■Ngày nhận bài: 08/9/2025 ■Ngày sửa bài: 22/9/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 03/10/2025

Ứng dụng mô hình ANP trong đánh giá mức độ tác động rủi ro kỹ thuật trong công tác khai thác đội tàu dầu - hóa chất áp dụng tại khu vực phía Nam Việt Nam

Application of the anp model in assessing the impact level of technical risks in the operation of oil-chemical tanker fleets: A case study in Southern Vietnam

> THS LÊ HÀ MINH*, **PGS.TS TRẦN QUANG PHÚ, TS ĐINH GIA HUY**
Trường Đại học Giao thông vận tải TP. Hồ Chí Minh
*Email: haminh.ktvtb@gmail.com

TÓM TẮT

Bài báo nghiên cứu sử dụng phương pháp phân tích mạng ANP (Analytical network process) nhằm xác định mức độ tác động của một số rủi ro về mặt kỹ thuật đến ba mục tiêu chính của công tác khai thác đội tàu dầu - hóa chất tại khu vực phía Nam Việt Nam, bao gồm: Lợi nhuận, chất lượng vận tải, an toàn hàng hải. Với nhóm rủi ro này, 9 biến thành phần được xác định. Kết quả cho thấy, các biến rủi ro KT9 - cháy nổ có chỉ số ưu tiên (RPI) là 0,1164 và được xem là nhóm có chỉ số ưu tiên cao nhất. Các biến còn lại được xếp trong nhóm có mức độ ưu tiên quản lý nhỏ hơn.

Từ khóa: ANP; đánh giá rủi ro; khai thác đội tàu; tàu dầu - hóa chất.

ABSTRACT

This study employs the Analytical Network Process (ANP) to evaluate the extent to which selected technical risks affect three core objectives in the operation of oil-chemical tanker fleets in Southern Vietnam: profitability, transport quality and maritime safety. Within this risk group, nine component variables were identified. The findings indicate that the variable KT9 - Fire and Explosion attained the highest Risk Priority Index (RPI) of 0.1164, ranking as the most critical factor. The remaining variables fall into lower-priority categories for management attention.

Keywords: ANP; risk assessment; fleet operation; oil-chemical tanker.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong năm 2024, nhu cầu vận chuyển xăng dầu và hóa chất trong nước gia tăng mạnh mẽ cùng với sự ổn định của nguồn cung năng lượng. Điều này khiến đội tàu chuyên chở dầu - hóa chất, đặc biệt ở khu vực phía Nam tiếp tục giữ vai trò then chốt trong bảo đảm lưu thông hàng hóa và cân đối cung cầu. Tuy nhiên, quá trình khai thác các đội tàu này tiềm ẩn nhiều rủi ro kỹ thuật, do đặc thù hàng hóa dễ cháy nổ, độc hại và yêu cầu vận hành an toàn nghiêm ngặt. Việc duy trì hiệu suất khai thác trong khi vẫn bảo đảm tuân thủ quy chuẩn an toàn đặt ra áp lực lớn đối với doanh nghiệp vận tải, đặc biệt là các doanh nghiệp vừa và nhỏ [1, 2].

Song song đó, các tiêu chuẩn kỹ thuật và môi trường quốc tế như IMO 2020 hay lộ trình cắt giảm phát thải khí nhà kính tiếp tục siết chặt yêu cầu đối với đội tàu Việt Nam. Điều này buộc các doanh nghiệp phải đầu tư nâng cấp phương tiện, cải tiến công nghệ và quản lý bảo trì hiệu quả hơn để giảm thiểu sự cố kỹ thuật, tránh gián đoạn khai thác và duy trì khả năng cạnh tranh. Nếu không, nguy cơ phát sinh các rủi ro như hỏng hóc máy móc, rò rỉ hóa chất, cháy nổ hoặc sự cố vận hành sẽ trực tiếp đe dọa đến an toàn hàng hải, chất lượng dịch vụ và lợi nhuận khai thác.

Các nghiên cứu trước đây tuy đã đề cập đến rủi ro trong vận hành đội tàu nhưng vẫn còn nhiều hạn chế khi phân tích khía cạnh kỹ thuật. Một số chỉ dừng lại ở việc liệt kê các rủi ro tiềm ẩn mà chưa sử dụng các phương pháp định lượng để đo lường mức độ ảnh hưởng. Số khác lại chỉ tập trung vào tình huống riêng lẻ, chưa đánh giá toàn diện tác động tổng hợp của rủi ro kỹ thuật đến hiệu quả khai thác, bao gồm lợi nhuận, an toàn hàng hải và chất lượng vận tải. Do đó, việc nhận diện, định lượng và xây dựng chiến lược ứng phó với nhóm rủi ro này trở thành vấn đề cấp thiết, nhằm bảo đảm khai thác bền vững đội tàu dầu - hóa chất trong bối cảnh hội nhập và biến động toàn cầu quản lý rủi ro.

2. NHẬN DẠNG CÁC RỦI RO KỸ THUẬT CỦA CÔNG TÁC KHAI THÁC ĐỘI TÀU DẦU - HÓA CHẤT

Thông qua việc nghiên cứu rủi ro kỹ thuật liên quan công tác khai thác đội tàu dầu - hóa chất ở khu vực phía Nam Việt Nam, tác

giả sẽ tiến hành xác định một số rủi ro liên quan đến rủi ro về mặt kỹ thuật ảnh hưởng đến các mục tiêu đã nêu trên. Bài báo sẽ đánh giá mức độ tác động của các nhóm rủi ro đến 3 mục tiêu chính của công tác khai thác đội tàu dầu - hóa chất là lợi nhuận, chất lượng vận tải, an toàn hàng hải. Nói cách khác, mức độ ưu tiên quản lý của các nhóm rủi ro được xác định căn cứ vào mức độ tác động của chúng. Để hoàn thành mục tiêu nghiên cứu, phương pháp định tính và định lượng sẽ thông qua phương pháp phân tích mạng ANP. Các biến rủi ro về mặt kỹ thuật được xác định dựa trên các nghiên cứu trước và thực trạng trong công tác khai thác đội tàu dầu - hóa chất và thể hiện trong Bảng 1 như sau:

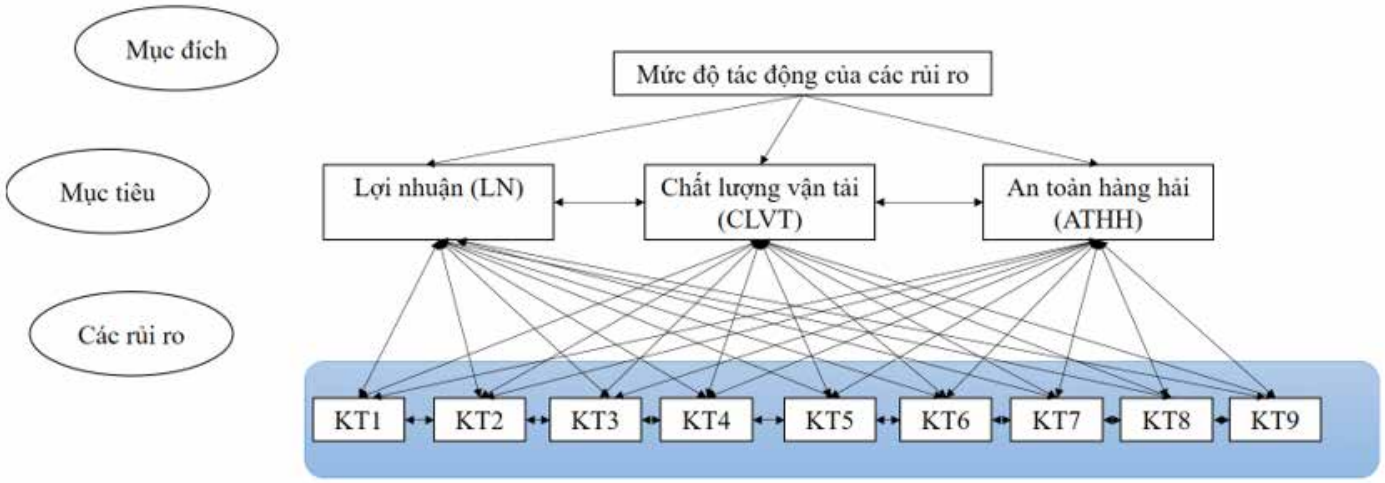
Bảng 1. Các biến rủi ro kỹ thuật tổng hợp từ các nghiên cứu trước đây

Mã hóa	Biến rủi ro thành phần	Nghiên cứu đã thực hiện
KT1	Tàu già ảnh hưởng đến tải trọng và độ bền kết cấu của tàu	Tianshou Liu, Chaojun Ding, Hongxiang Feng, Manel Grifoll, Vytautas Paulauskas 2009 [3], Arslan - 2009 [4], Jon Ivar Havold 2010 [5]
KT2	Lỗi hệ thống và thông tin không chính xác	Ramos Martins Marcos Coelho Maturana [6]
KT3	Tàu mắc cạn, va chạm, lật úp	Bulut Ozan Ceylan, Mehmet Serdar Celik [7]
KT4	Hư hỏng các thiết bị máy, lái, thiết bị xếp dỡ hàng hóa	Fei Gao [8]
KT5	Mất neo, hỏng xích neo	Ali Cem Kuzu [9]
KT6	Hàng hóa rò rỉ ra boong, thải ra khí độc	Sukru Ilke Sezer, Gizem Elidolu, Emre Akyuz, Ozcan Arslan [10]
KT7	Không thể đo chính xác áp suất và các thông số khác	Sukru Ilke Sezer, Gizem Elidolu, Emre Akyuz, Ozcan Arslan [10]
KT8	Các lỗi trong quá trình giải phóng khí của tàu dầu và tàu hóa chất	Gizem Elidolu, Esma Uflaz, Muhammet Aydin, Erkan Celik, Emre Akyuz, Ozcan Arslan [11]
KT9	Cháy nổ	Cenk AyTaylan GülerElif Bal Beşikçi [12]

3. MÔ HÌNH VÀ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Mô hình nghiên cứu

Hơn 120 phiếu khảo sát được gửi đi, tác giả thu được 101 phiếu khảo sát, trong đó 95 phiếu khảo sát được hoàn thành đầy đủ, tỉ lệ này chiếm 80%. Do vậy, 95 phiếu sẽ được sử dụng để phân tích trong nghiên cứu này. Kết quả cho thấy, phần lớn đối tượng được phỏng vấn trong nhóm này có kinh nghiệm làm việc trên 5 năm (69,474%). Trình độ học vấn của các chuyên gia được khảo sát thì 86,316% là trình độ đại học và 13,694% đạt trình độ sau đại học. Trong đó, phần lớn các chuyên gia được khảo sát thuộc chủ tàu với 73 phiếu, chiếm 76,842%, 23,158% các chuyên gia còn lại thuộc các đơn vị: Chủ hàng, đơn vị sửa chữa, môi giới, đăng kiểm, hoa tiêu. Thông qua phân tích thống kê mô tả, giá trị trung bình mức độ ưu tiên của các mục tiêu dự án (lợi nhuận, chất lượng vận tải, an toàn hàng hải) và mức độ tác động của rủi ro kinh tế đến các mục tiêu sẽ được xác định.Việc sử dụng ANP nhằm chuyển đổi điểm số của các chuyên gia cho các nhóm mục tiêu và nhóm rủi ro thành chỉ số xác định mức độ ưu tiên tổng hợp của các nhóm rủi ro. Quy trình thực hiện ANP bắt đầu với việc thiết lập mô hình, thể hiện trong Hình 1.



Hình 1. Mô hình ANP cho các biến rủi ro kỹ thuật

3.2. Kết quả nghiên cứu

Dựa vào Hình 1, ma trận đầu tiên được xây dựng đó là ma trận so sánh cặp các mục tiêu, thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2. Ma trận so sánh cặp cho các mục tiêu của công tác khai thác đội tàu dầu - hóa chất

Mục tiêu	Giá trị trung bình	Lợi nhuận	Chất lượng vận tải	An toàn hàng hải	Chỉ số nhất quán (CR)
Lợi nhuận	7,247	1	0,962	0,862	0,00051
Chất lượng vận tải	7,558	1,039	1	0,895	
An toàn hàng hải	8,442	1,162	1,118	1	

Giá trị CR = 0,00 <0,1, điều này chỉ ra rằng ma trận so sánh cặp thể hiện trong Bảng 3 đồng nhất. Kết quả tính toán từ ma trận không trọng số, ma trận trọng số và ma trận giới hạn thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3. Kết quả tính toán mức độ ưu tiên của các mục tiêu

Tiêu chí	Tổng giá trị (TPV)	Giá trị được chuẩn hóa (NPV)	Giá trị lý tưởng (IPV)	Xếp hạng thứ tự ưu tiên
Lợi nhuận	0,0284	0,3126	0,8735	3
Chất lượng vận tải	0,2197	0,3295	0,9208	2
An toàn hàng hải	0,2386	0,3579	1,0000	1

Kết quả từ các siêu ma trận chỉ ra rằng các mục tiêu về lợi nhuận, chất lượng vận tải, an toàn hàng hải có mức độ tác động hay mức độ ưu tiên là khác nhau theo cách nhìn nhận của các chuyên gia tham gia trong cuộc khảo sát này. Theo kết quả này thì mục tiêu về an toàn hàng hải là mục tiêu có mức độ ưu tiên cao nhất với chỉ số ưu tiên là 0,3579, tiếp đến là chất lượng vận tải có giá trị là 0,3295 và cuối cùng là mục tiêu lợi nhuận với giá trị 0,3126. Tương tự, kết quả tính toán tổng hợp đối với các biến thuộc nhóm rủi ro kỹ thuật thể hiện trong Bảng 4.

Bảng 4. Tóm tắt kết quả ma trận giới hạn và các chỉ số ưu tiên cho các biến rủi ro kỹ thuật

Mức độ ưu tiên của rủi ro nội bộ				**Kết quả tổng hợp**		
Nhóm rủi ro	Lợi nhuận	Chất lượng vận tải	An toàn hàng hải	NPV	IPV	Xếp hạng
KT1	0,074496	0,074496	0,074496	0,1117	0,9602	4
KT2	0,072394	0,072394	0,072394	0,1086	0,9331	8
KT3	0,074953	0,074953	0,074953	0,1124	0,9661	3
KT4	0,073594	0,073594	0,073594	0,1104	0,9486	6
KT5	0,071627	0,071627	0,071627	0,1074	0,9232	9
KT6	0,075114	0,075114	0,075114	0,1127	0,9682	2
KT7	0,072683	0,072683	0,072683	0,109	0,9368	7
KT8	0,074223	0,074223	0,074223	0,1113	0,9567	5
KT9	0,077583	0,077583	0,077583	0,1164	1	1

4. THẢO LUẬN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Kết quả phân tích theo phương pháp ANP chỉ ra rằng, trong nhóm rủi ro kỹ thuật, yếu tố "Cháy nổ" (KT9) được xác định là rủi ro nổi trội nhất với chỉ số NRPI = 0,1164. Đây là nguy cơ có khả năng gây ra những thiệt hại đặc biệt nghiêm trọng đối với con người, tài sản, môi trường cũng như uy tín doanh nghiệp, nhất là trong khai thác tàu chở dầu và hóa chất dễ cháy, nơi hiện tượng phát tán hơi dầu khí gặp nguồn lửa có thể dẫn đến sự cố nổ lớn. Đứng thứ hai là rủi ro "Hàng hóa rò rỉ ra boong, phát thải khí độc" (KT6) với NRPI = 0,1127. Dù không phải lúc nào cũng được đánh giá cao khi xem xét đơn lẻ, song rủi ro này có khả năng tạo ra tác động dây chuyền tới nhiều yếu tố khác, do đó cần được xếp vào nhóm ưu tiên trong quản lý.

Vị trí thứ ba thuộc về "Tàu mắc cạn, va chạm hoặc lật úp" (KT3) (NRPI = 0,1124), vốn gây hậu quả trực tiếp đến an toàn thuyền viên, tình trạng con tàu và môi trường biển; minh chứng điển hình là sự cố tàu Chemroad Journey tại vùng biển Bình Thuận [13]. Các rủi ro tiếp theo bao gồm: "Tàu cao tuổi làm giảm tải trọng và độ bền kết cấu" (KT1, NRPI = 0,1117), phản ánh mối nguy tiềm ẩn do xuống cấp vật chất; "Sai sót trong quá trình giải phóng khí" (KT8), có thể dẫn đến tích tụ hỗn hợp dễ cháy hoặc phát tán khí độc; "Hư hỏng máy móc, thiết bị lái và hệ thống xếp dỡ" (KT4), dễ gây gián đoạn khai thác và làm tăng nguy cơ cháy nổ, tràn dầu; "Không đo lường chính xác áp suất và các thông số kỹ thuật" (KT7, NRPI = 0,109), ảnh hưởng đến công tác giám sát và kiểm soát an toàn; "Lỗi hệ thống hoặc thông tin sai lệch" (KT2, NRPI = 0,108), có thể dẫn tới quyết định không chính xác, làm gia tăng khả năng va chạm; cuối cùng là "Mất neo, hỏng xích neo" (KT5), được đánh giá có tần suất thấp hơn và có thể hạn chế thông qua bảo dưỡng định kỳ cũng như quy trình ứng phó thích hợp.

Tổng thể kết quả phân tích cho thấy, những rủi ro có khả năng gây tổn thất trực tiếp lớn và lan tỏa trong hệ thống (KT9, KT6,

KT3) luôn được xếp ở mức ưu tiên hàng đầu. Ngược lại, các rủi ro ít nghiêm trọng hơn hoặc đã có biện pháp kiểm soát hữu hiệu (KT5, KT2) thường được xếp cuối. Điều này nhấn mạnh tầm quan trọng của việc tập trung nguồn lực vào quản lý và kiểm soát các rủi ro trọng yếu, đặc biệt là những yếu tố có thể gây ra hậu quả thảm khốc và tạo hiệu ứng lan truyền trong khai thác đội tàu dầu - hóa chất.

5. KẾT LUẬN

Đội tàu chở dầu và hóa chất là một trong những lĩnh vực trọng điểm nhưng tiềm ẩn nhiều nguy cơ mất an toàn trong hoạt động hàng hải. Thực tế cho thấy, hệ thống khai thác loại tàu này đang phải đối mặt với hàng loạt rủi ro kỹ thuật có thể gây thiệt hại nghiêm trọng về người, tài sản, môi trường và uy tín doanh nghiệp. Bài báo đã xác định và đánh giá mức độ tác động tổng hợp của các rủi ro kỹ thuật này đến an toàn khai thác thông qua phương pháp phân tích mạng ANP.

Trong nhóm rủi ro kỹ thuật, biến KT9 - Cháy nổ với chỉ số ưu tiên 0,1164 được xác định là yếu tố có mức độ rủi ro cao nhất. Tiếp theo là KT6 - Hàng hóa rò rỉ ra boong, thải ra khí độc (NRPI = 0,1127) và KT3 - Tàu mắc cạn, va chạm, lật úp (NRPI = 0,1124). Các yếu tố này có khả năng gây hậu quả trực tiếp và lan tỏa đến nhiều rủi ro khác trong hệ thống, nên cần được ưu tiên hàng đầu trong quản lý an toàn. Các yếu tố còn lại như tàu già, lỗi giải phóng khí, hư hỏng thiết bị, sai số đo đạc, lỗi hệ thống thông tin và mất neo có chỉ số ưu tiên thấp hơn, phản ánh mức độ rủi ro có thể kiểm soát thông qua quy trình bảo trì, giám sát và ứng phó khẩn cấp.

Kết quả nghiên cứu góp phần hỗ trợ các doanh nghiệp khai thác và quản lý đội tàu dầu, hóa chất trong việc xác định mức độ ưu tiên quản lý rủi ro, từ đó xây dựng giải pháp kiểm soát phù hợp nhằm giảm thiểu tối đa các tác động tiêu cực đến mục tiêu an toàn, hiệu quả và bền vững trong khai thác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Công ty chứng khoán MBS (2024), Báo cáo cập nhật cổ phiếu PVT - Tổng CTCP Vận tải Dầu k, Báo cáo thị trường vận tải dầu khí toàn cầu năm 2024. [Online]. Available: https://image.tinnhanhchungkhoan.vn/Uploaded/2024/cqjwqcqdh/2024_10_22/baocaocapnhatpvt-389.pdf.

[2]. Công ty Vận tải biển Việt Nam (VOSCO), Tổng quan và triển vọng thị trường vận tải tàu dầu trong quý I năm 2023 (2023), [Online]. Available: https://www.vosco.vn/vi/a/news/tong-quan-va-trien-vong-thi-truong-van-tai-tau-dau-trong-quy-1-nam-2023-1108.html.

[3]. Vytautas Paulauskas, The safety of tankers and single point mooring during loading operations, transport, doi: DOI:%2010.3846/1648-4142.2009.24.54-57,%20www.transport.vgtu.lt.

[4]. O. Arslan (Mar., 2009), Quantitative evaluation of precautions on chemical tanker operations, Process Safety and Environmental Protection, vol.87, no.2, pp.113-120, doi: https://doi.org/10.1016/j.psep.2008.06.006.

[5]. J. I. Håvold (May, 2010), Safety culture and safety management aboard tankers, Reliability Engineering & System Safety, vol.95, no.5, pp.511-519, doi: https://doi.org/10.1016/j.ress.2010.01.002.

[6]. M. R. Martin and M. C. Maturana (Feb., 2013), Application of Bayesian Belief networks to the human reliability analysis of an oil tanker operation focusing on collision accidents, Reliability Engineering & System Safety, vol.110, pp.89-109, doi: https://doi.org/10.1016/j.ress.2012.09.008.

[7]. Bulut Ozan Ceylan and Mehmet Serdar Celik (2024), Operational risk assessment of marine boiler plant for on-board systems safety, Applied Ocean Research, vol.144, p.103914, doi: https://doi.org/10.1016/j.apor.2024.103914.

[8]. F. Gao (Dec., 2022), An integrated risk analysis method for tanker cargo handling operation using the cloud model and DEMATEL method, Ocean Engineering, vol.266, p.113021, doi: https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.113021.

[9]. Ali Cem Kuzu (2023), Application of fuzzy DEMATEL approach in maritime transportation: A risk analysis of anchor loss, Ocean Engineering, vol.273, p.113786, doi: https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2023.113786.

[10]. S. I. Sezer, G. Elidolu, E. Akyuz and O. Arslan (Dec., 2023), A quantified risk analysis for oil spill during crude oil loading operation on tanker ship under improved Z-number based Bayesian Network approach, Marine Pollution Bulletin, vol.197, p.115796, doi: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115796.

[11]. Elidolu, Gizem, Uflaz, Esma, M. Aydin, E. Celik, E. Akyuz and O. Arslan (Dec., 2022), Numerical risk analysis of gas freeing process in oil/chemical tanker ships, Ocean Engineering, vol.266, p.113082, doi: https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.113082.

[12]. M. Jin, W. Shi, K. F. Yuen, Y. Xiao and K. X.Li (Oct., 2022), Implementation of ARAMIS methodology in the risk assessment of chemical tankers: The case of loading operation, Marine Policy, vol.108, p.103655, doi: https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.103655.

[13]. Khánh Hòa, Chạy đua "cứu" tàu chở hơn 33.000 tấn hoá chất mắc cạn ở Bình Thuận Khánh Hòa, thứ Bảy, 17/06/2017 19:16 (GMT+7). [Online]. Available: https://laodong.vn/thoi-su/chay-dua-cuu-tau-cho-hon-33000-tan-hoa-chat-mac-can-o-binh-thuan-517350.ldo.