



CUỘC HỌP CHUYÊN TRÁCH CỦA
NHÓM CÔNG TÁC VỀ GIẢM PHÁT
THẢI KNK TỪ TÀU BIỂN
Phiên họp thứ 15
Chương trình nghị sự mục 2

ISWG-GHG 15/2/2
Ngày 12 tháng 5 năm 2023
CHỈ CÓ TIẾNG ANH
Phát hành công khai trước phiên họp:

TIẾP TỤC XEM XÉT VÀ HOÀN THIỆN VIỆC XÂY DỰNG DỰ THẢO CHIẾN LƯỢC SỬA ĐỔI CỦA IMO VỀ GIẢM PHÁT THẢI KNK TỪ TÀU BIỂN

**Đặc tả các mức độ tham vọng trong Chiến lược sửa đổi của IMO về giảm
phát thải KNK từ tàu biển**

**Do Áo, Bỉ, Bulgaria, Croatia, Síp, Cộng hòa Séc, Đan Mạch, Estonia, Phần
Lan, Pháp, Đức, Hy Lạp, Hungary, Ireland, Ý, Latvia, Litva, Luxembourg,
Malta, Hà Lan (Vương quốc), Ba Lan, Bồ Đào Nha, Romania, Slovakia,
Slovenia, Tây Ban Nha, Thụy Điển và Ủy ban Châu Âu đệ trình**

TÓM TẮT

Tóm tắt:

Tài liệu này chỉ rõ các yếu tố đồng tình với việc tăng cường mức độ tham vọng nhằm sửa đổi *Chiến lược ban đầu của IMO về giảm phát thải KNK từ tàu biển* và thông qua Chiến lược sửa đổi bởi/tại MEPC 80. Tài liệu này bao gồm các phát triển tiếp theo dựa trên đánh giá tài liệu về một số nghiên cứu khử carbon đã công bố, tất cả đều có các kịch bản dẫn đến loại bỏ dần lượng phát thải KNK từ hoạt động vận tải biển quốc tế vào năm 2050 theo lộ trình phù hợp với mục tiêu 1,5°C.

*Định hướng chiến
lược, nếu có:*

3

Kết quả đầu ra:

3.2

*Hành động cần thực
hiện:*

Đoạn 22

Tài liệu liên quan:

Nghị quyết MEPC.304(72); C127/4(a); MEPC 77/16,
MEPC 77/7/22; MEPC 78/7, MEPC 78/7/2, MEPC

78/7/6, MEPC 78/7/14, MEPC 78/7/18, MEPC 78/7/20, MEPC 78/7/24, MEPC 78/ 27/7; MEPC 80/WP.6, MEPC 80/INF.10; ISWG-GHG 13/3/1; ISWG-GHG 14/2 và ISWG-GHG 14/WP.2

Bối cảnh

1 Năm 2018, Tổ chức đã thông qua *Chiến lược ban đầu của IMO về giảm phát thải khí nhà kính từ tàu biển* (Chiến lược ban đầu) (MEPC.304(72)). Chiến lược ban đầu đã chỉ định việc bắt đầu sửa đổi tại MEPC 77, với bản sửa đổi (Chiến lược sửa đổi) sẽ được thông qua tại MEPC 80.

2 MEPC 77 đã khởi xướng việc xem xét Chiến lược ban đầu và nhận thấy sự cần thiết phải tăng cường tham vọng của Chiến lược ban đầu trong quá trình sửa đổi. Điều này đã được khẳng định lại tại MEPC 78.

3 MEPC 79 tái khẳng định cam kết áp dụng Chiến lược sửa đổi trong tất cả các yếu tố của nó, bao gồm cả mức độ tham vọng được củng cố bởi MEPC 80. Các bên nhất trí rằng cần nêu ra những phát triển tiếp theo trong ISWG-GHG 14 và 15 để hoàn thiện dự thảo Chiến lược sửa đổi trong khung thời gian đó.

4 ISWG-GHG 14 nhất trí rằng phụ lục 1 của tài liệu MEPC 80/WP.6 sẽ tạo cơ sở cho các cuộc đàm phán tiếp theo tại phiên họp tiếp theo. Tài liệu cơ sở bao gồm một số đề xuất trong phần 3 về Mức độ tham vọng vẫn đang được xem xét thêm, chẳng hạn như các điểm kiểm tra trung gian cho năm 2030 và 2040 và mục tiêu giảm thiểu cuối cùng.

5 Các bên đồng ủng hộ trước đây đã gửi tài liệu ISWG-GHG 13/3/1 và ISWG-GHG 14/2 (Áo và cộng sự), trong đó xác định các yếu tố để xem xét trong Chiến lược sửa đổi. Trong tài liệu ISWG-GHG 13/3/1, các đề xuất đã được đưa ra cho tham vọng về các điểm kiểm tra cho năm 2030 và 2040 phù hợp với mục tiêu nhiệt độ 1,5°C mà không chỉ định giá trị giảm chính xác cho các điểm kiểm tra năm 2030 và 2040.

6 Tài liệu này chỉ rõ các yếu tố đồng tình với việc tăng cường mức độ tham vọng. Nó bao gồm các phát triển tiếp theo dựa trên đánh giá tài liệu của CE Delft về một số nghiên cứu khử carbon đã xuất bản, tất cả đều có các kịch bản dẫn đến loại bỏ dần phát thải KNK từ hoạt động vận tải biển quốc tế trên cơ sở vòng đời KNK vào năm 2050 với lộ trình phù hợp với mục tiêu 1,5°C. Báo cáo đầy đủ được đính kèm với tài liệu này.

Bối cảnh, cơ sở lý luận và tính khả thi

7 Trong Báo cáo tổng hợp AR6 của Ủy ban Liên chính phủ về Biến đổi

khí hậu (IPCC) xuất bản vào ngày 20 tháng 3 năm 2023, có đề cập rằng: "Hành động khẩn cấp về khí hậu có thể đảm bảo một tương lai đáng sống cho tất cả mọi người: Hiện tại lượng phát thải phải giảm và sẽ cần phải giảm gần một nửa vào năm 2030, nếu sự nóng lên được giới hạn ở mức 1,5°C." Ngoài ra, trong IPCC AR6, WG3, Bản tóm tắt kỹ thuật, có viết rằng "Trong một số trường hợp, đặc biệt là đối với hàng không và vận tải biển, các thỏa thuận ngành đã thông qua các mục tiêu giảm thiểu khí hậu thấp hơn rất nhiều so với những gì cần thiết để đạt được mục tiêu nhiệt độ dài hạn của Hiệp định Paris".

8 Tình trạng sẵn có của nhiên liệu có lượng phát thải trong vòng đời thấp và bằng 0 sẽ là yếu tố quyết định khi điều chỉnh mục tiêu giảm thiểu khí hậu của IMO với mục tiêu nhiệt độ của Hiệp định Paris. Do đó, tại MEPC 78, Ban thư ký được giao nhiệm vụ bắt đầu nghiên cứu tình trạng sẵn có của nhiên liệu/công nghệ với mục đích cung cấp thông tin cho ISWG-GHG 15 về tính sẵn sàng và tình trạng sẵn có của công nghệ tàu biển và nhiên liệu hàng hải có hàm lượng carbon thấp và bằng 0 đến năm 2050. Điều này nghiên cứu do Ricardo và DNV thực hiện và có thể tìm thấy báo cáo tóm tắt¹ trong tài liệu MEPC 80/INF.10 (Ban thư ký). Theo nghiên cứu này, các mục tiêu giảm phát thải KNK sâu vào năm 2030, 2040 và 2050 dường như cũng có thể đạt được. Nghiên cứu cũng chỉ ra rằng:

- .1 việc đạt được lộ trình khử carbon tham vọng hơn so với hoạt động kinh doanh thông thường không bị giới hạn bởi sự sẵn sàng thương mại của nhiên liệu và công nghệ thay thế, cũng như sự sẵn sàng của cơ sở hạ tầng và xưởng đóng tàu;
- .2 các dự báo hiện tại về mức độ sẵn sàng cho thấy rằng sự phát triển công nghệ không được coi là rào cản đối với việc triển khai nhiên liệu và công nghệ;
- .3 cần có tín hiệu rõ ràng về nhu cầu để có thể cung cấp đủ nhiên liệu ứng cử;
- .4 cần sớm có một tín hiệu chính sách rõ ràng để chuyển ngành sang lộ trình khử carbon tham vọng hơn để có thể đáp ứng các mục tiêu tạm thời của các kịch bản khử carbon; và
- .5 chi phí nhiên liệu ứng cử cao hơn so với nhiên liệu thông thường không phải là rào cản đối với việc triển khai nếu tín hiệu nhu cầu rõ ràng.

¹ Báo cáo cuối cùng đầy đủ của nghiên cứu có sẵn tại: <https://futurefuels.imo.org>

9 Như nhiều tổ chức đại diện cho các ngành công nghiệp đã tuyên bố trong ISWG-GHG 14, rõ ràng ngành này sẵn sàng và có tham vọng nhận ra tính cấp thiết của việc khử carbon trong vận tải biển và tăng cường các mục tiêu, bao gồm cả việc bổ sung các điểm kiểm tra trung gian. Các thành viên trong ngành nhắc lại lời kêu gọi về sự rõ ràng và các tín hiệu rõ ràng liên quan đến quá trình chuyển đổi, để cho phép họ đưa ra các quyết định đầu tư sáng suốt. Các mức độ tham vọng của Chiến lược sửa đổi sẽ cung cấp hướng dẫn về mức độ nghiêm ngặt cần thiết từ các biện pháp chính sách và gửi tín hiệu tới ngành về tốc độ thay đổi công nghệ và tốc độ sử dụng nhiên liệu KNK bằng 0 và gần bằng 0 mà họ nên thiết lập chiến lược kinh doanh của họ cho. Theo nhiều tổ chức quan sát, bao gồm WSC, ICS, CSC và EUROMOT, ngành công nghiệp kêu gọi sự rõ ràng này được thừa nhận trong một số tài liệu đệ trình và biện pháp can thiệp.

10 Các báo cáo và quan điểm được đề cập trong đoạn 7 đến 9, đến từ các nhà nghiên cứu, chuyên gia và các bên liên quan trong ngành, đồng tình và nhấn mạnh tầm quan trọng của việc xác định và thiết lập các điểm kiểm tra trung gian để đi đúng hướng cho lộ trình phù hợp với mục tiêu 1.5°C. Theo những điều trên, các bên đồng ủng hộ cho rằng tài liệu đệ trình này và các đề xuất cụ thể của nó hỗ trợ cho các cuộc thảo luận của Nhóm nhằm tăng cường các mức độ tham vọng.

Đánh giá tài liệu

11 Một số nghiên cứu về kịch bản khử carbon hàng hải được xuất bản trong vài năm qua đã phân tích cách vận tải biển quốc tế có thể khử carbon vào năm 2050. Những nghiên cứu này thường thảo luận về loại nhiên liệu nào có tiềm năng khử carbon hàng đầu và một số nghiên cứu tập trung vào câu hỏi về tình trạng sẵn có của nhiên liệu có mức phát thải KNK thấp và bằng 0.

12 Để hỗ trợ phân tích cách đạt được các điểm kiểm tra trung gian phù hợp với mục tiêu 1.5°C hiệu quả, các bên đồng ủng hộ đính kèm một phân tích so sánh về các nghiên cứu kịch bản khử carbon hàng hải. So sánh này tập trung vào mức giảm phát thải được lập mô hình cho năm 2030 và 2040.

13 Tài liệu đệ trình này trình bày, trong phụ lục 2, một đánh giá tài liệu do CE Delft thực hiện về một số nghiên cứu khử carbon đã công bố, trong đó có các kịch bản dẫn đến việc loại bỏ dần phát thải KNK từ vận tải biển quốc tế vào năm 2050 với lộ trình phù hợp với mục tiêu 1.5°C và mức giảm phát thải KNK cần thiết đến năm 2030 và 2040.

14 Mức giảm phát thải cần thiết cho lộ trình phù hợp với mục tiêu 1.5°C vào năm 2030 so với năm 2008 nằm trong khoảng từ 0% đến 57% trong các

nghiên cứu khác nhau, với số trung bình cộng là 29%. Đối với năm 2040, tỷ lệ giảm cao hơn đáng kể, từ 54% đến 100%, với số trung bình cộng là 83%. Lưu ý rằng các lộ trình có mức giảm thấp hơn vào năm 2030 sẽ có mức giảm cao hơn vào năm 2040 và ngược lại. Tất cả các nghiên cứu đều đồng tình trong việc kết luận rằng phải đạt được mức giảm phát thải đáng kể vào năm 2030 để ngành tiếp tục duy trì lộ trình phù hợp với mục tiêu 1.5°C, nếu không thì mức giảm phát thải cần thực hiện trong khoảng thời gian từ năm 2030 đến năm 2040 sẽ rất phi thực tế. Điều này khẳng định sự cần thiết phải áp dụng và thực hiện các biện pháp chính sách trung hạn càng sớm càng tốt, và trong mọi trường hợp là trước năm 2030.

15 Tất cả các nghiên cứu đều tuyên bố đưa ra các lộ trình phát thải phù hợp với mục tiêu 1,5°C. Các dự đoán dựa trên các giả định khác nhau: từ tốc độ chuyển đổi đội tàu đến tình trạng sẵn có của nhiên liệu có lượng phát thải KNK thấp và bằng 0, cũng như tình trạng sẵn có của vốn, cơ sở hạ tầng tiếp nhiên liệu và chính sách. Nhưng không phải tất cả các kịch bản đều dự kiến sẽ khử carbon hoàn toàn.

16 Một số nghiên cứu kịch bản khử carbon cung cấp thông tin về tỷ lệ nhiên liệu tái tạo hoặc loại nhiên liệu được sử dụng vào năm 2030. Tất cả lộ trình có lượng phát thải dương còn lại vào năm 2040 đều yêu cầu mức tiêu thụ nhiên liệu tái tạo ít nhất 9% vào năm 2030.

Các mức độ tham vọng đề xuất

17 Như đã được tái khẳng định tại MEPC 78, Chiến lược sửa đổi cần tăng cường mức độ tham vọng. Ngoài ra, các bên đồng ủng hộ đề xuất thành lập các điểm kiểm tra trung gian để đo lường tiến độ hướng tới mức độ tham vọng năm 2050 và tạo điều kiện áp dụng kịp thời hành động khắc phục đối với các biện pháp phù hợp trong trường hợp lộ trình cắt giảm trên thực tế không được đáp ứng. Các bên đồng ủng hộ các mức độ tham vọng phù hợp với mục tiêu nhiệt độ 1,5°C của Hiệp định Paris và tính đến các dự báo hiện tại về tính khả thi và khả năng sử dụng nhiên liệu có lượng phát thải KNK thấp và bằng 0 cũng như công nghệ tiết kiệm năng lượng trong lĩnh vực này. Mức độ tham vọng nên được thể hiện dưới dạng lượng phát thải trong vòng đời của tất cả các loại khí nhà kính đáng kể - bao gồm CO₂, metan và oxit nito - để tránh dịch chuyển lượng phát thải KNK từ vận tải biển sang các ngành khác và phản ánh chính xác toàn bộ tác động của nhiên liệu về khí hậu. Phải đạt được mức giảm KNK từ chuỗi giá trị, bao gồm cả quá trình đốt cháy/oxy hóa cuối cùng của nhiên liệu

vận tải biển mà không sử dụng đến các biện pháp bù đắp ngoài chuỗi giá trị.²

18 Các bên đồng ủng hộ đề xuất đưa vào các điểm kiểm tra đầy tham vọng, cụ thể là lượng phát thải KNK phải bắt đầu giảm về giá trị tuyệt đối càng sớm càng tốt, để giảm ít nhất 29% vào năm 2030 và ít nhất 83% vào năm 2040 so với năm 2008. Các điểm kiểm tra trung gian cho năm 2030 và 2040 là rất cần thiết để đảm bảo rằng chúng ta đang đi đúng hướng và để đánh giá hiệu quả của các biện pháp. Hơn nữa, chúng sẽ cung cấp thêm thông tin rõ ràng cho ngành vận tải biển về tốc độ dự kiến sẽ khử carbon.

19 Hơn nữa, các bên đồng ủng hộ đề xuất loại bỏ dần phát thải KNK trong vòng đời từ vận tải biển quốc tế muộn nhất là vào năm 2050. Nói cách khác, mức giảm phát thải KNK từ chuỗi giá trị nhiên liệu cho vận tải biển phải đạt 100% chậm nhất vào năm 2050.³

20 Các bên đồng ủng hộ đề xuất đưa vào một đoạn 3.1ter mới như được nêu trong phụ lục 1 của tài liệu này, vì nó làm rõ ý nghĩa chính xác của việc loại trừ biện pháp bù trừ ngoài ngành và cách hiểu nó trong bối cảnh các hướng dẫn LCA đang được Tổ chức xây dựng và mức giảm phát thải nằm trong ranh giới của hệ thống năng lượng vận tải biển, tránh chuyển lượng phát thải sang các lĩnh vực khác.

21 Cuối cùng, các bên đồng ủng hộ đề xuất đưa vào một điểm kiểm tra để đạt được ít nhất 10% năng lượng mà đội tàu quốc tế sử dụng đến từ các nguồn nhiên liệu và/hoặc năng lượng có lượng phát thải bằng 0 hoặc gần bằng 0 trên cơ sở đánh giá vòng đời (LCA) (phân tích well-to-wake) vào năm 2030. Mục tiêu của điểm kiểm tra này là kích thích việc sử dụng nhiên liệu mới bằng cách chỉ định lượng sử dụng sớm nhiên liệu mới tối thiểu có thể tạo thành điểm bùng phát, cho phép mở rộng quy mô nhanh chóng sau đó và tiếp tục sử dụng trong những năm 2030.

Hành động được yêu cầu của Nhóm Công tác

22 Nhóm được đề nghị xem xét thông tin được trình bày trong đoạn 11 đến 16 và các đề xuất trong đoạn 17 đến 21, cũng như trong phụ lục 1 bao gồm các đề xuất về 3.1ter, chỉ số nhiên liệu cho năm 2030, các điểm kiểm tra cho năm

² tức là không được phép sử dụng tín chỉ giảm phát thải từ bên ngoài chuỗi giá trị nhiên liệu được vận tải biển quốc tế sử dụng (có nghĩa là giảm phát thải ròng bằng 0).

³ Mục tiêu này không đòi hỏi phải cấm hoàn toàn lượng phát thải. Tuy nhiên, bất kỳ lượng phát thải nào được tạo ra, ví dụ: ở giai đoạn đốt cháy sẽ cần được bù đắp 100% bằng cách hấp thụ KNK trong các giai đoạn khác, đặc biệt là giai đoạn sản xuất. Ví dụ, có thể chấp nhận việc một con tàu thải ra KNK từ việc sử dụng metanol với điều kiện là lượng phát thải này được cân bằng trong các phần khác của chuỗi giá trị, chẳng hạn như trong quá trình sản xuất nhiên liệu.

2030 và 2040 và mức độ tầm nhìn đến năm 2050 để xem xét và thảo luận thêm tại phiên họp này.

PHỤ LỤC 1

NHỮNG THAY ĐỔI ĐƯỢC ĐỀ XUẤT ĐỐI VỚI TÀI LIỆU CƠ SỞ ĐƯỢC NÊU TRONG PHỤ LỤC 1 CỦA TÀI LIỆU MEPC 80/WP.6

3.1ter Các mức độ tham vọng phải thể hiện lượng phát thải KNK well-to-wake của nhiên liệu hàng hải như được đề cập trong Hướng dẫn về cường độ KNK trong vòng đời của nhiên liệu hàng hải (hướng dẫn LCA) do Tổ chức xây dựng với mục tiêu tổng thể là giảm phát thải KNK trong phạm vi ranh giới của hệ thống năng lượng vận tải biển quốc tế và ngăn chặn sự chuyển dịch lượng phát thải sang các lĩnh vực khác.

3.1qrt Các mức độ tham vọng chỉ đạo Chiến lược KNK năm 2023 của IMO như sau:

.3 **sử dụng nhiên liệu và/hoặc nguồn năng lượng có lượng phát thải KNK bằng 0 hoặc gần bằng 0**

Đảm bảo rằng nhiên liệu có lượng phát thải KNK bằng 0 hoặc gần bằng 0 chiếm ít nhất 10% năng lượng được vận tải biển quốc tế sử dụng vào năm 2030;

.4 **đảm bảo tiến độ loại bỏ dần phát thải KNK từ vận tải biển quốc tế thông qua các điểm kiểm tra trung gian**

Giảm tổng lượng phát thải KNK hàng năm từ vận tải biển quốc tế ít nhất 29% vào năm 2030 và ít nhất 83% vào năm 2040 so với năm 2008;

.5 **lượng phát thải KNK từ vận tải biển quốc tế**

Đạt mức phát thải KNK cao nhất từ vận tải biển quốc tế càng sớm càng tốt đồng thời loại bỏ chúng chậm nhất vào năm 2050 trên lộ trình giảm phát thải KNK phù hợp với các mục tiêu về nhiệt độ của Hiệp định Paris và mục tiêu hạn chế mức tăng nhiệt độ toàn cầu lên 1.5°C so với mức thời kỳ tiền công nghiệp.

PHỤ LỤC 2



Cam kết với môi trường



Kịch bản khử carbon hàng hải

Đánh giá so sánh



Kịch bản khử carbon hàng hải

Đánh giá so sánh

Delft, CE Delft, tháng 3 năm 2023

Mã xuất bản: 23.230119.023

Bài viết này được thực hiện bởi: Jasper Faber

CE Delft

Cam kết với môi trường

Thông qua công việc tư vấn và nghiên cứu độc lập, CE Delft đang giúp xây dựng một thế giới bền vững. Trong các lĩnh vực năng lượng, vận tải và tài nguyên, chuyên môn của chúng tôi là hàng đầu. Với bí quyết phong phú về công nghệ, chính sách và các vấn đề kinh tế, chúng tôi hỗ trợ các cơ quan chính phủ, tổ chức phi chính phủ và các ngành công nghiệp theo đuổi sự thay đổi cơ cấu. Trong 40 năm nay, các kỹ năng và sự nhiệt tình của đội ngũ nhân viên CE Delft đã được cống hiến để đạt được sứ mệnh này.

1. Giới thiệu

Năm 2018, Ủy ban Bảo vệ Môi trường Biển (MEPC) của Tổ chức Hàng hải Quốc tế (IMO) đã thông qua Chiến lược ban đầu của IMO về giảm phát thải KNK từ tàu biển (IMO, 2018). Chiến lược ban đầu này sẽ được sửa đổi vào năm 2023 và MEPC 80, dự kiến vào tháng 7 năm 2023, sẽ áp dụng Chiến lược sửa đổi.

Một số Quốc gia Thành viên và Tổ chức Quan sát viên tới MEPC đã đệ trình các đề xuất về việc sửa đổi Chiến lược. Chiến lược ban đầu bao gồm các Mức độ tham vọng cho năm 2030 và 2050 về cường độ carbon của đội tàu và cho năm 2050 về lượng phát thải KNK tuyệt đối của vận tải biển quốc tế. Các đề xuất đã được đưa ra bao gồm 'các mục tiêu trung gian': Mức độ tham vọng cho năm 2030 và 2040. Một số phái đoàn đã đề xuất các mục tiêu cụ thể (ví dụ: giảm 50% lượng phát thải KNK vào năm 2040 so với năm 2008), trong khi những phái đoàn khác đề xuất đặt các mục tiêu trung gian nhưng chưa đưa ra đề xuất cụ thể.

Đồng thời, một số nghiên cứu kịch bản khử carbon hàng hải đã được công bố, phân tích cách vận tải biển quốc tế có thể khử carbon vào năm 2050. Những nghiên cứu này thường phân tích quá trình chuyển đổi nhiên liệu nào có thể dẫn đến khử carbon và một số nghiên cứu cũng phân tích tình trạng sẵn có của nhiên liệu có lượng phát thải KNK thấp và bằng 0 chi tiết hơn.

Bài báo này trình bày một phân tích so sánh về các nghiên cứu kịch bản khử carbon hàng hải. So sánh này tập trung vào mức giảm phát thải được lập mô hình cho năm 2030 và 2040, cũng như hỗn hợp nhiên liệu giúp đạt được mức giảm đó. Tổng quan này có thể đóng vai trò là đầu vào để xem xét các mục tiêu trung gian.

2. Các nghiên cứu đưa vào phân tích

Nghiên cứu này đã so sánh tám kịch bản khử carbon khác nhau cho ngành vận tải biển:

'Chiến lược khử carbon hàng hải năm 2022' của Trung tâm Maersk McKinney Møller về Vận tải biển Không Carbon bao gồm một lộ trình phát thải phù hợp với mục tiêu 1,5 °C và tổng quan về các loại nhiên liệu có thể hỗ trợ lộ trình đó (Trung tâm Maersk McKinney Møller về Vận tải biển Không Carbon, 2022). Một nghiên cứu chi tiết hơn với lộ trình phát thải khác (không phù hợp với mục tiêu 1,5 °C) đã được công bố vào năm 2021 (Trung tâm Maersk McKinney Møller về Vận tải biển Không Carbon, 2021).

Đại học Kỹ thuật Đan Mạch (DTU) đã điều phối một dự án có tên là 'Nhiên

liệu điện cho vận tải biển tầm xa' (gọi tắt là: nhiên liệu Mar-e) bao gồm một loạt các kịch bản về quá trình khử carbon của vận tải biển vào năm 2050 (Hendriksen và cộng sự, 2021). Mặc dù không bắt nguồn từ phân tích ngân sách sẵn có để giữ mức tăng nhiệt độ trung bình toàn cầu lên 1.5 °C so với mức thời kỳ tiền công nghiệp, lộ trình này là mức giảm tuyến tính từ mức BAU 2025 xuống 0 vào năm 2050, với mức giảm 30% vào năm 2030 và giảm 65% vào năm 2040, cả hai đều so với mức của năm 2008.

UMAS, UCL và E4Tech đã phát triển các lộ trình phù hợp với mục tiêu 1.5 °C mà Vương quốc Anh đã đệ trình lên MEPC 79 (Smith, Galbraith, và cộng sự, 2022).

IRENA đã phát triển các kịch bản khử carbon cho ngành vận tải biển (IRENA, 2021). Kịch bản phù hợp với mục tiêu 1.5 °C của họ không dẫn đến quá trình khử carbon hoàn toàn vào năm 2050 nhưng giảm 80% so với mức của năm 2008.

WWF, UMAS, UCL và Smart Freight Centre đã phát triển các lộ trình phù hợp với mục tiêu 1.5 °C mà WWF đã đệ trình lên MEPC 79 (Bonello và cộng sự, 2022).

UCL và Trung tâm Nghiên cứu Biến đổi Khí hậu Tyndall đã phát triển ba lộ trình giảm phát thải tuyến tính khác nhau về năm mà lượng phát thải bắt đầu giảm: 2022, 2025 và 2030 (Smith, Baresic, và cộng sự, 2022).

Ba nhà nghiên cứu từ Trung tâm Nghiên cứu Biến đổi Khí hậu Tyndall đã phát triển ba kịch bản phù hợp với mục tiêu 1.5 °C cho ngành vận tải biển (Bullock và cộng sự, 2022). Tương tự như Smith, Baresic, và cộng sự, (2022), họ đã thay đổi ngày thực hiện các biện pháp giảm phát thải.

3. Mức giảm phát thải KNK cần thiết đến năm 2030 và 2040

Phần này trình bày mức giảm phát thải KNK vào năm 2030, 2040 và 2050 từ các nghiên cứu kịch bản khử carbon khác nhau. Tất cả các nghiên cứu đều tuyên bố trình bày các lộ trình phát thải phù hợp với mục tiêu 1.5 °C và mức giảm phát thải được trình bày trong phần này thể hiện những gì cần thiết để ngành vận tải biển phù hợp với lộ trình như vậy theo các tác giả của họ.

Lưu ý rằng không phải tất cả các kịch bản đều dự kiến sẽ khử carbon hoàn toàn cho ngành vận tải biển vào năm 2050. Lý do là có hai cách khác nhau để điều chỉnh:

1. Tổng ngân sách KNK để giữ mức tăng nhiệt độ dưới 1.5°C so với mức thời kỳ tiền công nghiệp với một mức độ chắc chắn nhất định được lấy từ các báo cáo Đánh giá lần thứ sáu của IPCC hoặc từ Báo cáo đặc biệt

về mục tiêu 1.5°C (IPCC, 2018). Ngân sách này được phân chia cho các lĩnh vực, chẳng hạn như trên cơ sở tỷ lệ phát thải hiện tại của chúng. Do đó, ngân sách carbon thu được cho ngành vận tải biển được phân chia theo thời gian trong một số hạn chế nhất định, chẳng hạn như quá trình khử carbon hoàn toàn trong một năm nhất định hoặc một hình dạng đường cong cụ thể. Quy mô của ngân sách carbon phụ thuộc vào tỷ lệ trong tổng ngân sách dành cho vận tải biển và cơ hội giữ mức tăng nhiệt độ toàn cầu dưới 1.5 °C. Trung tâm Maersk McKinney Møller về Vận tải biển Không carbon, (2022); Smith, Galbraith và cộng sự, (2022); Bonello và cộng sự, (2022); Smith, Baresic, và cộng sự, (2022); và Bullock và cộng sự, (2022) theo cách tiếp cận này.

2. Các lộ trình giảm thiểu được mô hình hóa theo các Mô hình Đánh giá Tích hợp cho Báo cáo WGIII Đánh giá lần thứ sáu của IPCC được sử dụng làm cơ sở (IPCC, 2021). Những lộ trình này thường khử carbon hoàn toàn vào năm 2050, nhưng khi xem xét toàn bộ nền kinh tế, lượng phát thải của một số ngành được cân bằng bởi lượng phát thải âm trong các ngành khác. Theo những lộ trình này, ngành giao thông vận tải thường vẫn có lượng phát thải vào năm 2050. Quy mô của ngân sách carbon cho vận tải biển trong những lộ trình này phụ thuộc vào tỷ lệ phát thải của ngành giao thông vận tải được phân bổ cho vận tải biển cũng như cơ hội để giữ mức tăng nhiệt độ toàn cầu thấp hơn 1.5°C. IRENA, (2021) tuân theo cách tiếp cận này.

Lỗi! Không tìm thấy nguồn tham khảo. trình bày tổng quan về các lộ trình phát thải trong các nghiên cứu kịch bản khử carbon đã được xem xét.

Bảng 1 - Các lộ trình phát thải KNK phù hợp với mục tiêu 1,5 °C đối với vận tải biển trong các nghiên cứu kịch bản khử carbon đã được xem xét

| Nghiên cứu | Phát thải KNK năm 2030 (giảm so với năm 2008) | Phát thải KNK năm 2040 (giảm so với năm 2008) | Phát thải KNK năm 2050 (giảm so với năm 2008) |
|---|---|---|---|
| Trung tâm Maersk McKinney Møller về Vận tải biển Không Carbon, (2022) | 365 Mt CO ₂ e 54% ¹ | 105 Mt CO ₂ e 87% | 0 Mt CO ₂ e 100% |

¹ Trung tâm Maersk McKinney Møller về Vận tải biển Không Carbon, (2022) tuyên bố rằng đến năm 2030, cần giảm 45% lượng phát thải KNK so với năm 2010 để phù hợp với lộ trình 1,5 °C. Do lượng phát thải của vận tải biển quốc tế năm 2010 bằng 84% lượng phát thải năm 2008 (Smith và cộng sự, 2014), nên điều này tương đương với mức giảm 54% so với năm 2008.

| Nghiên cứu | Phát thải KNK năm 2030 (giảm so với năm 2008) | Phát thải KNK năm 2040 (giảm so với năm 2008) | Phát thải KNK năm 2050 (giảm so với năm 2008) |
|---|--|--|--|
| Trung tâm Maersk McKinney Møller về Vận tải biển Không Carbon, (2021)* tất cả các đòan bả được kích hoạt | 580 Mt CO _{2e} 27% | 290 Mt CO _{2e} 63% | 58 Mt CO _{2e} 93% |
| Trung tâm Maersk McKinney Møller về Vận tải biển Không Carbon, (2021)* amoniac không an toàn khi làm nhiên liệu | 700 Mt CO _{2e} 12% | 525 Mt CO _{2e} 34% | 173 Mt CO _{2e} 78% |
| Hendriksen và cộng sự, (2021)* | 555 Mt CO _{2e} 30% | 280 Mt CO _{2e} 65% | 0 Mt CO _{2e} 100% |
| Smith, Galbraith, và cộng sự, (2022), kịch bản A | 595 Mt CO _{2e} 25% | 87 Mt CO _{2e} 89% | 0 Mt CO _{2e} 100% |
| Smith, Galbraith, và cộng sự, (2022), kịch bản B | 390 Mt CO _{2e} 51% | 160 Mt CO _{2e} 80% | 0 Mt CO _{2e} 100% |
| Smith, Galbraith, và cộng sự, (2022), kịch bản C | 745 Mt CO _{2e} 6% | 40 Mt CO _{2e} 95% | 0 Mt CO _{2e} 100% |
| Bonello và cộng sự, (2022) kịch bản tuyến tính | 340 Mt CO _{2e} 57% | 200 Mt CO _{2e} 75% | 0 Mt CO _{2e} 100% |
| Bonello và cộng sự, (2022) kịch bản đường cong chữ s | 475 Mt CO _{2e} 40% | 40 Mt CO _{2e} 95% | 0 Mt CO _{2e} 100% |
| IRENA, (2021) | 575 Mt CO _{2e} 27% ² | 365 Mt CO _{2e} 54% | 150 Mt CO _{2e} 81% |
| Smith, Baresic, và cộng sự, (2022), bắt đầu năm 2022 | 555 Mt CO _{2e} 29% | 220 Mt CO _{2e} 72% | 0 Mt CO _{2e} 100% |
| Smith, Baresic, và cộng sự, (2022), bắt đầu năm 2025 | 590 Mt CO _{2e} 26% | 140 Mt CO _{2e} 83% | 0 Mt CO _{2e} 100% |
| Smith, Baresic, và cộng sự, (2022), bắt đầu năm 2030 | 794 Mt CO _{2e} 0% | 0 Mt CO _{2e} 100% | 0 Mt CO _{2e} 100% |
| Bullock và cộng sự, (2022) hành động tức thời | 520 Mt CO _{2e} 34% | 240 Mt CO _{2e} 70% | 0 Mt CO _{2e} 100% |
| Bullock và cộng sự, (2022) trì hoãn trung hạn | 620 Mt CO _{2e} 22% | 160 Mt CO _{2e} 80% | 0 Mt CO _{2e} 100% |
| Bullock và cộng sự, (2022) trì hoãn dài hạn | 750 Mt CO _{2e} 6% | 40 Mt CO _{2e} 95% | 0 Mt CO _{2e} 100% |

Lưu ý: Tất cả các mức giảm phát thải đã được thể hiện tương ứng với lượng phát thải năm 2008 của vận tải biển quốc tế, lên tới 794,1 triệu tấn CO_{2e}. Tất cả lượng

² Mức giảm phát thải vào năm 2030 tại IRENA, (2021) là 22% so với năm 2018. Theo Faber và cộng sự, (2020), lượng phát thải KNK của vận tải biển quốc tế năm 2018 lên tới 755 triệu tấn CO_{2e}, tương đương 95% lượng phát thải năm 2008.

phát thải tuyệt đối đã được tính toán lại để áp dụng cho vận tải biển quốc tế và được làm tròn thành bội số của 5 triệu tấn.

* Không phù hợp với mục tiêu 1,5 °C.

Như được trình bày trong **Lỗi! Không tìm thấy nguồn tham khảo.**, mức giảm phát thải cần thiết cho lộ trình phù hợp với mục tiêu 1,5 °C vào năm 2030 so với năm 2008 nằm trong khoảng từ 0 đến 57% trong các nghiên cứu khác nhau, với số trung bình cộng là 29% và giá trị trung vị là 28%. Trong hầu hết trường hợp, các giá trị thấp hơn được tìm thấy trong các kịch bản trong đó mức giảm phát thải bắt đầu ngay trước hoặc trước năm 2030 và các kịch bản này có tỷ lệ giảm cao hơn nhiều cho năm 2040. Ngoại lệ duy nhất là IRENA, (2021), có mức giảm 27% vào năm 2030, so với năm 2008. Như đã đề cập ở trên, nghiên cứu này sử dụng một phương pháp khác để rút ra lộ trình phù hợp với mục tiêu 1,5 °C.

Đối với năm 2040, **Lỗi! Không tìm thấy nguồn tham khảo.** cho thấy tỷ lệ giảm cao hơn đáng kể, từ 54 đến 100%, với số trung bình cộng và giá trị trung vị là 83%. Các giá trị cao hơn thường nằm trong lộ trình dự báo lượng phát thải ít nhiều không đổi cho đến năm 2030 và bắt đầu giảm lượng phát thải từ năm đó.

Đến năm 2050, không phải tất cả các kịch bản đều dự kiến sẽ khử carbon hoàn toàn. Ngoại lệ duy nhất là IRENA, (2021), sử dụng một phương pháp khác để rút ra lộ trình phù hợp với mục tiêu 1,5 °C.

Dựa trên tổng quan này, rõ ràng là việc trì hoãn thực hiện các biện pháp khử carbon đến năm 2030 hoặc xa hơn sẽ không tương thích với bất kỳ định nghĩa nào về lộ trình phù hợp với mục tiêu 1,5 °C, trừ khi mức giảm phát thải phi thực tế xảy ra trong khoảng thời gian từ năm 2030 đến năm 2040. Một lộ trình suôn sẻ sẽ yêu cầu giảm phát thải KNK vào năm 2030 ít nhất 25% so với năm 2008 và 55-95% vào năm 2040.

4. **Cần nhắc về tính khả thi trong các nghiên cứu khử carbon**

Tính khả thi của các lộ trình khử carbon phụ thuộc vào tốc độ chuyển đổi đội tàu, tình trạng sẵn có nhiên liệu có lượng phát thải KNK thấp và bằng 0, cũng như tình trạng sẵn có của vốn, cơ sở hạ tầng tiếp nhiên liệu và các chính sách.

Một số nghiên cứu phân tích quá trình chuyển đổi của đội tàu (Trung tâm Maersk McKinney Møller về Vận tải biển Không Carbon, 2022), Hendriksen và cộng sự, (2021), (Smith, Galbraith, và cộng sự, 2022) và (IRENA, 2021). Tất cả các nghiên cứu này giả định tuổi thọ của tàu từ 25 đến 30 năm. Mặc dù không rõ ràng trong mọi nghiên cứu, nhưng có vẻ như

hầu hết đều cho rằng kể từ thời điểm có công nghệ sử dụng nhiên liệu có lượng phát thải KNK thấp và bằng 0, hầu hết (hoặc tất cả) các tàu mới sẽ được trang bị công nghệ đó.

Ngoài việc chuyển đổi các tàu mới, nhiều nghiên cứu đã xem xét việc trang bị thêm các công nghệ cho các tàu hiện có để tăng tốc độ chuyển đổi đội tàu. Mô hình được sử dụng bởi Smith, Galbraith, và cộng sự, (2022) cho phép trang bị thêm và đôi khi là trang bị thêm gắp đôi cả công nghệ tiết kiệm năng lượng và công nghệ nhiên liệu.

Ngược lại, mô hình được sử dụng bởi Maersk McKinney Møller Center for Zero Carbon Shipping, (2021) chỉ cho phép trang bị thêm các công nghệ tiết kiệm năng lượng. Đây có thể là một trong những lý do tại sao mức giảm phát thải vào năm 2030 theo mô hình của Smith, Galbraith, và cộng sự, (2022) cao hơn nhiều so với mức giảm trong Trung tâm Maersk McKinney Møller về Vận tải biển Không Carbon, (2021) (nghiên cứu sau không phù hợp với mục tiêu 1,5°C).

Việc cung cấp nhiên liệu có lượng phát thải KNK thấp và bằng 0 cho ngành vận tải biển phụ thuộc vào sự gia tăng sản xuất các loại nhiên liệu này, sự gia tăng sản xuất các nguyên liệu đầu vào cho quy trình sản xuất của chúng (điện tái tạo, CO₂ tái tạo, nước ngọt, v.v.), cũng như cạnh tranh với các ngành khác đối với các loại nhiên liệu này và các nguyên liệu đầu vào sản xuất. Một số nghiên cứu đã đánh giá tình trạng sẵn có của nhiên liệu, có tính đến một số hoặc tất cả các yếu tố này.

IRENA, (2021) là nghiên cứu được khảo sát duy nhất sử dụng mô hình bao gồm hệ thống năng lượng toàn cầu và tất cả các lĩnh vực sử dụng năng lượng và phát thải KNK khác.³

Bonello và cộng sự, (2022) tập trung vào lĩnh vực vận tải biển và cho rằng không có hạn chế vật lý nào trong việc sản xuất nhiên liệu điện tử. Do đó, nguồn cung cho ngành vận tải biển phụ thuộc hoàn toàn vào nguồn vốn sẵn có, việc bắt đầu sản xuất kịp thời và nhu cầu của ngành vận tải biển, mà trong mô hình của họ được thúc đẩy bởi các chính sách. Kết luận của họ là tất cả các lộ trình đều khả thi nếu các chính sách đủ nghiêm ngặt.

Smith, Galbraith, và cộng sự, (2022) cũng tập trung vào lĩnh vực vận tải biển và so sánh nhu cầu đối với nhiên liệu có lượng phát thải KNK thấp và bằng 0 từ ngành vận tải biển với dự báo nguồn cung với giả định rằng năng lực

³ Hoặc nó hạn chế mô hình vận tải biển với kết quả đầu ra về tình trạng sẵn có của nhiên liệu từ một mô hình bao gồm hệ thống nhiên liệu và năng lượng toàn cầu cũng như sản xuất.

sản xuất nhiên liệu sẽ tăng lên với tốc độ cao nhất được ghi nhận trong lịch sử. Họ nhận thấy rằng nguồn cung cấp amoniac xanh có thể đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng của ngành vận tải biển và nhu cầu nhiên liệu sinh học từ ngành vận tải biển chỉ chiếm một vài phần trăm nguồn cung bền vững toàn cầu. Họ cho rằng ngành vận tải biển sẽ có quyền tiếp cận với tất cả amoniac được sản xuất nếu các chính sách đủ nghiêm ngặt. Nghiên cứu không xem xét việc cung cấp các nguyên liệu đầu vào để sản xuất amoniac xanh, chẳng hạn như điện tái tạo và nước ngọt, cũng như sự cạnh tranh với các ngành khác đối với các nguyên liệu đầu vào đó.

Hendriksen và cộng sự, (2021) tính đến nhu cầu từ tất cả các lĩnh vực đối với cả nhiên liệu và nguyên liệu đầu vào trong quy trình sản xuất. Lộ trình của họ không phù hợp với mục tiêu 1.5 °C và họ nhận thấy rằng khi có nhiều nhu cầu về sinh khối từ các ngành khác ngoài vận tải biển, lộ trình của họ không thể đạt được do thiếu nhiên liệu có lượng phát thải KNK thấp và bằng 0.

Tóm lại, tính khả thi của các kịch bản khử carbon đã được phân tích theo một số cách khác nhau. Những cách toàn diện nhất, tức là những phân tích có tính đến nhu cầu từ tất cả các ngành, sẽ không khử carbon hoàn toàn vào năm 2050 hoặc không nằm trong lộ trình phù hợp với mục tiêu 1.5°C. Các nghiên cứu khác kết luận rằng tính nghiêm ngặt của chính sách là động lực quan trọng nhất. Nói cách khác: nếu ngành vận tải biển sẵn sàng chi trả cao nhất cho nhiên liệu có lượng phát thải KNK thấp và bằng 0, và nếu amoniac có thể được sử dụng làm nhiên liệu cho tàu và nếu tàu trang bị thêm động cơ, thì ngành vận tải biển sẽ có thể duy trì lộ trình khử carbon 1.5°C với quá trình khử carbon hoàn toàn vào năm 2050.

5. Hỗn hợp nhiên liệu

Một số nghiên cứu kịch bản khử carbon cung cấp thông tin về tỷ lệ nhiên liệu tái tạo được sử dụng vào năm 2030 hoặc các loại nhiên liệu. Những điều này được tóm tắt trong **Lỗi! Không tìm thấy nguồn tham khảo**. Tỷ lệ dao động từ 3 đến 52%. Tỷ lệ thấp nhất liên quan đến lộ trình khử carbon nhanh và gần như hoàn toàn trong khoảng thời gian từ năm 2030 đến năm 2040. Tất cả các lộ trình dần dần yêu cầu mức tiêu thụ nhiên liệu tái tạo ít nhất 9% vào năm 2030.

Một số nghiên cứu khử carbon dự đoán rằng hầu hết nhiên liệu tái tạo vào năm 2030 sẽ là nhiên liệu điện tử (chủ yếu là e-amoniac) trong khi những nghiên cứu khác dự đoán sự kết hợp giữa nhiên liệu điện tử và nhiên liệu sinh học.

Bảng 2 - Tỷ lệ nhiên liệu tái tạo trong các nghiên cứu khử carbon được xem xét, năm 2030 (dựa trên năng lượng)

| | Tỷ lệ nhiên liệu tái tạo | Loại nhiên liệu tái tạo | Tỷ lệ nhiên liệu xanh | Tỷ lệ nhiên liệu hóa thạch |
|---|--------------------------|---|-----------------------|----------------------------|
| Trung tâm Maersk McKinney Møller về Vận tải biển Không Carbon, (2022) | 52% | Không quy định | Không quy định | 48% |
| Hendriksen và cộng sự, (2021) | 50% | Biomethanol, dầu diesel sinh học, khí sinh học, e-methanol, e-amoniac | 0% | 50% |
| Smith, Galbraith, và cộng sự, (2022), kịch bản A | 9% | Chủ yếu là amoniac Một phần nhỏ nhiên liệu sinh học và điện | 0% | 91% |
| Smith, Galbraith, và cộng sự, (2022), kịch bản B | 39% | Chủ yếu là amoniac Một phần nhỏ nhiên liệu sinh học và điện | 0% | 61% |
| Smith, Galbraith, và cộng sự, (2022), kịch bản C | 3% | Amoniacc, nhiên liệu sinh học và điện | 0% | 97% |
| Bonello và cộng sự, (2022) cả hai kịch bản | 20% | Nhiên liệu sinh học và nhiên liệu điện tử | 10% | 70% |
| IRENA, (2021) | 14% | Nhiên liệu sinh học tiên tiến và e-amoniacc | 0% | 86% |

6. Cường độ carbon

Một số nghiên cứu kịch bản khử carbon cung cấp thông tin về sự phát triển cường độ KNK vào năm 2030 và 2040. Cần phải diễn giải cẩn thận vì một số nghiên cứu báo cáo cường độ carbon vận hành (ví dụ: EEOI) trong khi những nghiên cứu khác báo cáo cường độ carbon dựa trên nguồn cung (AER) và một nghiên cứu báo cáo cả hai. Trong khung chính sách hiện tại, chỉ số dựa trên nguồn cung quan trọng hơn vì CII là chỉ số dựa trên nguồn cung.

Như **Lỗi! Không tìm thấy nguồn tham khảo.** cho thấy, các mức cải thiện CII cho lộ trình phù hợp với mục tiêu 1.5 °C thay đổi từ 27 đến 60% vào năm 2030 so với năm 2008. Lưu ý rằng mức cải thiện 27% tương ứng với lộ trình chứng kiến quá trình khử carbon rất nhanh từ năm 2030 đến năm 2040. Các lộ trình dần dần yêu cầu mức cải thiện CII ít nhất 42% vào năm 2030, so với năm 2008.

Bảng 3 - Lộ trình cường độ KNK của đội tàu trong các nghiên cứu kịch bản khử carbon được xem xét

| Nghiên cứu | Mức giảm cường độ KNK năm 2030 | Mức giảm cường độ KNK năm 2040 |
|--|--------------------------------|--------------------------------|
| Smith, Galbraith, và cộng sự, (2022), kịch bản A | 42% [†] | 93% [†] |
| | 49%* | 94%* |
| Smith, Galbraith, và cộng sự, (2022), kịch bản B | 62% [†] | 87% [†] |
| | 66%* | 89%* |
| Smith, Galbraith, và cộng sự, (2022), kịch bản C | 27% [†] | 97% [†] |
| | 35%* | 97%* |
| Bonello và cộng sự, (2022) kịch bản tuyển tính | 74%* | 83%* |
| Bonello và cộng sự, (2022) kịch bản đường cong chữ s | 65%* | 89%* |
| IRENA, (2021) | 53%* | 75% |
| Smith, Baresic, và cộng sự, (2022), bắt đầu năm 2022 | 60% [†] | 96% [†] |
| Smith, Baresic, và cộng sự, (2022), bắt đầu năm 2025 | 55% [†] | 91% [†] |
| Smith, Baresic, và cộng sự, (2022), bắt đầu năm 2030 | 41% [†] | 100% [†] |

Lưu ý: Tất cả các mức giảm cường độ KNK đã được thể hiện tương ứng với cường độ KNK năm 2008 của vận tải biển quốc tế.

* Dựa trên EEOI.

† Dựa trên AER.

Tài liệu tham khảo

Bonello, J.-M., Parker, S., Smith, T., Smith, D., Lewis, A. & Villasana, F. R., 2022. *Science-based Target Setting for the Maritime Transport Sector - Version 1.0, s.l.:* The Science Based Targets initiative.

Bullock, S., Mason, J. & Larkin, A., 2022. The urgent case for stronger climate targets for international shipping. *Climate Policy*, 22, 301-309.

Faber, J., Kleijn, A., Hanayama, S., Zhang, S., Pereda, P., Comer, B., Hauerhof, E., Loeff, W. S. v. d., Smith, T., Zhang, Y., và cộng sự, 2020. *Fourth IMO Greenhouse Gas Study*, London: IMO.

Hendriksen, P. V., Sørensen, T. A. & Münster, M., 2021. *MarE-Fuel: Sustainable Maritime Fuels: Executive Summary Report*, Kongens Lyngby: Technical University of Denmark.

IMO, 2018. *Initial IMO Strategy on Reduction of GHG Emissions from Ships (Resolution MEPC.304(72)), paragraph 3.1.3*, London:

International Maritime Organization (IMO).

IPCC, 2018. *Global Warming of 1.5°C. : An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*, Geneva: World Meteorological Organization.

IPCC, 2021. *Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report: Technical Summary*: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

IRENA, 2021. *A pathway to decarbonise the shipping sector by 2050*, Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency (IRENA).

Maersk McKinney Møller Center for Zero Carbon Shipping, 2021. *Industry transition strategy*, Copenhagen: Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping.

Maersk McKinney Møller Center for Zero Carbon Shipping, 2022. *Maritime Decarbonization Strategy 2022: A decade of change*, Copenhagen: Maersk McKinney Møller Center for Zero Carbon Shipping.

Smith, T., Baresic, D., Dávila, A. S., Taylor, J., Bullock, S., Jones, C. & Larkin, A., 2022. *Maritime Review: A review of existing evidence on maritime emissions reduction pathways, in support of the UK government contributions to the revision of the IMO's Initial Strategy for GHG Reduction* (MEPC 79/INF.30), London: International Maritime Organization.

Smith, T., Galbraith, C., Perico, C. V., Taylor, J., Fuente, S. S. d. I., Thorne, C., O'Keeffe, E., Kapur, A., Howes, J., Roberts, L., và cộng sự, 2022. *International Maritime Decarbonisation Transitions – The costs and impacts of different pathways for international shipping to achieve alignment to the 1.5°C temperature goal – Main Report*, London: Department for Transport (DfT), UK.

Smith, T., Jalkanen, J., Anderson, B., Corbett, J., Faber, J., Hanayama, S., O'Keeffe, E., Parker, S., Johansson, L., Aldous, L., và cộng sự, 2014. *Third IMO GHG Study 2014: Executive Summary and Final Report*, London, IMO.