

Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng tới người điều khiển khi điều động tàu trong điều kiện thời tiết bất lợi

Research on assessing the impact of the navigator when manoeuvring a ship in adverse weather conditions

> TS NGUYỄN VĂN QUẢNG*, TS ĐẶNG ĐÌNH CHIẾN, TS VŨ ĐĂNG THÁI

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

*Email: nguyenvanquang@vimaru.edu.vn

TÓM TẮT

Trong hoạt động hàng hải, điều kiện thời tiết xấu là một trong những yếu tố rủi ro nghiêm trọng nhất ảnh hưởng trực tiếp đến sự an toàn của tàu và thuyền viên. Người điều khiển tàu (thuyền trưởng, sĩ quan trực ca, hoa tiêu...) giữ vai trò trung tâm trong quá trình ra quyết định, vận hành và điều động tàu. Sự liên kết chặt chẽ giữa hai yếu tố này với nhau sẽ dẫn tới các kết quả quan trọng ảnh hưởng tới quá trình dẫn tàu an toàn. Bài báo tập trung phân tích các ảnh hưởng tâm sinh lý, kỹ thuật và vận hành mà người điều khiển phải đối mặt trong điều kiện bất lợi về thời tiết, từ đó đưa ra khuyến nghị nhằm nâng cao hiệu quả huấn luyện, hỗ trợ thiết bị và cải tiến quy trình điều động trong bối cảnh biến đổi khí hậu và mật độ giao thông hàng hải ngày càng cao.

Từ khóa: Sự cố hàng hải; hành vi con người; yếu tố con người; điều động tàu; điều kiện thời tiết bất lợi.

ABSTRACT

In maritime operations, adverse weather conditions are one of the most serious risk factors that directly affect the safety of ships and crew. The ship operator (captain, officer on watch, pilot, etc.) plays a central role in the decision-making, operation and dispatching of ships. The close connection between these two factors will lead to important results that affect the safe navigation of ships. This article focuses on analyzing the psychological, technical and operational effects that the operator faces in adverse weather conditions, thereby making recommendations to improve training efficiency, equipment support and improve dispatching procedures in the context of climate change and increasing maritime traffic density.

Keywords: Maritime incidents; human behavior; human factor; ship manoeuvring; adverse weather conditions.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tình huống thời tiết xấu trên biển như gió giật, mưa lớn, sóng cao, sương mù dày đặc hoặc bão lốc... chiếm tỷ lệ cao trong các nguyên nhân gây tai nạn hàng hải nghiêm trọng [5]. Khi thời tiết xấu xảy ra như mưa lớn, sương mù dày, gió giật hoặc sóng cao, các điều kiện không chắc chắn xuất hiện dưới nhiều hình thức [6]. Theo đó, việc điều động tàu khi vào ra cảng hoặc chuyển hướng trong vùng biển hẹp trở thành bài toán khó khăn, nơi yếu tố con người đóng vai trò quyết định [2, 3]. Trong quá trình điều động tàu biển, quyết định của người điều khiển thường liên quan đến các thao tác quan trọng như:

- Tăng hoặc giảm tốc độ tàu;
- Chuyển hướng, quay đầu, tránh va;
- Cặp cầu, thả neo, điều chỉnh hải trình.

Từ năm 2015 - 2023, theo thống kê của Tổ chức Hàng hải Quốc tế (IMO), hơn 65% tai nạn cập cảng và va chạm tại khu vực ven biển xảy ra trong điều kiện thời tiết xấu và gần 80% trong số đó có liên quan đến yếu tố con người [1, 7]. Bài báo đặt trọng tâm vào các ảnh hưởng cụ thể đến người điều khiển tàu nhằm nhận diện các yếu tố rủi ro và đề xuất giải pháp giảm thiểu thiệt hại.

2. PHÂN TÍCH ẢNH HƯỞNG TỚI NGƯỜI ĐIỀU KHIỂN TRONG THỜI TIẾT XẤU

Khi thời tiết xấu xảy ra, các điều kiện không chắc chắn thường xuất hiện dưới một số dạng chính:

- Thông tin cảm biến không đầy đủ hoặc bị sai lệch (ví dụ: radar bị nhiễu, GPS sai số lớn) [9];
- Tầm nhìn thực tế giảm mạnh, không thể quan sát các vật

cần, tàu khác hoặc dấu hiệu hàng hải;

- Sự thay đổi đột ngột của dòng chảy, hướng gió làm cho dự đoán của người điều khiển không còn chính xác;

- Thời gian phản ứng ngắn do khoảng cách với nguy cơ (ví dụ: sắp va chạm) bị rút ngắn bởi tốc độ trôi hoặc lỗi thiết bị [8].

Hãy xem xét một số ví dụ tai nạn điển hình trong những năm gần đây.



Hình 1. Sự cố tàu container MOL Comfort (Ấn Độ Dương, 2013)

2.1. Một số tai nạn điển hình

* Sự cố tàu MOL Comfort (Ấn Độ Dương, 2013):

- Thông tin sự kiện:

+ Tàu container MOL Comfort (tàu dài 316 m) bị gãy làm đôi trong thời tiết biển động cấp 7 - 8, sóng cao 6 - 8 m, gió giật mạnh;

+ Thuyền trưởng đã phát hiện vết nứt cấu trúc thân tàu, đưa ra báo động khẩn cấp và rút thủy thủ đoàn kịp thời bằng xuồng cứu sinh;

+ Tàu chìm sau đó vài ngày, làm mất toàn bộ hàng hóa (~4.300 container), thiệt hại hàng trăm triệu USD.

- Tác động đến người điều khiển:

+ Áp lực ra quyết định trong thời gian ngắn khi tàu có dấu hiệu nứt gãy;

+ Điều kiện thời tiết khiến việc điều động xuồng cứu sinh, phát tín hiệu khẩn cấp trở nên cực kỳ khó khăn.

* Vụ đắm tàu El Faro (Caribbean, 2015):



Hình 2. Tàu El Faro mất tích trên biển tam giác quỷ Bermudas, năm 2015

- Thông tin sự kiện:

+ Tàu hàng El Faro (Mỹ) bị chìm khi đi vào vùng ảnh hưởng bão Joaquin cấp 4, với sức gió 140 dặm/giờ (~250 km/h);

+ 33 người trên tàu tử vong toàn bộ, là một trong những tai nạn thảm khốc nhất lịch sử hàng hải Hoa Kỳ hiện đại;

+ Hộp đen ghi âm cho thấy thuyền trưởng đã quyết định tiếp tục hành trình dù dự báo có bão, sau đó tàu bị nghiêng nặng do nước tràn vào.

- Tác động đến người điều khiển:

+ Thuyền trưởng phải đối mặt với áp lực thương mại (giao hàng đúng hạn) và thiếu cập nhật thời tiết thực tế;

+ Giao tiếp nội bộ giữa thuyền trưởng và sĩ quan thiếu quyết đoán, dẫn đến hành trình đi vào vùng nguy hiểm;

+ Thuyền trưởng mất khả năng kiểm soát khi tàu nghiêng 15 - 20 độ, nước tràn vào hầm hàng, mất điện và vô hiệu hóa hệ thống lái.

* Vụ tai nạn tàu Stellar Daisy (Nam Đại Tây Dương, 2017):



Hình 3. Sự cố tàu Stellar Daisy (Nam Đại Tây Dương, 2017)

- Thông tin sự kiện:

+ Tàu chở quặng Hàn Quốc, chở quá tải, bị chìm trong điều kiện thời tiết xấu với sóng cao 6 - 9 m, mất tích 22 thủy thủ;

+ Tàu bị nghi nứt kết cấu đáy tàu do lực va đập của sóng biển mạnh, dẫn đến vỡ nhanh và chìm chỉ trong vài phút.

- Tác động đến người điều khiển:

+ Thuyền trưởng chỉ kịp gửi một tin nhắn báo cáo nước tràn vào hầm hàng, sau đó mất liên lạc hoàn toàn;

+ Thời tiết xấu hạn chế khả năng cứu nạn khẩn cấp, không đủ thời gian để hạ xuồng thoát hiểm;

+ Quyết định sơ tán kịp thời của thuyền trưởng có thể bảo toàn mạng sống toàn bộ 24 thủy thủ.

* Tàu Ever Given mắc kẹt ở Kênh đào Suez (Ai Cập, 2021):



Hình 4. Tàu Ever Given mắc kẹt tại kênh đào Suez, năm 2021

- Thông tin sự kiện:

+ Tàu container lớn Ever Given bị mất điều hướng do gió mạnh (40 hải lý/giờ), mắc cạn, làm tắc nghẽn kênh đào Suez trong 6 ngày;

+ Mặc dù không có thương vong, nhưng thiệt hại kinh tế toàn cầu ước tính hàng tỷ USD/ngày.

- Tác động đến người điều khiển:

+ Hoa tiêu bị mất khả năng điều động do tàu bị xoay ngang

bởi gió mạnh, lực cản đáy cao;

+ Tâm lý áp lực khi điều khiển tàu siêu trọng tải trong vùng nước hẹp và thời tiết xấu.

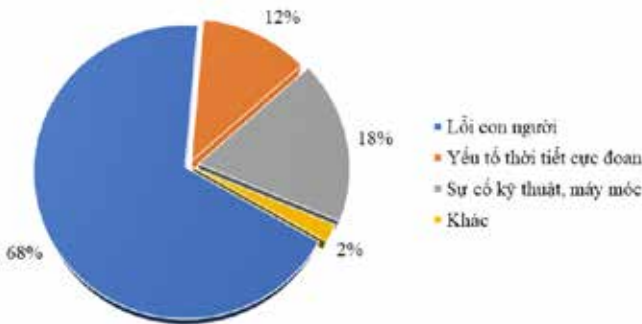
2.2. Dữ liệu thống kê tổng hợp

* Tỷ lệ tai nạn do điều kiện thời tiết xấu:

Theo báo cáo của MAIB (Marine Accident Investigation Branch - Anh) được mô tả trong Hình 5. Trong hàng trăm sự cố hàng hải giai đoạn 2015 - 2022, điều kiện khí tượng (meteorological factors) đóng vai trò chính trong khoảng 12% số sự cố, so với 68% do lỗi con người và gần 20% gồm sự cố kỹ thuật và sự cố khác [1].

Trên toàn cầu, trong các vụ tai nạn xảy ra tại cảng và vùng ven biển, khoảng 14,5% liên quan đến điều kiện thời tiết khắc nghiệt [5].

Dù chỉ chiếm khoảng 10 - 15% số vụ, tai nạn do thời tiết cực đoan có thể gây hậu quả lớn hơn nhiều so với các sự cố khác.



Hình 5. Nguyên nhân gây ra sự cố hàng hải giai đoạn 2015 - 2022

Nguồn: Marine Accident Investigation Branch report, 2023

* Mức độ ảnh hưởng đến tàu và thủy thủ:

Trong 755 trường hợp tai nạn do sóng hoặc biển động dữ liệu ProQuest, đa số liên quan đến tàu chở hàng, tàu chở rời và tàu cá, phổ biến ở Bắc Đại Tây Dương, Ấn Độ Dương và Tây Thái Bình Dương [4].

Nghiên cứu chỉ ra rằng gió mạnh làm tăng độ nghiêm trọng của tai nạn gấp ~5 lần (OR = 5.178); biển động mạnh (heavy sea) làm tăng nguy cơ ~3 lần; dòng chảy mạnh cũng tăng nguy cơ tai nạn ~2 lần [4].

* Ảnh hưởng đến người điều khiển tàu:

Thiếu hụt thông tin khí tượng chính xác - sự phụ thuộc vào thiết bị định vị và radar có thể bị nhiễu, làm giảm khả năng phản ứng thời gian thực khi gặp sóng lớn, gió giật.

Say sóng, mất cân bằng và căng thẳng do sóng lớn khiến khả năng xử lý tình huống và ra quyết định giảm rõ rệt.

Các sự cố như El Faro (2015) và Dongfang zhi Xing (2015) là minh chứng sống cho tình huống người điều khiển không lường hết được đường đi của bão xoáy, gây thiệt hại trầm trọng về cả người và tàu [10].

2.3. Bài học kinh nghiệm và yếu tố quyết định

Từ những tai nạn điển hình và thông tin tổng hợp trên cho thấy:

- Khả năng ra quyết định khẩn cấp, nhận diện cấu trúc rủi ro kỹ thuật và ứng phó trong điều kiện thời tiết khắc nghiệt là yếu tố sống còn;
- Ra quyết định sai do chủ quan trước dữ liệu thời tiết và bỏ qua cảnh báo rủi ro;
- Cần cải thiện huấn luyện về phân tích dự báo khí tượng và xây dựng văn hóa phân biệt trong tổ lái;
- Điều kiện thời tiết cực đoan là chất xúc tác làm tăng hậu quả từ các yếu tố kỹ thuật tiềm ẩn;
- Yêu cầu quản lý tàu phải chủ động dự báo rủi ro kết cấu khi chờ hàng nặng, đặc biệt trong thời tiết xấu;
- Cần kết hợp hệ thống hỗ trợ điều hướng tự động và cảnh báo điều kiện thời tiết cực đoan;
- Huấn luyện đội ngũ điều khiển tàu cỡ lớn khi gặp tác động

gió/lực thủy động trong vùng nước giới hạn.

2.4. Tác động của thời tiết cực đoan lên người điều khiển tàu

Trong bối cảnh thời tiết tiêu cực tác động, dựa trên kinh nghiệm đi biển và nghiên cứu thống kê cho thấy việc tác động tới người điều khiển tập trung chủ yếu vào hai vấn đề chính: Tâm lý thần kinh và khả năng vận hành.

* Ảnh hưởng về tâm lý - thần kinh:

- Áp lực ra quyết định trong điều kiện không chắc chắn:

Khi thiết bị định vị hoạt động không ổn định, kết hợp tầm nhìn kém, người điều khiển phải dựa trên kinh nghiệm và phán đoán cá nhân, gây áp lực tinh thần lớn, dễ dẫn đến sai lệch về quyết định hướng và tốc độ.

- Căng thẳng và mất khả năng duy trì tỉnh táo:

Trong ca trực dài (thường kéo dài 4 - 6 giờ liên tục), sự lặp đi lặp lại của các mệnh lệnh điều hướng trong điều kiện bão tố gây ra hiệu ứng mỏi nhận thức, giảm tốc độ phản xạ và tăng nguy cơ tai nạn do "lơ là" tạm thời.

- Tình trạng say sóng và mất cân bằng:

Sóng cao trên 4 m gây ảnh hưởng lớn đến hệ thống tiền đình, làm suy giảm khả năng phối hợp giữa mắt - tay - cơ thể, đặc biệt là trong các thao tác cập cảng, quay tàu bằng tàu kéo, yêu cầu độ chính xác cao.

* Ảnh hưởng đến khả năng vận hành kỹ thuật:

- Ổn định tàu giảm mạnh gây khó kiểm soát hướng tàu:

Sóng xiên (quartering seas) kết hợp với gió ngang (beam winds) làm giảm hiệu quả của bánh lái và chân vịt chính, gây hiện tượng mất kiểm soát quay tàu trong các khúc cua hẹp.

- Độ trễ phản hồi từ hệ thống điều khiển:

Trong điều kiện nhiễu động cao, hệ thống truyền động (thủy lực hoặc điện tử) có thể có độ trễ >1,5 giây, khiến thao tác bánh lái chậm hơn so với ý định, ảnh hưởng đến độ ổn định hướng đi.

- Thiết bị hỗ trợ dễ bị nhiễu:

Radar xung có thể gặp nhiễu sóng ngắn từ bề mặt nước trong mưa, GPS gặp sai số do mây ion hóa, AIS không hoạt động ổn định gây mất dữ liệu vị trí các tàu xung quanh - ảnh hưởng nghiêm trọng đến nhận thức tình huống.

3. ẢNH HƯỞNG CỦA THỜI TIẾT XẤU ĐẾN QUY TRÌNH PHỐI HỢP TRONG ĐIỀU ĐỘNG

Ngoài những vấn đề liên quan đến cá nhân người điều khiển tàu còn ảnh hưởng đến cả sự liên kết phối hợp giữa người điều khiển tàu với những người hỗ trợ thực hiện quá trình điều động tàu. Sự kết nối thông tin liên lạc giữa những bên liên quan trong quá trình phối hợp điều động tàu được mô tả như Hình 6.



Hình 6. Phối hợp điều động tàu trong khu vực

Dựa trên tình hình thực tế và kinh nghiệm nhiều năm đi biển của tác giả cho thấy ảnh hưởng của thời tiết tiêu cực đến quy trình phối hợp trong điều động tàu chủ yếu bao gồm:

3.1. Ảnh hưởng đến việc thu thập và chia sẻ thông tin

- Giảm độ chính xác dữ liệu: Tầm nhìn kém, sương mù, sóng lớn làm sai lệch radar, ECDIS hoặc tín hiệu AIS bị gián đoạn.
- Trễ truyền thông tin: Gió lớn làm tăng độ ồn sóng, khiến các kênh radio trở nên nhiễu, gây hiểu lầm trong thông tin giữa những

người thực hiện công việc điều động trên tàu hay kết nối thông tin để phối hợp điều động với các tàu lân cận hoặc trạm kiểm soát giao thông hàng hải khu vực. Trong các tàu lớn (container, LNG, VLCC), việc truyền đạt lệnh giữa cầu điều khiển và buồng máy qua hệ thống ECR hoặc ERB có thể bị chậm gây tác động dây chuyền đến toàn bộ hoạt động điều động.

- Lệnh thời gian phối hợp: Hoa tiêu, tàu kéo, tàu hỗ trợ chậm tiếp cận vì điều kiện biển động, gây sai lệch thời điểm hành động.

3.2. Ảnh hưởng đến ra quyết định điều động

Mất tin cậy trong dự báo hành vi tàu: Gió mạnh, sóng lớn làm tàu khó giữ hướng, lệch trục khi quay đầu hoặc cập cảng.

Ra quyết định chậm/chủ quan: Thuyền trưởng hoặc hoa tiêu dễ bị căng thẳng, không tin tưởng vào hệ thống dẫn hướng tự động.

Tăng rủi ro phối hợp lỗi: Nếu tàu kéo, hoa tiêu và buồng tàu không cập nhật cùng lúc tình hình (ví dụ: sức gió thực tế), dễ gây va chạm.

3.3. Ảnh hưởng đến vận hành thực tế

Nguy hiểm khi thao tác dây buộc, neo, thang hoa tiêu: Sóng cao gây lắc mạnh, thủy thủ dễ trượt ngã hoặc bị thiết bị va đập khi thao tác cập bến.

Hoa tiêu không thể lên tàu an toàn: Trong sóng to hoặc gió giật >30 kn, nhiều cảng không cho phép hoa tiêu lên tàu do nguy cơ rơi xuống biển.

Tàu kéo mất kiểm soát: Sóng lớn làm tàu kéo mất lực giữ hoặc va vào thân tàu chính khi hỗ trợ xoay/chống trôi.

3.4. Ảnh hưởng đến giao tiếp và tổ chức

Rối loạn lệnh điều động: VHF nhiễu gây hiểu nhầm lệnh hoa tiêu - thuyền trưởng - tàu kéo - buồng.

Gián đoạn phối hợp khẩn cấp: Trong tình huống tàu trôi neo, va kè hoặc nghiêng lệch, thời tiết xấu làm chậm phản ứng đồng bộ giữa các bên.

Lỗi tổ chức theo ca trực: Trong thời tiết dài ngày xấu, sĩ quan bị căng thẳng, mất ngủ gây giảm hiệu suất phối hợp, nhất là khi tàu vào/ra cảng ban đêm.

4. KHUYẾN NGHỊ VỀ GIẢI PHÁP KỸ THUẬT VÀ CON NGƯỜI

Bằng những phân tích dữ liệu tai nạn thực tế trực quan, dữ liệu nghiên cứu đã được công bố và kinh nghiệm đi biển nhiều năm của bản thân, tác giả đề xuất thực hiện những giải pháp kỹ thuật chưa được quan tâm chú trọng hay còn thiếu hiện nay như sau:

- Thứ nhất, đối với huấn luyện mô phỏng thực tế:

+ Trang bị buồng mô phỏng toàn cảnh (360° bridge simulator) tích hợp thời tiết động, sóng - gió - dòng chảy để huấn luyện trong các kịch bản điều động phức tạp;

+ Chuẩn hóa kịch bản phối hợp theo thời tiết xấu;

+ Có checklist điều kiện dừng điều động (ví dụ: gió >35 kn, sóng >2,5 m);

+ Thiết lập "mức cảnh báo phối hợp đỏ" để cảnh báo toàn bộ tổ chức điều hành;

+ Các bên liên quan nên tổ chức huấn luyện phối hợp điều động trong điều kiện thời tiết cực đoan bằng phần mềm mô phỏng thực tế (bridge simulator, tug simulator...).

- Thứ hai, tăng cường thiết bị điều khiển:

+ Lắp đặt hệ thống lái kép, chân vịt phụ (bow thruster), cảm biến định vị chính xác cao (GNSS) để hỗ trợ người điều khiển trong điều kiện gió mạnh và sóng lớn;

+ Camera tầm nhiệt, radar chống nhiễu, truyền dữ liệu AIS qua vệ tinh.

- Thứ ba, cải tiến giao thức phối hợp:

Thiết lập bộ quy tắc phản ứng chuẩn (Standard Operating Procedures - SOPs) trong thời tiết xấu cho tàu, cảng và tàu kéo.

- Thứ tư, tổ chức ca trực hợp lý:

Phân bổ thời gian ca trực ngắn hơn, có luân phiên nghỉ ngắn

giữa ca trong giai đoạn điều động khẩn cấp.

- Thứ năm, tăng cường thiết bị bảo vệ cá nhân và phương pháp huấn luyện:

+ Trang bị thiết bị bảo vệ cá nhân chống sóng gió tối ưu cho người điều khiển;

+ Đánh giá tâm lý và năng lực ra quyết định của người điều khiển trong điều kiện khẩn cấp, thông qua các bài kiểm tra định kỳ.

5. KẾT LUẬN

Trong bối cảnh thời tiết ngày càng bất ổn do biến đổi khí hậu, hoạt động điều động tàu trong điều kiện xấu không còn là tình huống hiếm gặp mà trở thành vấn đề thường xuyên. Người điều khiển tàu với vai trò trung tâm cần được tăng cường năng lực không chỉ về mặt kỹ thuật mà còn cả về tâm lý và khả năng làm việc dưới áp lực. Đầu tư vào đào tạo thực tế mô phỏng, hiện đại hóa trang thiết bị hỗ trợ và xây dựng giao thức ứng xử linh hoạt sẽ là "chìa khóa" giúp giảm thiểu rủi ro tai nạn và nâng cao an toàn hàng hải.

Bài báo đã tiến hành nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của thời tiết xấu và vai trò của người điều khiển trong lĩnh vực đảm bảo an toàn hàng hải thông qua phân tích những tai nạn điển hình liên quan đến vấn đề nghiên cứu trong thời gian gần đây, ảnh hưởng đến quy trình phối hợp trong điều động tàu. Từ đó, đề xuất những giải pháp kỹ thuật và con người nhằm nâng cao an toàn cho điều động tàu trong điều kiện thời tiết xấu, đồng thời cũng đạt được mục tiêu nghiên cứu đặt ra của bài báo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Andrea Maternová (2023), Human Error Analysis and Fatality Prediction in Maritime Accidents, Journal of Marine Science and Engineering, vol.11(12), 2287.

[2]. Carine Dominguez-Péry, et al. (2021), Reducing maritime accidents in ships by tackling human error: a bibliometric review and research agenda, Journal of Shipping and Trade, vol.6, no.20.

[3]. DNV Maritime (2022), Safety Assessment for Bridge Resource Management in Adverse Weather.

[4]. Huanxin Wang, et al. (2021), An analysis of factors affecting the severity of marine accidents, Reliability Engineering & System Safety, 210(3):107513.

[5]. IMO (2020), Human Element, Leadership and Management Guidance.

[6]. Lewis, et al. (2024), The Impact of Weather Conditions on Maritime Safety, <https://www.lksalaw.com/>.

[7]. Lloyd's List Intelligence (2023), Maritime Incident Data Summary.

[8]. Nguyễn Văn Thành (2021), An toàn tàu biển và ứng phó sự cố thiên tai, NXB. Giao thông vận tải.

[9]. OCIMF (2020), Bridge Procedures Guide (5th Edition).

[10]. William Langewiesche (2018), "The Clock Is Ticking": Inside the Worst U.S. Maritime Disaster in Decades. <https://www.vanityfair.com/>.