

HIỆU QUẢ CỦA MÔ HÌNH KINH TẾ TUẦN HOÀN TRONG PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG CÁC CẢNG BIỂN: KINH NGHIỆM QUỐC TẾ VÀ ỨNG DỤNG TẠI VIỆT NAM

THE EFFECTIVENESS OF THE CIRCULAR ECONOMY MODEL IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF SEAPORTS: INTERNATIONAL EXPERIENCES AND APPLICATION IN VIETNAM

MAI KHẮC THÀNH¹, QUÁCH THỊ HÀ²

¹Khoa Quản trị - Tài chính, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

²Khoa Lý luận chính trị, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

*Email liên hệ: mkthanh@vamaru.edu.vn

DOI: <https://doi.org/10.65154/jmst.952>

Tóm tắt

Bài báo này phân tích và đánh giá hiệu quả của mô hình kinh tế tuần hoàn trong việc thúc đẩy phát triển bền vững tại các cảng biển trên thế giới và tại Việt Nam. Kinh tế tuần hoàn tập trung vào việc tối ưu hóa sử dụng tài nguyên, tái chế chất thải, tiết kiệm năng lượng và áp dụng các giải pháp công nghệ xanh nhằm giảm thiểu tác động môi trường và nâng cao hiệu quả kinh tế. Qua việc tổng hợp các nghiên cứu, báo cáo thực tiễn từ các cảng biển lớn như Rotterdam, Singapore, Thượng Hải và Los Angeles, cùng với phân tích thực trạng tại các cảng biển Việt Nam như Tân Cảng Cát Lái và Tân Cảng Cái Mép, bài báo làm rõ những lợi ích thiết thực, thách thức hiện hữu và đề xuất các biện pháp phù hợp nhằm áp dụng mô hình kinh tế tuần hoàn trong phát triển bền vững tại các cảng biển Việt Nam.

Từ khóa: Kinh tế tuần hoàn, cảng biển, kinh tế tuần hoàn trong cảng biển, phát triển bền vững, cảng xanh, quản lý chất thải, tiết kiệm năng lượng, năng lượng tái tạo, cộng sinh công nghiệp, cảng thông minh, ứng dụng công nghệ số.

Abstract

This paper analyzes and evaluates the effectiveness of the circular economy model in promoting sustainable development in seaports worldwide and in Vietnam. The circular economy focuses on optimizing resource use, recycling waste, saving energy, and applying green technology solutions to minimize environmental impacts and enhance economic efficiency. By synthesizing research studies and practical reports from major seaports such as Rotterdam, Singapore, Shanghai, and Los Angeles, together

with an analysis of the current situation at Vietnamese seaports including Tan Cang Cat Lai and Tan Cang Cai Mep, this paper clarifies the tangible benefits and existing challenges, and proposes appropriate measures for applying the circular economy model to promote sustainable development in Vietnam's seaports.

Keywords: Circular economy, seaport/ port, circular economy in ports, sustainable development, green port, waste management, energy efficiency, renewable energy, industrial symbiosis, smart port, digital technology application.

1. Đặt vấn đề

Trong bối cảnh toàn cầu hóa sâu rộng và yêu cầu chuyển đổi mô hình tăng trưởng theo hướng xanh và bền vững, hệ thống cảng biển ngày càng giữ vai trò then chốt như các nút kết nối chiến lược của thương mại quốc tế và chuỗi cung ứng toàn cầu. Sự gia tăng nhanh chóng về quy mô và cường độ khai thác cảng biển đặt ra những thách thức lớn về sử dụng tài nguyên, phát thải khí nhà kính và tác động môi trường, đòi hỏi phải có những mô hình phát triển mới hiệu quả và bền vững hơn. Trong bối cảnh đó, mô hình kinh tế tuần hoàn được xem là một hướng tiếp cận phù hợp nhằm tái cấu trúc hoạt động cảng biển theo hướng tối ưu hóa sử dụng tài nguyên, giảm thiểu chất thải và phát thải, đồng thời nâng cao hiệu quả kinh tế và năng lực cạnh tranh.

2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện dựa trên phương pháp tổng hợp và phân tích tài liệu thứ cấp, bao gồm:

- Thu thập dữ liệu từ các báo cáo khoa học, nghiên cứu quốc tế và trong nước liên quan đến kinh tế tuần hoàn, phát triển cảng biển xanh và các sáng kiến bền vững tại các cảng lớn trên thế giới cũng như tại Việt Nam.

- Phân tích các chỉ số hiệu quả môi trường-kinh tế của mô hình KTTH trong hoạt động cảng được phân tích thông qua tỷ lệ tái chế chất thải, mức giảm phát thải GHG, tiết kiệm năng lượng và tối ưu chi phí vận hành.

- Đánh giá hiện trạng áp dụng mô hình KTTH tại các cảng biển Việt Nam dựa trên phân tích tổng hợp các văn bản chính sách, nghiên cứu chuyên ngành và bằng chứng thực tiễn từ quá trình triển khai.

- Xây dựng và đề xuất khung giải pháp, quy trình triển khai cùng bộ tiêu chí đánh giá hiệu quả được thiết kế phù hợp với đặc điểm vận hành của hệ thống cảng biển Việt Nam.

3. Thực trạng mô hình kinh tế tuần hoàn trong phát triển bền vững các cảng biển

3.1. Khung cơ sở lý luận mô hình kinh tế tuần hoàn

Kinh tế tuần hoàn là một mô hình phát triển hướng tới tối ưu hóa sử dụng tài nguyên, giảm thiểu chất thải và kéo dài vòng đời sản phẩm, vật liệu trong chu trình khép kín. (IUCN, 2021) Theo lý thuyết của Ellen MacArthur Foundation, KTTH được xây dựng trên ba nguyên tắc cốt lõi gồm: (i) thiết kế nhằm loại bỏ chất thải và ô nhiễm ngay từ đầu; (ii) duy trì sản phẩm và vật liệu trong vòng tuần hoàn sử dụng thông qua tái sử dụng, tái chế và tái sản xuất; và (iii) tái tạo các hệ thống tự nhiên thông qua sử dụng năng lượng tái tạo và quản lý bền vững tài nguyên.

Vận dụng khung lý thuyết này vào lĩnh vực cảng biển, có thể xem cảng biển không chỉ là điểm trung chuyển hàng hóa mà còn là một hệ thống kinh tế - kỹ thuật phức hợp, nơi tập trung và luân chuyển các dòng vật chất, năng lượng và thông tin ở quy mô lớn. Do đó, việc áp dụng KTTH tại cảng biển đòi hỏi cách tiếp cận hệ thống, tích hợp giữa quản lý tài nguyên, quản lý môi trường và quản trị vận hành. Trên cơ sở đó, khung lý thuyết KTTH cho cảng biển được cụ thể hóa thông qua các mô hình chủ đạo như: Chuỗi cung ứng tuần hoàn, cộng sinh công nghiệp trong khu vực cảng, cảng xanh và cảng thông minh gắn với KTTH. Các mô hình này phản ánh các cấp độ phát triển khác nhau của KTTH, đồng thời tạo nền tảng lý luận cho việc đánh giá hiệu quả và định hướng triển khai kinh tế tuần hoàn nhằm thúc đẩy phát triển bền vững hệ thống cảng biển.

- Mô hình chuỗi cung ứng tuần hoàn là hình thức cơ bản nhất của kinh tế tuần hoàn trong hoạt động cảng biển, tập trung vào việc tổ chức đồng bộ các khâu thu gom, phân loại, tái chế và tái sử dụng các dòng chất thải phát sinh trong quá trình khai thác cảng, bao gồm chất thải rắn, nước thải, vật liệu bao bì và phế

liệu kim loại. Mô hình này đã được áp dụng hiệu quả tại nhiều cảng biển lớn trên thế giới như Rotterdam, Singapore. Mô hình này là nền tảng bắt buộc, tạo tiền đề cho việc triển khai các mô hình kinh tế tuần hoàn nâng cao trong hệ thống cảng biển.

- Mô hình cộng sinh công nghiệp là hình thức kinh tế tuần hoàn ở cấp độ cao hơn, trong đó các dòng chất thải, nhiệt năng thừa và nước thải từ hoạt động của doanh nghiệp được tái sử dụng làm đầu vào cho các doanh nghiệp khác trong cùng khu vực cảng. Mô hình này cho phép hình thành các chu trình khép kín về vật chất và năng lượng, qua đó giảm thiểu lãng phí tài nguyên và tác động môi trường. Cảng Rotterdam là ví dụ điển hình. Mô hình này phù hợp với các cảng biển gắn liền với khu công nghiệp, logistics và dịch vụ hậu cần.

- Mô hình cảng xanh là một dạng triển khai kinh tế tuần hoàn trong lĩnh vực cảng biển, tập trung vào việc giảm thiểu toàn diện các tác động tiêu cực đến môi trường thông qua kiểm soát phát thải không khí, tiếng ồn và nước thải phát sinh trong quá trình khai thác, vận hành cảng. Đồng thời, mô hình khuyến khích sử dụng năng lượng tái tạo, áp dụng các công nghệ tiết kiệm năng lượng và xây dựng hệ thống quản lý môi trường theo các tiêu chuẩn quốc tế như ISO 14001 và EcoPorts.

- Mô hình cảng thông minh gắn với kinh tế tuần hoàn là bước phát triển cao hơn trong quá trình chuyển đổi mô hình quản lý và vận hành cảng biển theo hướng bền vững, trong đó các công nghệ số như Internet vạn vật (IoT), trí tuệ nhân tạo (AI) và dữ liệu lớn (Big Data) được tích hợp nhằm giám sát và phân tích liên tục các dòng vật chất, năng lượng và chất thải trong toàn bộ hệ thống cảng. Việc ứng dụng các công nghệ này cho phép tối ưu hóa mức tiêu thụ tài nguyên theo thời gian thực, nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng và giảm thiểu phát sinh chất thải. Các cảng biển như Singapore và Thượng Hải là những ví dụ tiêu biểu cho mô hình này.

- Mô hình cảng bền vững tích hợp là hình thái phát triển ở cấp độ cao nhất của kinh tế tuần hoàn trong lĩnh vực cảng biển, trong đó các yếu tố tuần hoàn tài nguyên, cảng xanh, cảng thông minh và bao trùm xã hội được tích hợp đồng bộ trong một khung quản trị thống nhất. Mô hình này không chỉ tập trung tối ưu hóa sử dụng tài nguyên và giảm thiểu tác động môi trường mà còn chú trọng ứng dụng công nghệ số, nâng cao hiệu quả quản lý, bảo đảm lợi ích hài hòa giữa các bên liên quan và địa phương. Thông qua việc tích hợp các nguyên tắc phát triển bền vững, mô hình cảng bền vững tích hợp hướng tới việc thực hiện các Mục tiêu Phát triển bền vững (SDGs), cam kết trung hòa carbon

(Net Zero) và các tiêu chuẩn về môi trường, xã hội và quản trị (ESG), qua đó được xem là mô hình đích đến dài hạn trong chiến lược phát triển hệ thống cảng biển hiện đại và bền vững.

3.2. Thực trạng áp dụng kinh tế tuần hoàn từ các cảng biển thế giới

* Cảng Rotterdam (Hà Lan)

Cảng Rotterdam là điển hình của mô hình cộng sinh công nghiệp, trong đó các doanh nghiệp chia sẻ nguyên liệu dư thừa, nhiệt thừa và phối hợp xử lý chất thải, giúp giảm phát thải CO₂ khoảng 19,2% (Rotterdam Port Authority, 2024). Ngoài ra, cảng đầu tư mạnh mẽ vào năng lượng tái tạo như hệ thống điện mặt trời, gió và tái sử dụng nước thải đạt chuẩn quốc tế. Các biện pháp này đã giúp giảm chi phí vận hành từ 10-15% và tái chế khoảng 45% chất thải rắn phát sinh (IUCN, 2021).

* Cảng Singapore

Việc tích hợp các hệ thống quản lý năng lượng và chất thải dựa trên công nghệ số và tự động hóa tại Cảng Singapore đã cho thấy hiệu quả đáng kể với mức sụt giảm 15% tiêu thụ điện từ lưới điện công cộng và đạt tỷ lệ chuyển hóa chất thải thành nguyên liệu tái chế lên đến 40% (Maritime and Port Authority of Singapore, 2023). Sáng kiến chuyển đổi năng lượng

sạch giúp giảm phát thải khí nhà kính từ 18-20% (World Bank, 2021). Cảng cũng áp dụng các tiêu chuẩn môi trường nghiêm ngặt nhằm giảm thiểu ô nhiễm tiếng ồn và không khí.

* Cảng Thượng Hải (Trung Quốc)

Cảng Thượng Hải đã giảm sử dụng nhiên liệu hóa thạch xuống dưới 50% tổng năng lượng tiêu thụ, đồng thời tăng tỷ lệ năng lượng tái tạo lên gần 20% (Shanghai International Port Group, 2022). Cảng cũng thực hiện quản lý vòng đời vật liệu hiệu quả, tái sử dụng và tái chế trên 40% chất thải rắn, đồng thời triển khai chuỗi cung ứng tuần hoàn giúp giảm thất thoát nguyên liệu khoảng 10-12% (Ellen MacArthur Foundation, 2019).

* Cảng Los Angeles (Hoa Kỳ)

Cảng Los Angeles tập trung vào năng lượng xanh với việc đầu tư xe nâng và thiết bị điện, giảm phát thải khí nhà kính lên đến 30% (Port of Los Angeles, 2020). Ngoài ra, cảng tiết kiệm hơn 12% điện năng tiêu thụ nhờ áp dụng năng lượng tái tạo và hệ thống quản lý năng lượng tiên tiến.

Bảng 1 là bảng tổng hợp so sánh các số liệu thực tế về hiệu quả KTTH tại một số cảng biển trên thế giới.

Nhận xét:

- Các cảng biển lớn đã triển khai đồng bộ các giải

Bảng 1. Tổng hợp hiệu quả KTTH tại các cảng biển

Tiêu chí/ Cảng biển	Rotterdam (Hà Lan)	Singapore	Thượng Hải (Trung Quốc)	Los Angeles (Mỹ)
Giảm phát thải khí nhà kính (CO ₂)	19,2%	18-20%	Không có số chính xác, nhưng giảm đáng kể	30%
Tiết kiệm chi phí vận hành	10-15%	-	-	-
Tỷ lệ tái chế chất thải rắn	Khoảng 45%	Khoảng 40%	Trên 40%	-
Giảm tiêu thụ năng lượng	-	Khoảng 15%	-	12%
Tỷ lệ năng lượng tái tạo	Sử dụng năng lượng mặt trời, gió	-	Gần 20%	Không có số liệu cụ thể
Chuỗi cung ứng tuần hoàn	Mô hình cộng sinh công nghiệp	Hệ thống quản lý thông minh	Giảm thất thoát nguyên liệu 10-12%	Áp dụng xe nâng điện, thiết bị xanh
Hệ thống quản lý chất thải và nước thải	Thu gom, tái chế đa dạng vật liệu	Thu hồi vật liệu thải, hệ thống quản lý chất thải thông minh	Thu gom & tái chế chất thải, xử lý nước thải đạt chuẩn	Hệ thống năng lượng xanh, giảm ô nhiễm

Nguồn: Tổng hợp từ Rotterdam Port Authority (2024), Maritime and Port Authority of Singapore (2023), Shanghai International Port Group (2022), Port of Los Angeles (2020), Ellen MacArthur Foundation (2019).

Ghi chú: “-” là không có số liệu cụ thể.

pháp KTTH, đạt hiệu quả rõ rệt trong việc giảm phát thải khí nhà kính, tăng tỷ lệ tái chế và sử dụng năng lượng tái tạo, đồng thời tiết kiệm chi phí vận hành.

- Các cảng biển lớn đã triển khai đồng bộ các giải pháp KTTH, đạt hiệu quả rõ rệt trong việc giảm phát thải khí nhà kính, tăng tỷ lệ tái chế và sử dụng năng lượng tái tạo, đồng thời tiết kiệm chi phí vận hành. Rotterdam nổi bật với mô hình cộng sinh công nghiệp và chuỗi cung ứng tuần hoàn, Singapore và Thượng Hải tập trung phát triển cảng xanh thông minh, trong khi Los Angeles là ví dụ điển hình cho ứng dụng thiết bị và phương tiện năng lượng xanh.

3.3. Thực trạng áp dụng kinh tế tuần hoàn tại các cảng biển Việt Nam

Ở Việt Nam, Đề án phát triển cảng xanh giai đoạn 2021-2030 được Bộ Giao thông vận tải thông qua với mục tiêu 50% cảng biển lớn phải tuân thủ tiêu chuẩn cảng xanh vào năm 2030, đồng thời ban hành các chính sách ưu đãi về thuế và hỗ trợ kỹ thuật cho doanh nghiệp thực hiện KTTH. Tuy nhiên, việc áp dụng KTTH trong lĩnh vực cảng biển mới đạt được một số kết quả nhất định tại cảng biểu tiêu biểu như:

Cảng Tân Cảng - Cát Lái: Được công nhận là cảng xanh đầu tiên năm 2018, cảng đã triển khai hệ thống thu gom và phân loại chất thải hiệu quả, đồng thời ứng dụng năng lượng mặt trời quy mô nhỏ nhằm giảm thiểu phát thải khí nhà kính khoảng 12% (Sở Tài nguyên và Môi trường TP.HCM, 2022). Những giải pháp nêu trên đóng góp vào việc tối ưu hóa hiệu quả sử dụng tài nguyên và giảm nhẹ gánh nặng môi trường đối với khu vực cảng biển.

Cảng quốc tế Tân Cảng - Cái Mép (TCIT): TCIT đã đưa vào triển khai hệ thống xử lý nước thải đạt chuẩn quốc tế, đồng thời tái sử dụng nước trong các khâu vận hành nhằm giảm thiểu ô nhiễm môi trường (Bộ Giao thông Vận tải Việt Nam, 2020). Cảng thực hiện phân loại và thu gom chất thải rắn theo nguyên tắc nghiêm ngặt, hợp tác với các doanh nghiệp tái chế để thu hồi phế liệu kim loại, nhựa và bao bì. Hệ thống quản lý môi trường tuân thủ tiêu chuẩn ISO 14001 được duy trì tại TCIT, qua đó các hoạt động bảo vệ môi trường và tiết kiệm năng lượng được cải tiến liên tục thông qua việc ứng dụng thiết bị có hiệu suất vận hành cao và hệ thống tự động hóa tiên tiến

Mặc dù các nỗ lực ban đầu đã đạt được kết quả tích cực, song việc áp dụng mô hình KTTH tại các cảng biển Việt Nam vẫn còn nhiều thách thức, như hạn chế về công nghệ, thiếu hụt nguồn lực tài chính và nhân lực có trình độ chuyên môn cao, cũng như chưa hoàn thiện khung pháp lý và chính sách khuyến khích

đủ mạnh để thúc đẩy chuyển đổi toàn diện.

4. Đề xuất biện pháp triển khai mô hình kinh tế tuần hoàn và tiêu chuẩn đánh giá hiệu quả cho các cảng biển Việt Nam

4.1. Quy trình áp dụng mô hình kinh tế tuần hoàn tại cảng biển

Để triển khai hiệu quả mô hình KTTH trong ngành cảng biển Việt Nam, quy trình áp dụng đề xuất bao gồm 6 bước chính:

Bước 1: Khảo sát và đánh giá hiện trạng

Triển khai đánh giá toàn diện về công tác quản lý tài nguyên, chất thải, năng lượng và quy trình vận hành hiện tại. Xác định các điểm phát sinh chất thải, nguồn tiêu hao năng lượng lớn và các lãng phí tiềm ẩn. Đánh giá năng lực và nhận thức của cán bộ quản lý, nhân viên về KTTH.

Bước 2: Lập kế hoạch chuyển đổi KTTH

Lập kế hoạch chi tiết các hoạt động thu gom, phân loại, tái chế chất thải; tối ưu hóa năng lượng; tái sử dụng nguồn lực. Đặt ra các mục tiêu cụ thể về giảm phát thải, tăng tỷ lệ tái chế và tiết kiệm năng lượng. Lập ngân sách đầu tư cho công nghệ, hạ tầng, đào tạo nhân lực.

Bước 3: Hoàn thiện hệ thống quản lý và hạ tầng kỹ thuật

Lập kế hoạch thu gom, phân loại chất thải đồng bộ, hiện đại. Đầu tư thiết bị tiết kiệm năng lượng, hệ thống năng lượng tái tạo như điện mặt trời và gió. Ứng dụng công nghệ số, hệ thống quản lý thông minh (IoT, AI) để giám sát và tối ưu hoạt động.

Bước 4: Đào tạo và nâng cao nhận thức

Tổ chức các khóa tập huấn chuyên sâu về KTTH, tiêu chuẩn môi trường và kỹ năng vận hành cho cán bộ, nhân viên. Đồng thời tăng cường tuyên truyền nâng cao nhận thức cho cộng đồng và những bên liên quan về vai trò và lợi ích của KTTH.

Bước 5: Triển khai và vận hành mô hình KTTH

Thực hiện các hoạt động thu gom, tái chế, tiết kiệm năng lượng theo kế hoạch đã đề ra. Giám sát liên tục, thu thập dữ liệu về hiệu quả sử dụng tài nguyên, chất thải và năng lượng. Điều chỉnh quy trình và kế hoạch dựa trên kết quả thực tiễn.

Bước 6: Đánh giá và cải tiến liên tục

Thực hiện đánh giá định kỳ hiệu quả KTTH theo các tiêu chuẩn đã thiết lập. Báo cáo kết quả, chia sẻ kinh nghiệm và bài học với các bên liên quan. Cập

nhật công nghệ và quy trình mới để nâng cao hiệu quả và phù hợp với yêu cầu phát triển bền vững.

4.2. Tiêu chuẩn đánh giá hiệu quả kinh tế tuần hoàn tại cảng biển

Hiệu quả của mô hình kinh tế tuần hoàn trong lĩnh vực cảng biển cần được đánh giá trong mối liên hệ chặt chẽ với mục tiêu phát triển bền vững, dựa trên 4 trụ cột cơ bản là kinh tế, môi trường, công nghệ - kỹ thuật và xã hội - quản trị (chi tiết tại Bảng 2).

4.3. Biện pháp triển khai tại các cảng biển Việt Nam

Để thúc đẩy việc áp dụng mô hình KTTH hiệu quả, các biện pháp chiến lược sau cần được ưu tiên thực hiện: Hoàn thiện khung pháp lý và chính sách:

Đưa ra các quy định bắt buộc về trách nhiệm thu hồi và tái chế chất thải của doanh nghiệp cảng. Thiết lập tiêu chuẩn bắt buộc về cảng xanh và phát triển bền vững. Đề xuất kết hợp các công cụ kinh tế-tài chính gồm ưu đãi thuế và phí môi trường như cơ chế tạo

động lực cho việc chuyển đổi sang KTTH .

Đầu tư công nghệ và hạ tầng:

Thúc đẩy đầu tư vào hạ tầng công nghệ thông minh, cụ thể là tích hợp giải pháp số hóa và tự động hóa vào các hệ thống quản lý năng lượng, chất thải và điều hành hoạt động cảng. Triển khai hệ thống quản lý chất thải đồng bộ theo chuỗi giá trị: Thu gom - phân loại - tái chế dựa trên nguyên tắc cộng sinh công nghiệp, trong đó chất thải từ một quy trình trở thành nguyên liệu đầu vào cho quy trình khác. Song song đó, phát triển danh mục đầu tư năng lượng tái tạo tại các cảng biển, kết hợp với triển khai các biện pháp quản lý năng lượng nhằm tối ưu hóa hiệu suất.

Đào tạo chuyên sâu và nâng cao năng lực quản lý:

Xây dựng hệ thống đào tạo liên tục về KTTH cho các cấp quản lý và nhân viên nhằm nâng cao nhận thức chiến lược, năng lực quản trị và kỹ năng vận hành thực tế. Song song, thiết lập và duy trì mạng lưới hợp tác quốc tế với các tổ chức chuyên môn và viện nghiên cứu để tạo kênh chuyển giao công nghệ bền vững và

Bảng 2. Tiêu chuẩn đánh giá hiệu quả kinh tế tuần hoàn tại cảng biển Việt Nam

Tiêu chuẩn đánh giá	Chỉ số định lượng / Định tính	Mục tiêu đề xuất
Tiêu chí kinh tế		
Tiết kiệm năng lượng	% giảm tiêu thụ năng lượng điện và nhiên liệu	≥ 10%
Sử dụng năng lượng tái tạo	% năng lượng sử dụng từ nguồn tái tạo trên tổng năng lượng	≥ 10-20%
Tiêu chí môi trường		
Tỷ lệ tái chế chất thải	% khối lượng chất thải được thu gom và tái chế	≥ 40-50%
Giảm phát thải khí nhà kính (CO ₂)	% giảm so với giai đoạn trước áp dụng KTTH	≥ 10-15%
Quản lý nước thải	% nước thải được xử lý đạt tiêu chuẩn môi trường	100%
Phân loại và thu gom rác thải tại nguồn	Có/không; tỷ lệ thực hiện	100% phân loại rác thải tại nguồn
Tiêu chí kỹ thuật công nghệ		
Tuân thủ tiêu chuẩn môi trường	Áp dụng ISO 14001 hoặc tiêu chuẩn tương đương	Đạt và duy trì
Mức độ tự động hoá, số hoá	Tự động hoá quy trình khai thác cảng, ứng dụng số hoá trong quy trình quản lý cảng	50-60% quy trình được tự động hoá, số hoá
Tiêu chí xã hội - quản lý		
Đào tạo và nhận thức	% cán bộ, nhân viên được đào tạo về KTTH và bền vững	≥ 80%
Hợp tác cộng sinh công nghiệp	Số lượng doanh nghiệp tham gia mô hình cộng sinh	Tăng trưởng theo kế hoạch
Tác động kinh tế xã hội	Việc làm tạo ra từ mô hình KTTH và tiết kiệm chi phí	Tăng so với trước áp dụng KTTH

Nguồn: Tác giả đề xuất, tổng hợp từ kinh nghiệm quốc tế.

phát triển đội ngũ chuyên gia KTTH đáp ứng chuẩn quốc tế.

Chuyển đổi sang các mô hình KTTH phù hợp:

Việc triển khai các mô hình kinh tế tuần hoàn trong hoạt động cảng biển cần được thiết kế linh hoạt, phù hợp với đặc điểm chức năng, quy mô và mức độ hội nhập chuỗi cung ứng của từng loại hình cảng. Trên cơ sở phân loại cảng, nghiên cứu đề xuất các mô hình ưu tiên và cách thức áp dụng cụ thể như sau:

- **Cảng địa phương:** Triển khai các giải pháp tuần hoàn trong quản lý chất thải rắn, nước thải và năng lượng, như: tái sử dụng nước sau xử lý cho tưới cây, vệ sinh cầu cảng; phân loại và tái chế chất thải phát sinh từ hoạt động xếp dỡ; từng bước sử dụng năng lượng tái tạo. Song song, mô hình cảng xanh được áp dụng thông qua việc kiểm soát ô nhiễm không khí, tiếng ồn, cải thiện cảnh quan sinh thái và tuân thủ các tiêu chuẩn môi trường quốc gia và quốc tế.

Bảng 3. Mô hình áp dụng cho từng loại cảng

Loại hình cảng	Mô hình ưu tiên
Cảng quy mô nhỏ	Tuần hoàn + Cảng xanh
Cảng container quốc tế	Tuần hoàn + Cảng xanh + Thông minh
Cảng công nghiệp - logistics	Cộng sinh công nghiệp
Cảng trung chuyển	Mô hình bền vững tích hợp

Nguồn: Tác giả đề xuất.

- **Cảng container quốc tế:** tập trung tối ưu vòng đời thiết bị, tái sử dụng vật tư, giảm tiêu hao nhiên liệu trong khai thác tàu và phương tiện nội cảng. Mô hình cảng xanh được triển khai thông qua sử dụng nhiên liệu sạch cho thiết bị xếp dỡ, kiểm kê và cắt giảm phát thải khí nhà kính theo các chuẩn mực quốc tế. Tích hợp mô hình cảng thông minh gồm hệ thống quản lý cảng tích hợp (TOS), IoT, dữ liệu lớn và trí tuệ nhân tạo để tối ưu luồng hàng, giảm thời gian chờ tàu và phương tiện.

- **Cảng công nghiệp - logistics:** Mô hình tập trung vào sự liên kết và chia sẻ tài nguyên giữa cảng và các doanh nghiệp trong khu vực lân cận. Chẳng hạn, nhiệt thải từ nhà máy có thể được tận dụng cho kho lạnh logistics; bùn thải hoặc phế liệu có thể được xử lý, tái chế ngay trong khu vực cảng - công nghiệp. Đồng thời, hạ tầng logistics dùng chung giúp giảm chi phí vận chuyển, giảm phát thải và tăng hiệu quả sử dụng.

- **Cảng trung chuyển:** Là mô hình bền vững tích hợp, kết hợp đồng thời các yếu tố kinh tế tuần hoàn, chuyển đổi năng lượng, số hóa và quản trị bền vững.

Bên cạnh đó điều phối hiệu quả các bên liên quan trong chuỗi giá trị, từ hãng tàu, doanh nghiệp logistics đến chính quyền địa phương.

Tăng cường hợp tác đa bên:

Khuyến khích liên kết chặt chẽ giữa các doanh nghiệp trong khu vực cảng để hình thành mô hình cộng sinh, chia sẻ nguồn lực và xử lý chất thải. Tăng cường hợp tác giữa nhà nước, doanh nghiệp và cộng đồng nhằm tạo môi trường thuận lợi cho phát triển KTTH.

5. Kết luận

Việc áp dụng đồng bộ mô hình KTTH cùng với hệ thống tiêu chuẩn đánh giá hiệu quả rõ ràng sẽ tạo điều kiện thuận lợi để các cảng biển Việt Nam phát triển theo hướng bền vững, tiết kiệm tài nguyên, giảm phát thải khí nhà kính và nâng cao hiệu quả kinh tế. Kinh nghiệm quốc tế cho thấy các cảng biển đã đạt được thành công đáng kể nhờ thực hiện các giải pháp tích hợp trong quản lý chất thải, tối ưu năng lượng, ứng dụng công nghệ xanh và phát triển mô hình cộng sinh công nghiệp. Đối với Việt Nam, việc tiếp thu và điều chỉnh phù hợp các kinh nghiệm quốc tế trong bối cảnh đặc thù về nguồn lực, hạ tầng và chính sách sẽ là nhân tố quyết định sự chuyển dịch hiệu quả sang nền KTTH trong lĩnh vực cảng biển.

Để nâng cao năng lực cạnh tranh quốc tế, ngành cảng biển Việt Nam cần có sự cam kết từ các bên liên quan (chính phủ, khu vực tư nhân, cộng đồng) và triển khai đầu tư bền vững vào công nghệ hiện đại cùng phát triển nguồn nhân lực có trình độ cao. Lộ trình phát triển này đảm bảo sự hài hòa giữa các mục tiêu kinh tế, môi trường và khí hậu, từ đó góp phần quan trọng vào việc đạt được các mục tiêu phát triển bền vững (SDGs) cấp quốc gia và toàn cầu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Cục Hàng hải Việt Nam, *Đề án phát triển cảng xanh tại Việt Nam giai đoạn 2021-2030*.
- [2] Maritime and Port Authority of Singapore (2023), *Energy Efficiency Initiatives*, <https://www.mpa.gov.sg/web/portal/home/port-of-singapore/sustainability>.
- [3] Ellen MacArthur Foundation (2019), *Circular Economy in Ports: A Practical Guide*, <https://ellenmacarthurfoundation.org/>
- [4] IUCN (2021), *Marine and Coastal Circular Economy*, <https://www.iucn.org/resources/publications>
- [5] Port of Los Angeles (2020), *Green Port Policy*

- Report, www.portoflosangeles.org/environment.
- [6] Rotterdam Port Authority (2023, 2024), *Sustainability Report 2022, 2024*, <https://www.portofrotterdam.com/en/sustainability>.
- [7] Rapportage broeikasgassen Haven van Rotterdam, CE delft, 4/2025.
- [8] Shanghai International Port Group (2022), *Environmental and Sustainability Report*, <https://www.portshanghai.com.cn/>
- [9] Tân Cảng Cát Lái, *Báo cáo thường niên của Cảng Tân Cảng -Cát Lái năm 2023, 2024*.
- [10] Tân Cảng Cái Mép, *Báo cáo của Cảng quốc tế Tân Cảng Cái Mép năm 2023, 2024*.
- [11] World Bank (2021), *Green Ports: Pathways to Sustainable Maritime Trade*, <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35766>.

Ngày nhận bài:	05/01/2026
Ngày nhận bản sửa:	29/01/2026
Ngày duyệt đăng:	03/02/2026