra một số thiếu hụt nghiêm trọng:

- Kỹ năng hành chính và chuẩn bị thanh tra: Thuyền viên ở cấp độ quản lý và vận hành đang thiếu hụt kỹ năng hành chính để đáp ứng các định dạng báo cáo, tài liệu kỹ thuật số đa dạng từ chính quyền cảng, công ty vận tải và các bên thứ ba. Các kỹ năng liên quan đến việc chuẩn bị cho các cuộc thanh tra (như thanh tra nhà nước cảng biển, đánh giá nội bộ/bên ngoài) cũng chưa được STCW nhấn mạnh đúng mức.

- Kỹ năng giao tiếp hiện đại: Dù STCW quy định rất kỹ về vận hành hệ thống vô tuyến GMDSS, nhưng lại thiếu các tiêu chuẩn cho giao tiếp diện rộng hiện đại (ship-to-ship, ship-to-shore) trong môi trường số hóa.

- Kỹ năng an toàn và an ninh mạng (Cybersecurity): Khối lượng dữ liệu trao đổi giữa tàu và bờ ngày càng lớn làm tăng rủi ro bị tấn công mạng. Tuy nhiên, kỹ năng duy trì an ninh mạng hiện hoàn toàn vắng bóng trong các yêu cầu của STCW hay Bộ luật An ninh tàu và bến cảng quốc tế (ISPS).

- Nhận thức môi trường và vận hành thiết bị mới: STCW chỉ đề cập chung chung về "bảo vệ môi trường biển" mà chưa làm rõ các kỹ năng cụ thể liên quan đến công ước môi trường hiện đại, cũng như các kỹ năng pháp lý và kỹ thuật khi vận hành, nghiệm thu các hệ thống máy móc mới được trang bị lại trên tàu.

#### 3.2. Khoảng trống kỹ năng kỹ thuật trong trung và dài hạn (giai đoạn 2027 - 2040)

Khoảng trống kỹ năng kỹ thuật lớn nhất nằm ở các công nghệ chưa trưởng thành hoặc chưa được ứng dụng phổ biến trên toàn cầu.

Trong trung hạn (2030 - 2035): Khoảng trống kỹ năng tập trung vào khả năng vận hành và bảo trì các hệ thống nhằm giảm phát thải và tăng hiệu suất. Thuyền viên cần được trang bị năng lực xử lý hệ thống động cơ dùng nhiên liệu kép (Dual Fuel), công nghệ xử lý khí thải (scrubber giảm SOx, hệ thống giảm NOx), hệ thống quản lý nước dằn, và các hệ thống lực đẩy lai (hybrid) hoặc pod đẩy. Ngoài ra, việc làm chủ các phần mềm vận hành tàu, hệ thống cảnh báo và giám sát tiên tiến trên buồng lái (IBS) và buồng máy (ECR) cũng là một yêu cầu bắt buộc.

Trong dài hạn (2036 - 2040): Ngành Hàng hải sẽ chứng kiến sự chuyển đổi mang tính cách mạng khi các loại nhiên liệu thay thế hoàn toàn không phát thải (như hydro, amoniac) và các hệ thống đẩy điện hóa, công nghệ hỗ trợ bằng sức gió được áp dụng rộng rãi. Thuyền viên sẽ thiếu hụt kiến thức xử lý tính chất hóa lý phức tạp và rủi ro an toàn cực cao của các loại nhiên liệu mới này. Đặc biệt, sự ra đời của các tàu tự hành

(MASS) đòi hỏi thuyền viên phải có năng lực làm việc tại các Trung tâm Kiểm soát trên bờ (Shore Control Centres - SCC). Các vị trí như Người điều khiển Trung tâm từ xa (RCCO) đòi hỏi mức độ thành thạo cực cao về kỹ năng số, phân tích dữ liệu và tích hợp hệ thống viễn thông.

### **3.3. Sự dịch chuyển về kỹ năng mềm và tác động của "Technostress"**

Bên cạnh khoảng trống về chuyên môn, công nghệ thông minh không làm suy giảm vai trò của con người mà ngược lại, kỹ năng mềm (soft skills) được đánh giá là quan trọng hơn cả kỹ năng kỹ thuật. Các khảo sát chỉ ra top 5 kỹ năng mềm hàng đầu cho tương lai bao gồm: Kiểm soát chất lượng và nhận thức an toàn, khả năng phục hồi và chịu đựng căng thẳng, quản lý nhân sự, làm chủ công nghệ số và học tập chủ động.

Khoảng trống kỹ năng mềm thể hiện rõ nhất qua sự lúng túng của thuyền viên trước hội chứng "căng thẳng do công nghệ". Đây là trạng thái tâm lý tiêu cực phát sinh khi người lao động phải liên tục sử dụng công nghệ mới, dẫn đến mệt mỏi, hoài nghi và cảm giác kém hiệu quả. Trên các con tàu hiện đại, hiện tượng này được nhận diện qua các yếu tố:

Quá tải công nghệ: Thuyền viên, đặc biệt là trong buồng máy bị choáng ngợp bởi hàng loạt luồng dữ liệu và cảnh báo liên tục từ các hệ thống giám sát phức tạp. Áp lực phải phân tích dữ liệu nhanh chóng để ngăn ngừa sự cố khiến họ rơi vào trạng thái hoảng loạn và lo âu.

Tính phức tạp của công nghệ: Sự thiếu đồng bộ về giao diện từ các nhà sản xuất khác nhau, việc lạm dụng từ viết tắt và các thực đơn điều khiển phức tạp làm tốn thời gian của sĩ quan. Thêm vào đó, việc hệ thống tự động khóa không cho phép chuyển sang chế độ thủ công khi phần mềm bị lỗi càng làm tăng thêm sự bất lực và căng thẳng.

Sự bất định về công nghệ: Các hệ thống phần cứng và phần mềm liên tục được cập nhật và thay đổi; các lỗi máy tính ngẫu nhiên hoặc mất kết nối mạng làm gián đoạn quy trình làm việc khiến thuyền viên cảm thấy mệt mỏi và mất kiểm soát.

Sự thay đổi về công nghệ cũng làm thay đổi hệ giá trị nơi làm việc của thuyền viên. Thay vì phải làm việc đa nhiệm giải quyết mọi vấn đề trên tàu, họ sẽ trở thành các "chuyên gia" xử lý chuyên sâu một số nhiệm vụ cụ thể và phối hợp chặt chẽ với chuyên gia trên bờ. Tổ chức trên tàu cũng sẽ chuyển dịch từ cấu trúc phân cấp, mệnh lệnh nghiêm ngặt sang cấu trúc bình đẳng hơn, nơi ý kiến chuyên môn của từng cá nhân đều có sức nặng và tinh thần làm việc nhóm trở thành "chìa khóa" để giải quyết sự cố. Cuối cùng, công việc điều khiển từ xa sẽ phá vỡ định kiến "nghề của nam giới", tạo ra cơ hội linh hoạt để thu hút nữ giới và đem lại sự cân bằng giữa công việc và cuộc sống.

Tóm lại, việc nhận diện chính xác các khoảng trống từ chuyên môn đến tâm lý học lao động này là tiền đề tối quan trọng để các nhà quản lý và cơ sở giáo dục thiết kế khung chương trình nâng cao kỹ năng và đào tạo lại một cách toàn diện cho lực lượng thuyền viên.

## **4. LỘ TRÌNH ĐÀO TẠO VÀ PHÁT TRIỂN KỸ NĂNG CHO THUYỀN VIÊN VIỆT NAM ĐẾN NĂM 2040**

Lộ trình đào tạo và phát triển kỹ năng cho thuyền viên Việt Nam đến năm 2040 được định hình dựa trên sự hội tụ của ba xu hướng cốt lõi trong ngành Hàng hải: Số hóa, tự động hóa và vận tải biển xanh phi carbon hóa. Để duy trì năng lực cạnh tranh toàn cầu và cung ứng nguồn nhân lực chất lượng cao, Việt Nam cần đồng bộ hóa hệ thống giáo dục hàng hải với lộ trình công nghệ của thế giới, bám sát các sửa đổi của Công ước STCW. Dưới đây là lộ trình công nghệ và đào tạo chi tiết được thiết lập theo ba mốc thời gian:

#### **4.1. Giai đoạn ngắn hạn (2026 - 2030): Tích hợp công nghệ thông minh và thích ứng hàng hải xanh**

Đây là thời kỳ các công nghệ mới nổi bắt đầu trở nên đáng tin cậy, trưởng thành hơn và được triển khai trên các thể hệ tàu hiện đại, dù chưa bao phủ toàn bộ đội tàu toàn cầu. Các công nghệ phần cứng và phần mềm chủ chốt được áp dụng bao gồm: Hệ thống động cơ lai (hybrid) và động cơ điện, động cơ sử dụng nhiên liệu kép (như LNG), thiết bị xử lý khí thải (scrubber SOx, hệ thống giảm NOx), hệ thống quản lý nước dằn và Hệ thống bù lòng lái tích hợp (IBS). Ngoài ra, nền tảng Dữ liệu lớn (Big Data), điện toán đám mây (Cloud services) và thiết bị thực tế tăng cường/thực tế ảo (AR/VR) bắt đầu được đưa vào sử dụng thực tế.

Sự xuất hiện của các thiết bị tiên tiến này ngay lập tức tạo ra những khoảng trống kỹ năng mới đối với lực lượng thuyền viên hiện tại. Trong giai đoạn này, thuyền viên Việt Nam cần chủ động tham gia các khóa nâng cao kỹ năng và đào tạo lại vốn phần lớn được cung cấp trực tiếp bởi các nhà sản xuất thiết bị và nhà cung cấp phần mềm. Ưu tiên đào tạo bao gồm năng lực vận hành hệ thống nhiên liệu LNG, làm chủ các hệ thống tự động hóa điều khiển tiên tiến và vận hành các phần mềm tối ưu hóa chuyến đi.

#### **4.2. Giai đoạn trung hạn (2031 - 2035): Tự động hóa chuyên sâu và chuyển đổi năng lượng toàn diện**

Đây là giai đoạn mang tính bản lề, đánh dấu sự thâm nhập mạnh mẽ của tàu mặt nước tự hành hàng hải (MASS) cấp độ cao và sự hoàn thiện của các giải pháp không phát thải. Trí tuệ nhân tạo (AI) sẽ trở thành công cụ cốt lõi trong phân tích dữ liệu và ra quyết định tự động, kết hợp với các bộ tích hợp hệ thống và mạng lưới liên lạc băng thông rộng (như 5G/6G, vệ tinh). Đặc biệt, sự xuất hiện của các Trung tâm Kiểm soát trên bờ (Shore Control Centres - SCC) sẽ tái định hình phương thức vận hành tàu. Ngành Hàng hải cũng sẽ chuyển dịch sang sử dụng các loại nhiên liệu thay thế hoàn toàn mới (như hydro, amoniac) và các công nghệ hỗ trợ lực đẩy bằng sức gió.

Việc chuyển đổi sang các loại nhiên liệu xanh mới đặt ra yêu cầu cực kỳ khắt khe về kỹ năng kỹ thuật, do thuyền viên phải đối mặt với đặc tính hóa lý phức tạp và các rủi ro an toàn, độc tính nghiêm trọng của hydro hay amoniac. Thuyền viên cần thành thạo hệ thống giám sát theo thời gian thực và vận hành các thiết bị an toàn trên nền tảng mạng. Bên cạnh chuyên môn, kỹ năng mềm sẽ được đặt lên hàng đầu, đặc biệt là tư duy phân tích, khả năng giải quyết vấn đề phức tạp và năng lực phục hồi để kiểm soát hội chứng căng thẳng do công nghệ khi phải làm việc cường độ cao với hệ thống tự động.

#### **4.3. Giai đoạn dài hạn (2036 - 2040): Kỷ nguyên hệ sinh thái việc làm mới và học tập suốt đời**

Hình thành hoàn chỉnh hệ thống không gian mạng - vật lý - xã hội, nơi con người và các cỗ máy (dựa trên thuật toán) tương tác liên tục. Các tàu MASS không người lái và tàu được điều khiển từ xa sẽ hoạt động song song với các tàu thông minh có thuyền viên. Các vật liệu tiên tiến (advanced materials), robot công nghiệp và drone sẽ tự động hóa các khâu bảo trì, kiểm tra và sửa chữa nguy hiểm.

Đây là giai đoạn chứng kiến sự thay đổi mang tính cách mạng, khi phiên bản sửa đổi toàn diện của Công ước STCW dự kiến được áp dụng đầy đủ, buộc các cơ sở đào tạo hàng hải (METIs) tại Việt Nam phải nâng cấp toàn bộ chương trình giáo dục để đáp ứng chuẩn mực mới. Nghề đi biển sẽ dịch chuyển từ mô hình đa nhiệm (multitasking) - xử lý mọi việc trên tàu - sang đội ngũ các chuyên gia chuyên sâu (specialists). Lực lượng lao động hàng hải sẽ linh hoạt luân chuyển giữa môi trường trên biển và làm việc tại các Trung tâm Kiểm soát trên bờ (ví dụ như vị trí Người điều khiển Trung tâm từ xa - RCCO).

Xuyên suốt lộ trình đến năm 2040, quá trình học tập suốt đời sẽ không còn là một

khái niệm tự chọn mà trở thành mô hình bắt buộc. Để lực lượng thuyền viên Việt Nam không bị loại khỏi thị trường lao động toàn cầu, sự phối hợp giữa cơ quan quản lý nhà nước, các trường đào tạo và các công ty vận tải trong việc đầu tư công nghệ mô phỏng tiên tiến (VR/AR) và các khóa đào tạo số là yếu tố sống còn.

Bảng 1. Các kỹ năng của thuyền viên cần đào tạo nâng cao

Giai đoạn	Các kỹ năng kỹ thuật và chuyên môn cần đào tạo nâng cao trên tàu
Ngắn hạn (2022 - 2026)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kỹ năng hành chính (báo cáo, lập tài liệu).</li> <li>- Kỹ năng giao tiếp hàng hải hiện đại.</li> <li>- Kỹ năng chuẩn bị và thực hiện các cuộc thanh tra tàu.</li> <li>- Kỹ năng ứng phó với các tình huống khẩn cấp mới trên không gian mạng và hệ thống máy móc.</li> <li>- Kỹ năng kỹ thuật số và công nghệ thông tin truyền thông (ICT).</li> <li>- Kỹ năng uy trì và bảo mật an ninh mạng (Cybersecurity).</li> <li>- Kỹ năng chạy thử và nghiệm thu máy móc mới (Machinery commissioning).</li> <li>- Nâng cao nhận thức và các kỹ năng liên quan đến bảo vệ môi trường.</li> </ul>
Trung hạn (2027 - 2030)	<p>Năng lực vận hành và bảo trì các thiết bị/hệ thống thế hệ mới:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hệ thống lực đẩy lai (hybrid/diesel-điện) và lực đẩy Pod.</li> <li>- Thiết bị giảm phát thải NOx và hệ thống lọc khí thải SOx (Scrubbers).</li> <li>- Hệ thống xử lý nước dằn.</li> <li>- Công nghệ động cơ sử dụng nhiên liệu kép (Dual Fuel).</li> <li>- Hệ thống xử lý nhiên liệu LNG (quy trình nạp, lưu trữ và sử dụng an toàn).</li> <li>- Các hệ thống điện tiên tiến (như bộ biến tần Cycloconverter)</li> <li>- Các hệ thống tự động hóa và điều khiển tiên tiến.</li> <li>- Hệ thống giám sát, cảnh báo tự động trên buồng máy và buồng lái.</li> <li>- Khả năng thao tác với các phần mềm hỗ trợ vận hành tàu.</li> </ul>
Dài hạn (2031 - 2040)	<p>Sự chuyển đổi mang tính cách mạng về năng lực kỹ thuật:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vận hành và bảo trì hệ thống giám sát dữ liệu theo thời gian thực.</li> <li>- Kỹ năng thao tác và xử lý các loại nhiên liệu thay thế hoàn toàn mới</li> <li>- Vận hành các biện pháp kỹ thuật nhằm tối ưu hóa hiệu quả năng lượng.</li> <li>- Bảo trì và vận hành các công nghệ hỗ trợ lực đẩy bằng sức gió.</li> <li>- Bảo trì và vận hành các hệ thống lực đẩy điện hóa hoặc động cơ phi carbon.</li> <li>- Bảo trì và vận hành các công nghệ phòng ngừa phát thải và ô nhiễm.</li> <li>- Thành thạo sử dụng các thiết bị hàng hải thông minh, tiên tiến nhất.</li> <li>- Chuyển dịch lên làm việc tại các trung tâm Kiểm soát trên bờ.</li> </ul>

Công nghệ tự động hóa sẽ tạo ra các nhánh nghề nghiệp mới. Thuyền viên có thể được đào tạo lại để đảm nhận các vị trí chuyên gia trên đất liền.

Bảng 2. Các kỹ năng và vị trí trên bờ đòi hỏi đào tạo lại

Giai đoạn	Vị trí công việc trên bờ	Các kỹ năng cần được đào tạo lại để đáp ứng công việc
Ngắn hạn	Kỹ sư nghiệm thu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kỹ năng viết báo cáo công việc chuyên sâu.</li> <li>- Sử dụng thiết bị thử nghiệm và đo lường.</li> <li>- Đảm bảo tuân thủ yêu cầu pháp lý và quy trình đảm bảo chất lượng.</li> </ul>
	Kỹ thuật viên bảo dưỡng	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiến thức sử dụng các công cụ bảo trì hàng hải công nghệ cao.</li> <li>- Khả năng đọc hiểu tài liệu kỹ thuật số.</li> <li>- Kỹ năng giao tiếp và chăm sóc khách hàng.</li> </ul>
Trung hạn	Thanh tra/ Kiểm toán viên	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Khả năng điều khiển robot và drone phục vụ công tác thanh tra.</li> <li>- Kỹ năng tiến hành khảo sát trực tuyến.</li> <li>- Nắm rõ Hệ thống khảo sát và Cấp giấy chứng nhận hài hòa (HSSC).</li> </ul>
	Giảng viên/ Huấn luyện viên	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kỹ năng phát triển và triển khai chương trình giảng dạy về công nghệ mới.</li> <li>- Kinh nghiệm giảng dạy với thiết bị mô phỏng và công cụ hiện đại.</li> <li>- Kỹ năng sư phạm và nhận thức tình huống để hỗ trợ học viên.</li> </ul>
Dài hạn	Người điều khiển Trung tâm từ xa (RCCO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kỹ năng điều khiển từ xa liên quan đến điều hướng, máy móc, liên lạc và hàng hóa cho các tàu MASS.</li> <li>- Am hiểu chi tiết thiết lập hệ thống giữa tàu và trung tâm kiểm soát.</li> </ul>
	Chuyên gia nghiên cứu (R&D)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kỹ năng thực hiện nghiên cứu khả thi và thu thập dữ liệu thử nghiệm.</li> <li>- Am hiểu phương pháp nghiên cứu khoa học và quy trình kỹ thuật mới.</li> </ul>
	Kỹ thuật viên cảng	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kỹ năng về công nghệ điện - điện tử hàng hải.</li> <li>- Hiểu biết sâu sắc về tính chất và tiêu chuẩn an toàn của nhiên liệu thay thế.</li> </ul>
	Người vận hành Robot/Drone	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kỹ năng thao tác bay, tuân thủ kiểm soát không lưu và nhận thức không gian.</li> <li>- Bảo trì hệ thống điều khiển tự động và thiết bị robot.</li> </ul>

## 5. KẾT LUẬN

Ngành Hàng hải toàn cầu đang trải qua một cuộc cách mạng sâu sắc dưới tác động của số hóa, tự động hóa và vận tải biển xanh. Tuy nhiên, sự phát triển của các công nghệ thông minh không nhằm mục đích thay thế hoàn toàn con người, mà là một quá trình tiến hóa để tối ưu hóa hoạt động và nâng cao an toàn. Trong đó, thuyền viên vẫn giữ vai trò cốt lõi và không thể thiếu đối với phần lớn đội tàu toàn cầu.

Để thích ứng với kỷ nguyên mới, định hướng cốt lõi là hướng tới một sự "chuyển đổi công bằng", đảm bảo mọi thay đổi công nghệ đều song hành cùng việc bảo vệ quyền lợi, sức khỏe và sự tham gia của người lao động. Lộ trình năng lực đến năm 2040 đã khẳng định rằng việc áp dụng mô hình học tập suốt đời thông qua các chương trình đào tạo nâng cao và đào tạo lại là giải pháp sống còn để thuyền viên vượt qua các khoảng trống kỹ năng kỹ thuật và làm chủ những công nghệ chưa từng có.

Đối với Việt Nam, để duy trì vị thế cạnh tranh trong chuỗi cung ứng nhân lực hàng hải quốc tế, cần thiết lập sự phối hợp đồng bộ và chặt chẽ giữa Chính phủ, các cơ sở giáo dục đào tạo hàng hải, hiệp hội nghề nghiệp cũng như các nhà phát triển công nghệ. Việc chủ động bám sát các sửa đổi của Công ước STCW, linh hoạt đưa kỹ năng số và đặc biệt là kỹ năng mềm vào chương trình giảng dạy sẽ giúp kiến tạo nên thể hệ chuyên gia hàng hải toàn diện. Tóm lại, công nghệ thông minh nếu được quản lý và định hướng đúng đắn sẽ không đe dọa việc làm, mà sẽ tái định hình và nâng tầm giá trị nghề đi biển, giúp lực lượng thuyền viên Việt Nam phát triển bền vững và an toàn trong tương lai.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] BIMCO & ICS. Seafarer Workforce Report: The global supply and demand of seafarers in 2021. Witherby Publishing Group Ltd., 2021.
- [2] World Economic Forum (WEF). The Future of Jobs Report 2020, 2020.
- [3] Tổ chức Lao động Quốc tế (ILO) & SKOLKOVO. Sudakov, D., Luksha, P., Strietska-Ilina, O., Gregg, C., Hofmann, C., Khachatryan, L. Skills Technology Foresight Guide, 2016.
- [4] Tổ chức Hàng hải Quốc tế (IMO). Maritime Safety Committee (MSC), 100th Session Regulatory Scoping Exercise on Maritime Autonomous Surface Ships (MASS), 2018.
- [5] Baum-Talmor, P., & Kitada, M. Industry 4.0 in shipping: Implications to seafarers' skills and training. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 2022.
- [6] SkillSea. Current skills needs (Reality and Mapping), final version, 2020.
- [7] Fjeld, G. P., Tvedt, S. D., & Oltedal, H. Bridge officers' non-technical skills: a literature review. WMU Journal of Maritime Affairs, 17(4), 475-495, 2018.
- [8] Johns, M. Seafarers and digital disruption: The effect of autonomous ships on the work at sea, the role of seafarers and the shipping industry. Hamburg School of Business Administration (HSBA), 2018.
- [9] Frey, C. B., & Osborne, M. A. The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Technological Forecasting and Social Change, 114, 254-280, 2017.
- [10] Lloyd's Register. Global Marine Technology Trends 2030, 2015.
- [11] Rødseth, Ø. J., & Bolbot, V. AUTOSHIP D3.1 - Autonomous Ship Design Standards. Autonomous Shipping Initiative for European Water, 2020.
- [12] Cơ quan An toàn Hàng hải châu Âu (EMSA). Seafarers' Statistics in the EU: Statistical review, 2021.