



Phân tích hiện trạng và đề xuất giải pháp sử dụng năng lượng xanh, hiệu quả đối với ngành đường sắt Việt Nam

NGUYỄN THANH HÒA, KIỀU VĂN CẤN
 Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải

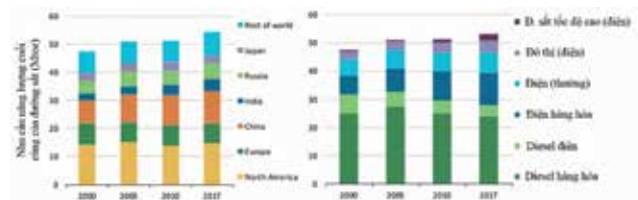
Hoạt động vận tải đường sắt ở nước ta định hướng sẽ được đầu tư phát triển để vận tải hành khách và hàng hóa thay thế cho đường bộ và các loại hình vận tải khác. Sử dụng năng lượng xanh và hiệu quả hơn nữa đối với các phương tiện vận tải đường sắt sẽ đóng góp vào đảm bảo an ninh năng lượng, giảm mức tiêu thụ năng lượng và giảm phát thải chất ô nhiễm ra môi trường. Bài báo phân tích hiện trạng sử dụng năng lượng, xu hướng phát triển của ngành vận tải đường sắt. Trên cơ sở đó, đề xuất các giải pháp nhằm sử dụng năng lượng xanh, hiệu quả hơn nữa đối với ngành vận tải đường sắt Việt Nam. Các giải pháp đề xuất được tập trung vào loại năng lượng, phương tiện sử dụng hiệu quả và tối ưu hoạt động vận tải, là cơ sở để nghiên cứu sâu định hướng chiến lược phát triển công nghệ và điều kiện vận hành của ngành này trong tương lai.

1. THỰC TRẠNG HOẠT ĐỘNG VÀ SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG ĐỐI VỚI NGÀNH VẬN TẢI ĐƯỜNG SẮT

1.1. Thực trạng sử dụng năng lượng của ngành đường sắt đối với một số quốc gia trên thế giới

Trên thế giới, lĩnh vực giao thông vận tải tiêu thụ khoảng trên 20% nhu cầu năng lượng cuối cùng, trong đó ngành đường sắt chiếm 2% trong tổng năng lượng tiêu thụ của lĩnh vực. Mức tiêu thụ năng lượng của ngành đường sắt thấp hơn nhiều so với vận tải đường bộ, đường thủy nội địa, hàng hải và hàng không. Ở nhiều quốc gia thuộc cơ quan năng lượng quốc tế (IEA: International Energy Agency), tỷ lệ tiêu thụ năng lượng thấp nhưng tỷ lệ vận tải vẫn ở mức cao, chiếm 8% tổng nhu cầu luân chuyển hành khách (hành khách.km) và 7% tổng nhu cầu luân chuyển hàng hóa (tấn.km). Điều này cho thấy, hiệu quả sử dụng năng lượng của ngành đường sắt cao hơn, cụ thể đối với vận tải hành khách cường độ năng lượng của vận tải đường sắt là 19 toe/triệu hành khách.km, trong khi xe tải nặng của đường bộ là 87 toe/triệu hành khách.km và hàng không là 72 toe/triệu hành khách.km; đối với vận tải hàng hóa, đường sắt là 11,5 toe/triệu tấn.km và xe tải hàng trung của đường bộ là 48 toe/triệu tấn.km, nhưng vẫn cao hơn so với đường thủy là 2,5 toe/triệu tấn.km [1]. Với hiệu quả năng lượng đạt được như trên, việc phát triển ngành vận tải đường sắt ở nhiều nước trên thế giới là cần thiết.

Thực tế, nhu cầu sử dụng năng lượng của ngành đường sắt lớn nhất trên thế giới là liên minh châu Âu và Bắc Mỹ, tiếp đến là một số nước như Trung Quốc, Ấn Độ, Nam Phi và Brazil (Hình 1) [1]. Các phương tiện sử dụng trong ngành đường sắt gồm tàu điện ngầm, tàu liên tỉnh, tàu metro và tàu cao tốc đã được phát triển [2].



▲ Hình 1. Nhu cầu sử dụng năng lượng cuối cùng của ngành đường sắt ở một số quốc gia trên thế giới [1]

Xét về loại nhiên liệu và năng lượng sử dụng trong ngành vận tải đường sắt: Trong những năm qua, các quốc gia là thành viên của IEA đã sử dụng điện năng chiếm đến 47%, trong đó nhiên liệu diesel là khoảng 53%, tương ứng 25 Mtoe. Quốc gia sử dụng điện năng cao nhất trong ngành đường sắt vận tải khách (80% số km) gồm Liên minh Châu Âu, Nhật Bản và Hàn Quốc. Tại Hoa Kỳ - Mỹ, tàu khách sử dụng 99% năng lượng điện. Tại Trung Quốc, Ấn Độ và Nga, sử dụng điện năng chiếm từ 45% đến 65% tổng năng lượng của ngành [1], trong khi đó ở vương quốc Anh sử dụng khoảng 60% điện năng trong vận tải đường sắt. Điện năng ở các quốc gia này được sản xuất từ nhiều nguồn như turbine gió, điện quang mặt trời, năng lượng gió, năng lượng sinh học, địa nhiệt [2]. Đây là các nguồn năng lượng xanh, được nhiều quốc gia ưu tiên phát triển trong thời gian tới. Tại Mỹ, nguồn năng lượng xanh được sử dụng đến 80% để sản xuất điện năng. Bên cạnh việc phát triển công nghệ sử dụng năng lượng xanh, các giải pháp sử dụng năng lượng hiệu quả cũng được triển khai áp dụng như giải pháp tối ưu hóa hành trình, đầu tư công nghệ sử dụng năng lượng xanh và áp dụng các biện pháp kỹ thuật nhằm sử dụng hiệu quả năng lượng [2].

1.2. Thực trạng hoạt động và sử dụng năng lượng đối với ngành đường sắt Việt Nam

Ngành đường sắt Việt Nam hiện có 283 đầu máy, 5.378 toa xe các loại và có 1 tuyến tàu điện mới đưa vào khai thác tại Hà Nội. Ngoài tuyến tàu điện được đề cập, các phương tiện còn lại hầu hết là công nghệ cũ, có tuổi thọ cao, công suất nhỏ và tốc độ di chuyển chậm. Các phương tiện này có tuổi thọ trên 30 năm chiếm hơn một nửa (54,5%) và được sản xuất ở nhiều nước khác nhau như Việt Nam, Trung Quốc, Ấn Độ. Các phương tiện này được sản xuất và sử



dụng chủ yếu là vật liệu có tải trọng cao như sắt, thép. Do nguồn vốn đầu tư cho ngành còn hạn hẹp nên tốc độ mua sắm phương tiện, đầu tư xây dựng mới, cải tạo cơ sở hạ tầng còn chậm, quá trình hỏng hóc, sửa chữa chủ đạo được nâng cấp, cải tạo để sử dụng [3].

Xem xét về mức tiêu thụ năng lượng, các hoạt động dịch vụ (vận tải hành khách và hàng hóa) đường sắt là 26,5 ktoe (chiếm 0,54%) vào năm 2012 và 65,3 ktoe (chiếm 0,67%) vào năm 2018, thấp hơn nhiều so với hoạt động vận tải đường bộ (2.851,4 ktoe vào năm 2012 và 5.836,8 ktoe vào năm 2018), đường thủy nội địa (973,5 ktoe vào năm 2012 và 1.921,7 ktoe vào năm 2018) và đường hàng không (1.031,9 ktoe vào năm 2012 và 1.909,6 ktoe vào năm 2018) [4]. Không giống như một số quốc gia trên thế giới, mức tiêu thụ năng lượng của vận tải đường sắt thấp là do nhu cầu vận tải của ngành này cũng thấp tương ứng: tỷ trọng vận tải đường sắt năm 2018 chỉ chiếm 0,1%; trong đó đường bộ là 93,5%; đường thủy là 5,4% và đường hàng không là 1,0%) đối với vận tải hành khách; còn đối với hàng hóa là 0,3%; trong khi đó đường bộ là 79,1%, đường thủy là 20,58% và đường hàng không là 0,02%. Số liệu thực tế cũng cho thấy, mức độ vận tải của ngành đường sắt giảm xấp xỉ 67% từ 11,2 triệu HK (hành khách) vào năm 2010 xuống còn 3,7 triệu HK vào năm 2020 đối với vận tải hành khách và giảm 33,6% vận tải hàng hóa từ 7.881,5 triệu tấn vào năm 2010 xuống còn 5.216,3 triệu tấn vào năm 2020 [5]. Như vậy, hiệu quả sử dụng năng lượng của ngành đường sắt Việt Nam vẫn thấp hơn so với nhiều quốc gia đã đề cập ở trên.

Nhiên liệu sử dụng trong ngành vận tải đường sắt ở nước ta chủ đạo vẫn diesel, chiếm đến 99% [4]. Nhiên liệu khác như điện năng mới được trang bị với số lượng nhỏ, trong khi đó các năng lượng xanh khác vẫn đang trong giai đoạn nghiên cứu thử nghiệm hoặc mới đặt triển vọng phát triển lâu dài như nhiên liệu sinh học, khí thiên nhiên nén (CNG), năng lượng mặt trời.

Có thể thấy, ngành vận tải đường sắt Việt Nam chưa được phát triển tương xứng với các ngành vận tải khác trong nước và trong khu vực. Tình hình hiện trạng đã chỉ ra công nghệ của phương tiện vẫn còn lạc hậu, tuổi thọ cao dẫn đến nhu cầu sử dụng cho vận hành tải hành khách và hàng hóa bị hạn chế. Nhiên liệu sử dụng chủ đạo vẫn là nhiên liệu hóa thạch, gây cạn kiệt nguồn tài nguyên thiên nhiên, ảnh hưởng đến an ninh năng lượng chung và gây tác động đến môi trường.

Việc chú trọng đầu tư và phát triển ngành vận tải đường sắt, đáp ứng được nhu cầu cho hoạt động dịch vụ vận tải sẽ giúp giảm tải cho ngành vận tải đường bộ và các ngành vận tải khác. Hiện nay, chất lượng cuộc sống ngày càng tăng cao nên công nghệ phương tiện càng được cải thiện sẽ càng thu hút hành khách và hàng hóa được luân chuyển. Hơn nữa, vận tải đường sắt được đánh giá là ngành có hiệu quả sử dụng năng lượng cao (giá trị cường độ năng lượng thấp) hơn so với các ngành vận tải khác. Vì vậy, tăng tỷ lệ vận tải cho ngành đường sắt sẽ góp phần giảm mức

tiêu hao năng lượng cho toàn ngành giao thông vận tải.

2. XU HƯỚNG SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG ĐỐI VỚI NGÀNH ĐƯỜNG SẮT VIỆT NAM

Ngành đường sắt Việt Nam được định hướng phát triển theo hướng sử dụng năng lượng điện, năng lượng xanh và năng lượng điện khí hóa theo Quyết định số 876/QĐ-TTg ngày 22/7/2022. Đồng thời, ngành đường sắt phấn đấu từ nay đến 2030 sẽ đạt mục tiêu khoảng 3,55% thị phần luân chuyển hành khách và 1,35% thị phần luân chuyển hàng hóa theo quy hoạch mạng lưới đường sắt số 1769/QĐ-TTg ngày 19/10/2021. Ngoài ra, thực hiện nâng cấp, cải tạo các tuyến đường sắt hiện có và đầu tư các tuyến đường sắt cao tốc mới đáp ứng nhu cầu vận tải chuyển dịch vận tải từ phương tiện cá nhân, xe tải đường bộ sang đường sắt.

3. GIẢI PHÁP SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG XANH VÀ HIỆU QUẢ CỦA NGÀNH ĐƯỜNG SẮT VIỆT NAM

3.1. Tình hình thực hiện các giải pháp

Trong những năm qua, Bộ Giao thông vận tải đã chỉ đạo tăng cường kiểm soát, phòng ngừa và hạn chế gia tăng ô nhiễm môi trường do hoạt động giao thông vận tải gây ra, trong đó có ngành đường sắt và việc áp dụng các giải pháp để nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng là cần thiết. Để đạt được mục tiêu này, cần phải đẩy mạnh ứng dụng khoa học công nghệ, sử dụng phương tiện tiêu thụ năng lượng xanh và mức tiêu hao thấp, trên cơ sở đó từng bước đưa nhiên liệu sạch, năng lượng tái tạo sử dụng trong hoạt động giao thông vận tải đường sắt.

Thực tế cho thấy, vận tải đường sắt chưa đáp ứng được yêu cầu của sự nghiệp công nghiệp hoá, hiện đại hoá đất nước, còn nhiều bất cập và chưa được phát triển đồng bộ. Nhu cầu vận tải đường sắt từ năm 2016 không những không tăng mà còn bị sụt giảm [3]. Cùng với đó, việc áp dụng các biện pháp sử dụng năng lượng tiết kiệm chưa được triển khai đồng bộ và hiệu quả. Nhiều giải pháp trên thế giới đã áp dụng nhưng Việt Nam vẫn đặt ra ở triển vọng trong thời gian tới như tận dụng năng lượng từ phanh tái sinh và sử dụng vật liệu nhẹ vào sản xuất phương tiện. Một số giải pháp đã áp dụng nhưng chưa triệt để như lái xe sinh thái mới chỉ xây dựng thời gian biểu chạy tàu phù hợp với điều kiện khai thác, chưa triển khai rộng rãi; tối ưu thời gian chạy tàu chưa được nghiên cứu, đánh giá chi tiết,...

3.2. Các giải pháp sử dụng năng lượng xanh và hiệu quả của ngành đường sắt

Căn cứ vào hiện trạng hoạt động, sử dụng năng lượng, phương tiện và thực trạng áp dụng các giải pháp sử dụng năng lượng xanh, hiệu quả của ngành đường sắt ở nước ta. Ngoài ra, căn cứ vào một số văn bản quy phạm pháp luật: Quyết định số 876/QĐ-TTg ngày 22/7/2022 về việc phê duyệt Chương trình hành động về chuyển đổi năng lượng xanh, giảm phát thải khí các bon và khí mê-tan của ngành giao thông vận tải đặt ra mục tiêu đối với ngành đường sắt; Quyết định số 1769/QĐ-TTg ngày 9/10/2021 về phê duyệt



quy hoạch mạng lưới đường sắt thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến 2050, đã đặt ra các nhóm giải pháp mang tính tổng thể để thực hiện mục tiêu chuyển đổi xanh; quyết định 280/QĐ-TTg ngày 13/3/2019 Phê duyệt Chương trình quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả giai đoạn 2019 - 2030, trong đó có nội dung tổng quát về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả đối ngành giao thông vận tải, nghiên cứu đề xuất một số giải pháp để cải thiện hoạt động và cải thiện hơn nữa hiệu quả sử dụng năng lượng của ngành đường sắt ở nước ta, làm cơ sở để nghiên cứu sâu định hướng chiến lược phát triển công nghệ và vận hành của ngành này trong tương lai. Một số giải pháp cụ thể như sau:

a. Giải pháp về năng lượng

Nhiên liệu sử dụng phổ biến trong ngành đường sắt Việt Nam hiện nay là dầu diesel để chạy tàu máy và toa xe. Năng lượng có thể sử dụng để thay thế cho nhiên liệu truyền thống là điện năng, khí đốt, nhiên liệu sinh học, hydro, năng lượng mặt trời (sử dụng trực tiếp hoặc tạo ra điện).

+ **Về năng lượng điện:** Đây là nguồn năng lượng được sử dụng để vận hành phương tiện đường sắt như tàu điện metro, tàu điện cao tốc, tàu điện một ray,... Điện năng đã được sử dụng từ lâu để chạy các phương tiện đường sắt như các nước Châu Âu, Mỹ, Nhật Bản, Hàn Quốc, Trung Quốc,... Sử dụng năng lượng điện sẽ giảm thiểu 100% lượng phát thải trực tiếp chất ô nhiễm ra môi trường.

+ **Về nhiên liệu sinh học:** Sử dụng loại này sẽ có tiềm năng giảm từ 53-78% lượng CO₂ so với diesel nguồn gốc hóa thạch, trong tương lai có thể giảm lên đến 90% [6].

+ **Về CNG:** Sử dụng loại nhiên liệu này có thể giảm 30% lượng CO₂ so với dầu diesel và giảm 100% lượng phát thải SO₂ và kim loại nặng vào môi trường không khí khi so sánh với xe sử dụng nhiên liệu truyền thống.

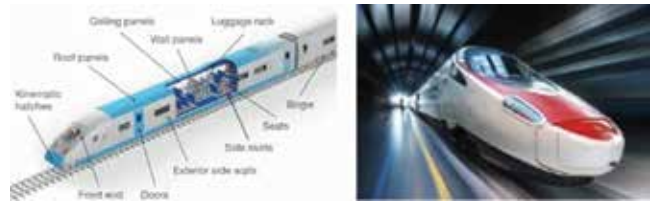
+ **Về hydro:** Sử dụng hydro thì lượng phát thải CO₂ sẽ rất thấp, trường hợp tận dụng nguồn năng lượng mặt trời thì gần như không phát thải chất ô nhiễm này.

b. Giải pháp về phương tiện

- Cùng với việc đưa nhiên liệu mới vào ngành đường sắt là sự thay đổi về công nghệ của phương tiện. Ngành đường sắt Việt Nam cũng cần đầu tư và trang bị thêm các phương tiện hiện đại và có tốc độ cao như phương tiện sử dụng điện, và có tốc độ cao (tàu điện cao tốc), tàu điện một ray,... Tuy nhiên, việc trang bị các phương tiện này cần nguồn vốn đầu tư lớn cả về phương tiện và cơ sở hạ tầng nên cần phải xây dựng kế hoạch và lộ trình cụ thể.

- Việc lựa chọn các phương tiện đường sắt cần chú trọng đến vật liệu sản xuất phương tiện để giảm trở lực trong chuyển động: Phương tiện đường sắt có khối lượng lớn nên việc giảm trở lực sẽ giảm được mức tiêu hao năng lượng cho lực kéo. Với các phương tiện chạy trong các đô thị thì việc giảm trở lực càng trở nên cần thiết do phải dừng và đỗ nhiều. Để giảm trở lực cần lưu ý từ khâu thiết kế nhằm giảm khối lượng phương tiện. Vật liệu nhẹ được ưu tiên sử dụng để làm vỏ, cửa sổ, giá chuyển hướng, thiết bị, ghế ngồi, buồng lái và cửa bên ngoài. Vật liệu có thể thay thế cho vật liệu kim loại

đã sử dụng trước đây là vật liệu composite. Khi sử dụng vật liệu này trọng lượng của đoàn tàu sẽ giảm từ 20 đến 30%. Khi đó mức tiêu thụ năng lượng sẽ giảm đi và giảm ít nhất 5% lượng khí thải CO₂. Ngoài ra, vật liệu này còn có ưu điểm là ổn định trong môi trường nhiệt độ, áp suất cao, môi trường ẩm và môi trường ăn mòn cao.



▲ Hình 2. Vật liệu composite được sử dụng đối với phương tiện đường sắt

- **Sử dụng phanh tái sinh năng lượng:** Trong quá trình di chuyển phương tiện, phanh được sử dụng để dừng khi cần thiết hoặc giảm tốc tại các điểm giao cắt, điểm chuyển hướng. Năng lượng sinh ra từ quá trình phanh này được chuyển thành điện năng dùng cho các thiết bị trên tàu, cũng có thể hòa vào lưới điện. Chế độ hoạt động của quá trình này như sau: hướng của mô-men xoắn ngược với hướng của quay của động cơ và làm chậm tốc độ di chuyển của động cơ, tạo ra năng lượng điện. Sử dụng kỹ thuật này có thể tiết kiệm được khoảng 30% lượng năng lượng tiêu hao. Một số nghiên cứu đã cũng chú trọng đảm bảo tái tạo hiệu quả để tối đa hóa năng lượng phục hồi bằng cách sửa đổi hệ thống phanh. Tuy nhiên, không phải lúc nào khả thi. Đôi khi đầu vào trong quá trình hãm tái sinh là quá lớn để cung cấp năng lượng, dẫn đến tăng nhanh của điện áp đường dây và hủy bỏ tái tạo để bảo vệ các thành phần. Tàu đường sắt đôi khi cần phải sử dụng kết hợp cả phanh động và phanh cơ học. Phanh cơ học dừng tàu một cách vật lý bằng cách hãm các bánh xe và toàn bộ năng lượng bị tiêu tan dưới dạng nhiệt trong guốc phanh, tạo ra lãng phí năng lượng đáng kể [2].

- **Áp dụng lái xe sinh thái:** Để có thể thực hiện được giải pháp này, 2 yếu tố cần được quản lý song song bao gồm đảm bảo kỹ thuật lái sinh thái và quản lý hoạt động của các chuyển tàu.

+ **Về quản lý hoạt động của chuyển tàu:** Liên quan đến sắp xếp lịch trình, thời gian các chuyển tàu qua ga, bến tàu nhằm tránh gây ra sự chậm trễ và xung đột. Khi mạng lưới đường sắt của Việt Nam được mở rộng và cải tạo, cần trang bị một hệ thống điều phối thông minh để giảm sự chậm trễ và khôi phục trật tự, đồng thời cũng tránh được tàu đột xuất dừng lại và tiết kiệm năng lượng. Kinh nghiệm của một số nước sử dụng kết hợp hệ thống quản lý giao thông (Traffic Management System - TMS) và hệ thống điều khiển lái xe (Driver Advisory Systems - DAS) có tiềm năng tiết kiệm năng lượng đến 16% [7].

+ **Về kỹ thuật lái sinh thái:** Mức tiêu thụ năng lượng của các phương tiện phụ thuộc vào tốc độ di chuyển ở ba giai đoạn gồm tăng tốc, giữ tốc độ và phanh. Việc duy trì tốc độ



ổn định, hạn chế phanh ở các điểm cua cũng sẽ giảm được mức tiêu hao năng lượng và giảm chi phí bảo dưỡng hao mòn phanh, mặc dù thời gian hành trình có thể tăng. Ở các lộ trình cụ thể, cần nghiên cứu hành trình để có thể tối ưu hóa sự kết hợp của các giai đoạn này cho các tuyến đường nhằm giảm tiêu thụ năng lượng. Áp dụng kỹ thuật lái sinh thái có tiềm năng tiết kiệm năng lượng lên đến 48% [2].

Ngành đường sắt Việt Nam cần xây dựng kế hoạch cụ thể để triển khai rộng rãi giải pháp này. Với giải pháp hiện nay đang áp dụng chưa mang lại hiệu quả cao về việc giảm mức tiêu hao năng lượng.

c. Giải pháp về tối ưu hóa hoạt động của các phương tiện

Để tối ưu các hoạt động, cần thiết kế chương trình quản lý tối ưu cho từng tuyến đường sắt bao gồm lập biểu thời gian biểu của hành trình, xác định tốc độ tối ưu và phát hiện những trở ngại, những yếu tố bất lợi trong quá trình chuyển động của tàu. Hỗ trợ cho công việc này có thể sử dụng phần mềm “kiểm soát hoạt động” đối với hoạt động vận tải đường sắt của Việt Nam. Phát triển và duy trì được giải pháp này sẽ giúp tàu được vận hành một cách thuận lợi hơn, tránh được những thời điểm tốc tốc, giảm tốc hoặc dừng lại không cần thiết, khắc phục được những bất lợi ở khu vực có địa hình không thuận lợi (điểm cao đột ngột, điểm thấp giữa đường).



▲ Hình 3. Tối ưu hóa hoạt động của các chuyến tàu

Nhờ đó, hiệu quả năng lượng được cải thiện, hao mòn phanh và các bộ phận của phương tiện cũng có thể được giảm thiểu một cách tối đa.

Hiện tại, ở nước ta mới xây dựng số tay hướng dẫn quản lý vận hành tàu đối với đường sắt đô thị nhưng vẫn chưa phải là hệ thống quản lý tự động, thông minh và có thể cung cấp thông tin trực tiếp và nhanh cho tổ lái tàu. Với đề xuất giải pháp như trên, tại Thụy Sĩ, thử nghiệm sử dụng phần mềm thông minh cho ngành đường sắt giúp tiết kiệm 115 MWh điện/ngày. Trong dài hạn, Công ty đường sắt liên bang Thụy Sĩ (SBB) đặt mục tiêu giảm thiểu 72 GWh/năm [8].

d. Các giải pháp khác

Các yếu tố bao gồm điều kiện về địa hình, thời tiết và môi trường cũng ảnh hưởng đến mức tiêu hao nhiên liệu. Các yếu tố này thay đổi theo mùa trong năm. Tuy nhiên, cần trang bị các thiết bị đo đạc, dự báo và cung cấp các thông tin kịp thời cũng sẽ góp phần giảm tiêu hao năng lượng cho các phương tiện vận tải đường sắt■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. International Energy Agency, *The Future of Rail: Opportunities for energy and the environment*, OECD, 2019.
2. H. Douglas, C. Roberts, S. Hillmansen, F. Schmid, *An assessment of available measures to reduce traction energy use in railway networks*, *Energy Conversion and Management*. 106 (2015) 1149-1165.
3. CCTDI-TRICC-TEDI, *Báo cáo Quy hoạch mạng lưới đường sắt thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050*. Hà Nội, tháng 1/2021 (được phê duyệt tại Quyết định số 1769/QĐ-TTg ngày 19/10/2022 của Chính phủ), (2021).
4. Phạm Thị Huệ, *Đánh giá mức tiêu thụ năng lượng và phát thải từ hoạt động vận tải đường bộ của Việt Nam*. Luận án tiến sĩ tại Trường Đại học Bách Khoa Hà nội, 2021.
5. Tổng cục Thống kê. *Niên giám thống kê Việt Nam năm 2021*. Nhà xuất bản thống kê, 2021.
6. UIC. : *Railways and Biofuel*. July. 2007.
7. Urien N. *Energy optimization for public transportation applications*. In: Leder WH, Sproule WJ. Editors. *Automated people movers and transit systems*. Teston: ASCE; 2013. P.404-15.
8. <http://tietkiemnangluong.com.vn/tin-tuc/khoa-hoc-cong-nghe/t25467/tiet-kiem-nang-luong-trong-van-hanh-giao-thong-duong-sat-voi-cong-nghe-moi.html>.

Nhận diện một số dịch vụ hệ sinh thái đất ngập nước...

(Tiếp theo trang 42)

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Cục Thống kê Ninh Bình (2021), *Niên giám thống kê huyện Kim Sơn 2020*
2. Phòng NN&PTNT huyện Kim Sơn (2022), *Báo cáo Kết quả thực hiện dự án trồng mới, bảo vệ và phát triển rừng*.
3. Phan Nguyen Hong, Hoang Thi San (1993), *Mangroves of Vietnam* - IUCN. Bangkok: 35-50.
4. IUCN (2005) *From conversion to conservation: fifteen years of managing wetlands for people and the environment in Uganda*.
5. Lê Diên Đức, Hoàng Văn Thắng (2012), *Đất ngập nước*, nxb Nông nghiệp.
6. Nguyễn Thị Thu Hà, Nguyễn Đình Đáp (2021), *Báo cáo tổng hợp đề tài “Lượng giá một số giá trị kinh tế của rừng ngập mặn xã Kim Hải, huyện Kim Sơn, tỉnh Ninh Bình”, đề tài cơ sở Viện Địa lí nhân văn, Viện Hàn lâm KHXH Việt Nam*.
7. Trần Đức Tuấn, Nguyễn Thị Hồng Hạnh, Lê Đức Trường (2022) *Nghiên cứu trữ lượng các bon tích lũy của rừng ngập mặn trồng ven biển huyện Kim Sơn, tỉnh Ninh Bình*, Bài đăng trên *Tạp chí Môi trường số Chuyên đề Tiếng Việt I/2022*.
8. UBND huyện Kim Sơn (2021), *Báo cáo Tình hình Kết quả công tác quản lý nhà nước khu vực bãi bồi ven biển từ đê Bình Minh 2 đến Cồn Nổi và diện tích đất đơn vị 1080 bán giao cho huyện*.
9. UBND huyện Kim Sơn (2022), *Báo cáo hiện trạng nuôi trồng thủy sản huyện Kim Sơn năm 2010, 2015, 2021*.
10. UBND tỉnh Ninh Bình (2015) *Báo cáo hiện trạng quản lý tài nguyên BVMT vùng ven biển, bãi bồi và cồn nổi tỉnh Ninh Bình*