

XÁC ĐỊNH VÀ GIẢI PHÁP NÂNG CAO CHỈ SỐ HIỆU QUẢ NĂNG LƯỢNG CHO TÀU HIỆN ĐANG KHAI THÁC VIỆT THUẬN 30-02

DETERMINATION AND SOLUTIONS TO IMPROVE ENERGY EFFICIENCY EXISTING SHIP INDEX VIET THUAN 30-02

TÔ TRỌNG HIỂN*, ĐẶNG THANH TÙNG, MAI THẾ TRỌNG

Khoa Máy tàu biển, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

*Email liên hệ: totronghienvimaru@gmail.com

Tóm tắt

Việc áp dụng chỉ số hiệu quả năng lượng cho tàu hiện đang khai thác (EEXI) là một trong những giải pháp để hạn chế sự phát thải khí CO₂ từ tàu biển nhằm giảm 70% lượng khí thải CO₂ từ tàu biển vào năm 2050 so với lượng phát thải CO₂ vào năm 2008. Theo quy định của phụ lục VI của MARPOL 73/78, việc áp dụng chỉ số EEXI chính thức có hiệu lực vào ngày 01 tháng 01 năm 2023. Do đó, việc xác định chỉ số EEXI cũng như việc áp dụng các giải pháp cải thiện chỉ số EEXI để các tàu đủ điều kiện khai thác khi luật áp dụng chỉ số EEXI có hiệu lực là một vấn đề cấp thiết cho các chủ tàu. Bài báo này trình bày cách xác định chỉ số EEXI cho tàu Việt Thuận 30-02, cũng như phân tích các giải pháp nhằm cải thiện chỉ số EEXI cho tàu. Kết quả bài báo đã chỉ ra chỉ số EEXI của tàu Việt Thuận 30-02 khi chưa áp dụng biện pháp cải thiện là 7,05g-CO₂/ton-mile cao hơn 26% so với chỉ số EEXI yêu cầu (5,58g-CO₂/ton-mile). Biện pháp hiệu quả nhất để cải thiện chỉ số EEXI là giảm tốc độ khai thác của tàu. Đây là một giải pháp mang lại hiệu quả về mặt môi trường và kinh tế khi được áp dụng đúng cách.

Từ khóa: EEXI, Giải pháp cải thiện chỉ số EEXI.

Abstract

The application of the Energy Efficiency Index for Existing Ships (EEXI) is one of the solutions to limit CO₂ emissions from ships in order to reduce CO₂ emissions from ships by 70% by 2050 compared to CO₂ emissions in 2008. According to the provisions of MARPOL Annex VI 73/78, the application of the EEXI index officially took effect on January 1, 2023. Therefore, the determination of the EEXI index as well as the application of measures to improve the EEXI index for ships to be eligible for operation when the law applying the EEXI index comes into effect is an urgent issue

for ship owners. This article presents how to determine the EEXI index for the Viet Thuan 30-02 ship, as well as analyze solutions to improve the EEXI index for the ship. The results of the article have shown that the EEXI index of Viet Thuan 30-02 vessel without any improvement measures is 7.05g-CO₂/ton-mile, which is 26% higher than the required EEXI index (5.58g-CO₂/ton-mile). The most effective measure to improve the EEXI index is to reduce the operating speed of the vessel. This is an environmentally and economically viable solution when applied correctly.

Keywords: EEXI, Solution to improve EEXI.

1. Đặt vấn đề

Vận tải đường biển đóng một vai trò quan trọng trong việc phát triển kinh tế toàn cầu khi 85% tổng lượng hàng hóa trên thế giới được vận chuyển đường biển. Cũng giống như các hình thức vận chuyển khác, tàu biển cũng phát thải ra một lượng lớn khí CO₂. Trong năm 2021, lượng phát thải CO₂ từ tàu biển là 833 triệu tấn tăng 4% so với năm 2019 (800 triệu tấn), và chiếm khoảng 3% tổng lượng khí thải CO₂ do con người gây ra [1]. Do đó, giảm lượng khí thải CO₂ từ tàu biển đã trở thành một trong những thách thức môi trường liên quan đến biến đổi khí hậu.

Để giảm lượng phát thải khí nhà kính từ tàu biển, các cuộc thảo luận toàn cầu về ô nhiễm không khí trong vận tải hàng hải đã bắt đầu xem xét để tìm ra các giải pháp giảm thiểu lượng phát thải CO₂ [2]. Hiện nay, đã có một số các biện pháp đã được thực hiện để giảm CO₂ ví dụ như: Kế hoạch quản lý hiệu quả năng lượng cho các tàu đang khai thác (SEEMP), chỉ số thiết kế hiệu quả năng lượng (EEDI) cho các tàu mới, và chỉ số sử dụng năng lượng hiệu quả (EEOI). SEEMP là một kế hoạch nhằm nâng cao khả năng sử dụng năng lượng của các tàu hiện đang khai thác. SEEMP có các phần chung sau: Lập kế hoạch,

thực hiện, giám sát, tự đánh giá và cải tiến và báo cáo/rà soát một cách tự nguyện. Tuy nhiên, SEEMP chưa thực sự mang lại hiệu quả do thiếu những quy định chặt chẽ trong thực hiện luật [3]. Chỉ số EEDI đã có hiệu lực từ năm 2013 nhưng chỉ áp dụng cho tàu đóng mới [4]. Việc áp dụng chỉ số EEOI được coi là một giải pháp hiệu quả để giảm lượng phát thải CO₂. Tuy nhiên, chỉ số này chỉ áp dụng cho các tàu có GT > 5000.

Do đó, cần phải có biện pháp hữu hiệu hơn nhằm giảm lượng phát thải khí nhà kính từ động cơ tàu biển. Vì vậy, vào ngày 17 tháng 6 năm 2021 tổ chức Hàng hải Quốc tế (IMO) đã phê duyệt luật mới theo Phụ lục VI của MARPOL là đưa chỉ số EEXI như một biện pháp ngắn hạn để giảm lượng khí thải carbon dioxide (CO₂) từ tàu biển. EEXI phải được xác định cho các tàu có GT ≥ 400 và hoạt động tuyến quốc tế, bất kể ngày bàn giao, và có hiệu lực vào 01 tháng 01 năm 2023. Việc áp dụng chỉ số EEXI là một nỗ lực của IMO nhằm giảm lượng phát thải khí nhà kính từ tàu biển tới 40% vào năm 2030 và giảm 70% vào năm 2050 so với tổng lượng khí CO₂ phát thải từ tàu biển vào năm 2008 [5, 6].

Khi luật áp dụng chỉ số EEXI có hiệu lực, việc xác định chỉ số EEXI cho tàu hiện đang khai thác và giải pháp cải thiện chỉ số EEXI là một vấn đề cấp thiết. Trong bài báo này sẽ tính toán chỉ số EEXI cho tàu Việt Thuận 30-02, và phân tích một số giải pháp nhằm cải thiện chỉ số EEXI để đáp ứng yêu cầu của luật.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Tàu Việt Thuận 30-02 là tàu chạy trên tuyến hàng hải quốc tế (Đông Nam Á) có số IMO: 9320312. Một số đặc điểm chính của tàu được thể hiện ở trong Bảng 1.

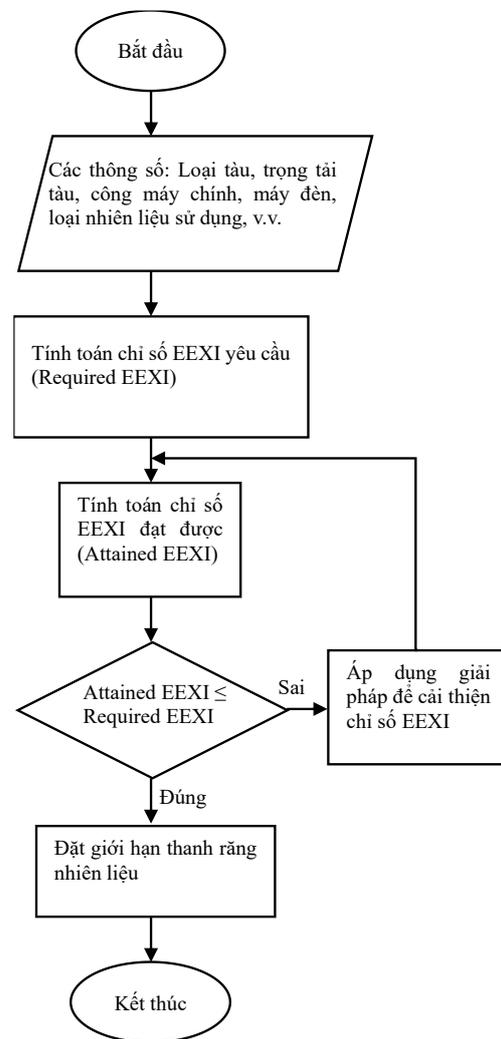
Bảng 1. Các thông số của tàu Việt Thuận 30-02 [7]

Thông tin chung của tàu	
Số IMO	9320312
Chiều dài của tàu	178,80 (m)
Đường mớn nước của tàu khi chờ đầy hàng vào mùa hè.	9,792 (m)
Trọng tải lớn nhất	30611,1(tấn)
Máy chính	
Hãng sản xuất động cơ	STX engine Co. Ltd
Loại động cơ	6S42MC-MK7
Công suất lớn nhất (MCR _{ME})	6232 kW ở 131 rpm

Số lượng	1
Máy đèn	
Loại nhiên liệu	Diesel Oil
Hãng sản xuất	YANMAR
Loại động cơ	6N18L-EV
Công suất lớn nhất (MCRAE)	550 kW ở 720 rpm
Số lượng	3

2.2. Tính toán chỉ số EEXI đạt được (attained EEXI)

Việc tính toán chỉ số EEXI được thực hiện theo hướng dẫn của IMO. Trình tự xác định chỉ số EEXI theo yêu cầu của IMO được thể hiện trên Hình 1.



Hình 1. Thuật toán xác định chỉ số EEXI

Dựa trên các thông số thực tế của tàu chỉ số EEXI được tính theo công thức (1) [6, 8].

$$EEXI = \frac{P_{ME} \cdot C_{FME} \cdot SFC_{ME} + P_{AE} \cdot C_{FAE} \cdot SFC_{AE}}{Capacity \cdot V_{ref}} \quad (1)$$

Trong đó:

P_{ME} : Công suất của máy chính (kW), được tính bằng 75% công suất định mức của tàu;

C_{FME} : Hệ số phát thải CO₂ của máy chính;

SFC_{ME} : Suất tiêu hao nhiên liệu của máy chính (g/kWh);

P_{AE} : Công suất của máy đèn (kW);

C_{FAE} : Hệ số phát thải CO₂ của máy đèn;

SFC_{AE} : Suất tiêu hao nhiên liệu của máy đèn (g/kWh);

$Capacity$: Tải trọng của tàu (tấn);

V_{ref} : Vận tốc tàu (hải lý/giờ).

P_{AE} là công suất của máy phát điện cần thiết để cung cấp điện cho các bơm và hệ thống phục vụ máy chính, các hệ thống và thiết bị hàng hải, và điều kiện sống ở trên tàu khi tàu chạy với tốc độ V_{ref} . P_{AE} không tính đến năng lượng điện cung cấp cho bơm hàng, bơm nước dẫn tàu, quạt hầm hàng,... Với các tàu có tổng công suất MCR_{ME} nhỏ hơn 10000 kW, P_{AE} được xác định theo công thức 2 [6, 8]:

$$P_{AE} = 0,05 \times MRC_{ME} \quad (2)$$

Các giá trị của máy chính và máy phát điện được sử dụng để tính toán chỉ số EEXI theo công thức (1) được thể hiện ở trong Bảng 2 và Bảng 3.

Bảng 2. Thông số máy chính [7]

MCR _{ME} (kW)	P _{ME} (kW)	Loại nhiên liệu	CF _{ME}	SFC _{ME} (g/kWh)
6232	4674	Diesel Oil	3,206	178

Vận tốc V_{ref} được xác định dựa vào loại tàu và các điều kiện khác như tàu có đường cong biểu diễn mối quan hệ giữa vận tốc tàu và công suất tàu khi tàu được thử nghiệm trên biển hay không. Dựa trên điều kiện thực tế của tàu Việt Thuận 30-02, vận tốc V_{ref} được xác định theo công thức (3) [6]:

$$V_{ref} = (V_{ref,avg} - m_v) \times \left[\frac{\sum P_{ME}}{0,75 \times MCR_{avg}} \right]^{1/3} \quad (3)$$

Trong đó:

- $V_{ref,av} = 14,1$ (hải lý/giờ) là giá trị trung bình thống kê phân bố tốc độ tàu theo loại tàu và cỡ tàu;

- $m_v = 0,705$ hải lý/giờ. m_v được lấy bằng 5% $V_{ref,avg}$;

- $MCR_{avg} = 6338,1$ kW. MCR_{avg} là giá trị trung bình thống kê công suất lớn nhất của máy chính. Được tính toán cho máy chính theo loại tàu và cỡ tàu nhất định.

Bảng 3. Thông số máy đèn [7]

P _{AE} (kW)	Loại nhiên liệu	CF _{AE}	SFC _{AE} (g/kWh)
311,6	Diesel Oil	3,206	204,7

2.2. Tính toán chỉ số EEXI yêu cầu (required EEXI)

Chỉ số EEXI yêu cầu là chỉ số lớn nhất cho phép. Theo yêu cầu của luật thì chỉ số EEXI đạt được của tàu phải nhỏ hơn giá trị EEXI yêu cầu. Chỉ số Required EEXI được tính theo công thức 4 [4, 6].

$$\text{Required EEXI} = \left(1 - \frac{X}{100}\right) \times EEDI_{Ref} \quad (4)$$

Trong đó:

$X=20$ là hệ số phụ thuộc vào loại tàu và kích thước tàu, được xác định theo Bảng 4;

$EEDI_{Ref}$: là chỉ số hiệu quả năng lượng trong thiết kế tàu.

Theo yêu cầu của Phụ lục 6 của MARPOL 73/78, $EEDI_{Ref}$ được xác định theo từng loại tàu. Tàu Việt Thuận 30-02 là tàu chở hàng rời, có $DWT \leq 279000$ vì vậy chỉ số này được xác định theo công thức 5 [4, 6].

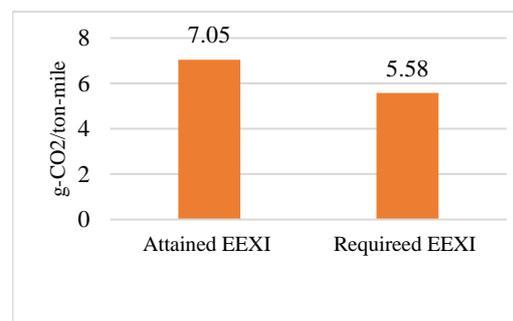
$$EEDI_{Ref} = 961,79 \times DWT^{-0,477} \quad (5)$$

Bảng 4. Xác định hệ số X cho tàu chở hàng rời

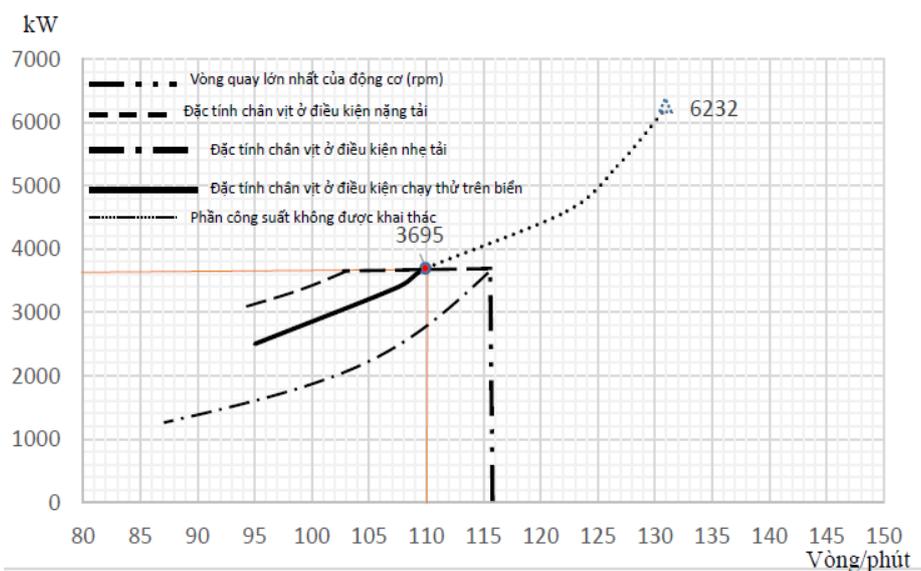
DWT	X
$DWT \geq 200000$	15
$20000 \leq DWT < 200000$	20
$10000 \leq DWT < 20000$	0-20

3. Kết quả và thảo luận

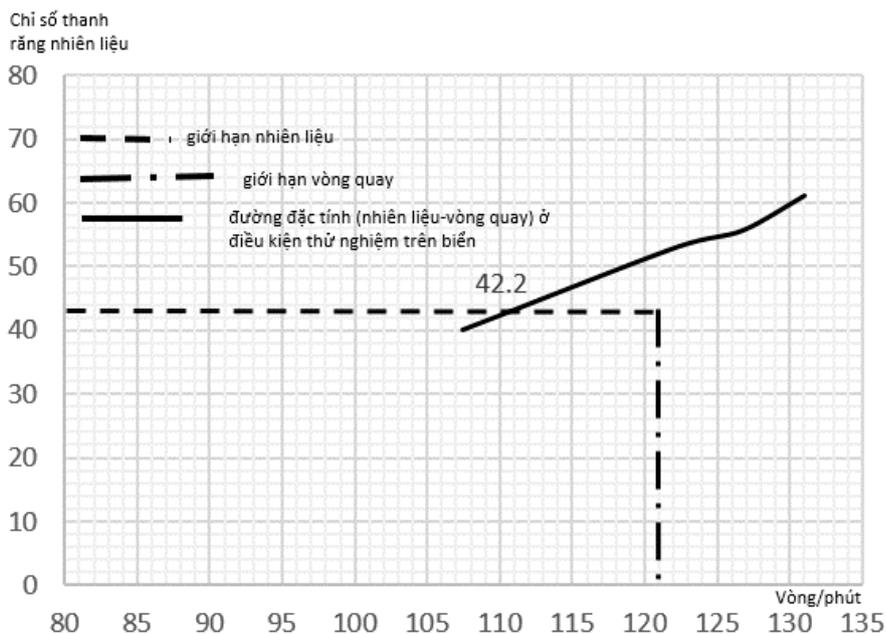
Từ các dữ liệu ở phần 2, chỉ số hiệu quả khai thác của tàu đạt được là 7,05 so với giá trị yêu cầu 5,58 (g-CO₂/ton-mile) (Hình 2). Giá trị hiệu quả khai thác của tàu đạt được cao hơn so với giá trị yêu cầu, vì vậy cần phải có giải pháp để cải thiện hiệu quả năng lượng của tàu.



Hình 2. Giá trị EEXI đạt được và EEXI yêu cầu



Hình 3. Đồ thị đặc tính chân vịt của tàu Việt Thuận 30-02



Hình 4. Đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa vòng

Các giải pháp có thể áp dụng để giảm EEXI bao gồm trang bị thêm các công nghệ sạch chẳng hạn như pin, hệ thống thu hồi nhiệt thải, công nghệ bôi trơn bằng không khí (air lubrication technology) nhằm giảm sức cản của vỏ tàu, hệ động lực có sự hỗ trợ của năng lượng gió hoặc sử dụng nhiên liệu carbon thấp hoặc không có như nhiên liệu Hidro [2, 6]. Tuy nhiên, các phương án trang bị thêm thiết bị tiết kiệm năng lượng có thể không khả thi về mặt tài chính đối với hầu hết các chủ tàu, đặc biệt là đối với các tàu cũ. Bên cạnh đó, hiệu quả của các giải pháp đó đối với việc nâng cao hiệu quả sử dụng năng

lượng có thể không đủ để cải thiện EEXI để đáp ứng yêu cầu của MARPOL. Do đó, giới hạn công suất động cơ có thể được xem là một giải pháp tối ưu để cải thiện chỉ số EEXI.

Để đạt được chỉ số EEXI=5,58 (g-CO₂/ton-mile), máy chính của tàu Việt Thuận 30-02 cần khai thác ở công suất nhỏ hơn 3695kW. Như vậy, để cải thiện được chỉ số EEXI, cần giảm 40,7% công suất định mức từ 6232kW xuống 3695kW.

Dải vòng quay và công suất được phép khai thác của máy chính để đảm bảo chỉ số EEXI nằm trong giới hạn cho phép được thể hiện trên Hình 3. Khu

vực được phép khai thác của tàu được giới hạn bởi đường đặc tính chân vịt ở điều kiện nặng tải và đường đặc tính chân vịt ở điều kiện nhẹ tải. Từ hình này cho thấy công suất và vòng quay lớn nhất được phép khai thác là 3695kW và 115,5rpm.

Để giới hạn được công suất khai thác của động cơ, vị trí thanh răng nhiên liệu cần được xác định và giới hạn. Vị trí cần giới hạn trên thanh răng nhiên liệu được thể hiện trên Hình 4.

Sau khi đã xác định được vị trí lớn nhất của thanh răng nhiên liệu, khi khai thác ở vị trí thanh răng này thì chỉ số năng lượng hiệu quả của tàu vẫn nằm trong giới hạn cho phép, vị trí thanh răng này cần được giới hạn. Sau giới hạn, vít chặn sẽ được niêm phong bằng kẹp chì với một mã số seri duy nhất (Hình 5).



Hình 5. Niêm phong giới hạn thanh răng nhiên liệu bằng kẹp chì

Trong quá trình khai thác, máy chính luôn được khai thác với công suất giới hạn để tuân thủ theo yêu cầu của Phụ lục VI của MARPOL 73/78. Trong trường hợp tàu hoạt động trong điều kiện thời tiết bất lợi, vùng nước có băng, tham gia tìm kiếm và hoạt động cứu nạn, tránh cướp biển và bảo trì động cơ (được chỉ ra trong Quy định 3.1 Phụ lục VI của MARPOL 73/78), khi này thuyền trưởng có thể gỡ bỏ giới hạn thanh răng nhiên liệu để máy chính có thể hoạt động với công suất lớn hơn, nhưng vẫn phải đảm bảo sự hoạt động an toàn cho chân vịt, máy chính và các hệ thống khác. Trong trường hợp này, cần phải ghi lại trong nhật ký buồng máy và buồng lái. Trong nhật ký buồng máy cần phải ghi rõ công suất máy chính đã khai thác và thời gian khai thác. Việc thiết lập lại giới hạn thanh răng nhiên liệu cần thực hiện càng sớm càng tốt, cũng được ghi trong nhật ký buồng máy. Việc gỡ bỏ giới hạn thanh răng nhiên liệu cần phải báo lại chính quyền cảng gần nhất và cơ quan cấp giấy chứng nhận về hiệu quả

khai thác năng lượng của tàu [9].

Cách dễ nhất để giảm chỉ số EEXI là áp dụng phương pháp giảm tốc độ khai thác của tàu hay còn được gọi với thuật ngữ quốc tế là slow steaming.

Máy chính có hiệu suất nhiên liệu cao hơn khi tàu chạy ở tốc độ thấp, vì vậy phương pháp slow steaming được xem là phương pháp hiệu quả để giảm lượng tiêu thụ nhiên liệu từ đó giảm sự phát thải cacbon. Phương pháp này đã được công nhận bởi IMO và được xem là một trong những phương pháp khả thi đáp ứng các quy định của IMO về phát thải khí nhà kính. Phương pháp slow steaming có thể được áp dụng để tối ưu quá trình khai thác của những tàu mới và giảm lượng phát thải CO₂ trong quá trình khai thác. Khi sử dụng phương pháp này sẽ làm tăng thời gian hành trình từ 10-20%, điều này phụ thuộc vào tuyến hành trình của tàu, nhưng vẫn giảm được lượng nhiên liệu tiêu thụ và sự phát thải CO₂ trên toàn chuyến hành trình. Giảm 10% tốc độ có thể dẫn đến giảm 19% tổng lượng phát thải trung bình [10].

Tuy nhiên, do máy chính khai thác ở chế độ nhỏ tải, điều này có thể có những ảnh hưởng xấu tới các thiết bị phụ như nồi hơi, tuabin khí xả, chính vì vậy cần có một quy trình khai thác hiệu quả và những can thiệp về mặt kỹ thuật hợp lý để cho động cơ làm việc được an toàn và tin cậy. Bên cạnh đó, để tăng hiệu quả của phương pháp slow steaming cần phải cân nhắc nhiều vấn đề như lịch trình chung, thời gian hành trình, thời tiết, thời gian neo đậu ở cảng, để thay đổi tốc độ tàu một cách tối ưu sao cho giảm được tốc độ tàu để tiết kiệm nhiên liệu [10].

4. Kết luận

Việc nhận được giấy chứng nhận về hiệu quả năng lượng đối với tàu hiện đang khai thác là một trong những điều kiện cần thiết để đảm bảo tàu đủ điều kiện khai thác trên tuyến quốc tế theo quy định của MARPOL 73/78. Bài báo đã trình bày các bước tính toán và giải pháp cải thiện chỉ số EEXI cho tàu Viet Thuan 30-02. Kết quả cho thấy chỉ số EEXI của tàu ở điều kiện khai thác bình thường là 7,05 g-CO₂/ton-mile cao hơn với chỉ số EEXI yêu cầu (5,58 g-CO₂/ton-mile). Để cải thiện được chỉ số EEXI, biện pháp hiệu quả nhất là giảm công suất khai thác của tàu 40,7% công suất định mức từ 6232kW xuống 3695kW.

Bài báo chỉ trình bày ngắn gọn các bước tính toán chỉ số EEXI cho đối tượng cụ thể là tàu Viet Thuan 30-02. Việc tính toán cho các tàu khác cần phải dựa

vào các thông số cụ thể của tàu như loại tàu, trọng tải của tàu, hệ động lực, các thông số của máy chính, để có thể áp dụng các hướng dẫn của MARPOL 73/78 một cách chính xác.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong đề tài mã số **DT22-23.18**.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] M. W Bockmann, *Shipping emissions rise 4.9% in 2021*,
<https://lloydlist.maritimeintelligence.informa.com>
- [2] Ernest Czermański, Aneta Oniszczyk-Jastrzębek, Eugen F. (2022), *Implementation of the Energy Efficiency Existing Ship Index: An important but costly step towards ocean protection*, Marine Policy, Vol.145, p.105259.
- [3] Julio Barreiro, Sonia Zaragoza, Vicente Diaz-Casas. (2022), *Review of ship energy efficiency*, Ocean Engineering, Vol.257, p.111594.
- [4] MEPC.308(73) - 2018 guidelines on method for EEDI calculations for new ships. MEPC 73/19. Add.1 Annex 5.
- [5] Hannes Johnson, Mikael Johansson, Karin Andersson. (2013), *Will the ship energy efficiency management plan reduce CO₂ emissions? A comparison with ISO 50001 and the ISM code*, Maritime Policy & Management, Vol.40, No.2, pp.177-190.
- [6] Resolution MEPC.333(76) 2021 Guidelines on Calculation of EEXI. MEPC 76/15/. Add.2 Annex 7.
- [7] Hồ sơ kỹ thuật tàu Việt Thuận 30-02.
- [8] Resolution MEPC.334(76) 2021 Guidelines on Survey and Certification of EEXI. MEPC 76/15/Add.2 Annex 8.
- [9] Resolution MEPC.335(76) 2021 Guidelines on Shaft & Engine Power Limitation. MEPC 76/15/Add.2 Annex 9.
- [10] Nastia Degiuli, Ivana Martić, Andrea Farkas, Ivan Gospić. (2021), *The impact of slow steaming on reducing CO₂ emissions in the Mediterranean Sea*. Energy Reports, Vol.7, November 2021, pp.8131-8141.

Ngày nhận bài:	27/01/2023
Ngày nhận bản sửa lần 01:	15/02/2023
Ngày nhận bản sửa lần 02:	28/02/2023
Ngày duyệt đăng:	14/03/2023