

GIAO THÔNG XANH BẰNG HYDROGEN VÀ ỨNG DỤNG TẠI VIỆT NAM

GREEN TRANSPORTATION USING HYDROGEN AND APPLICATIONS IN VIETNAM

Lương Hùng Truyền^{1*}, Trần Thị Mỹ Tiên², Bùi Văn Ga³, Phạm Xuân Mai⁴

¹Trường Đại học Nguyễn Tất Thành, Việt Nam

²Trường Trung cấp Đông Sài Gòn, Tp. Hồ Chí Minh, Việt Nam

³Đại học Đà Nẵng, Việt Nam

⁴Trường Đại học Công nghệ Miền Đông, Việt Nam

*Tác giả liên hệ / Corresponding author: lhtruyen@ntt.edu.vn

(Nhận bài / Received: 04/01/2025; Sửa bài / Revised: 12/3/2025; Chấp nhận đăng / Accepted: 18/3/2025)

DOI: 10.31130/ud-jst.2025.008

Tóm tắt - Trước những thách thức về sự đảm bảo môi trường và an ninh năng lượng bền vững, hydro xanh mang lại nhiều hứa hẹn cho ngành vận tải. Bài báo này hướng đến việc nghiên cứu hydro xanh từ sinh khối ứng dụng trên phương tiện sử dụng pin nhiên liệu (FCV), vai trò quan trọng của hydro xanh, những tiến bộ trong công nghệ pin nhiên liệu. Hiệu suất của FCV được đánh giá bằng phương pháp mô phỏng để đảm bảo kết quả chính xác và đáng tin cậy. Ngoài ra, nghiên cứu còn phân tích tính khả thi của việc áp dụng hydro xanh từ sinh khối tại Việt Nam, dựa trên các yếu tố như nguồn tài nguyên sinh khối sẵn có, phát triển cơ sở hạ tầng và chính sách cho FCV và hydro xanh. Đồng thời, bài viết đề cao tầm quan trọng của sự hợp tác giữa chính phủ, các bên liên quan và giới học thuật nhằm thúc đẩy các giải pháp giao thông bền vững dựa trên hydro xanh từ sinh khối.

Từ khóa - Giao thông vận tải; Hydro xanh; sinh khối; FCV; năng lượng sạch; pin nhiên liệu.

Abstract - In the face of challenges related to environmental sustainability and energy security, green hydrogen holds great promise for the transportation sector. This article focuses on the study of green hydrogen from biomass for use in fuel cell vehicles (FCVs), the important role of green hydrogen, and advancements in fuel cell technology. The performance of FCVs is evaluated through simulation methods to ensure accurate and reliable results. Additionally, the research analyzes the feasibility of applying green hydrogen from biomass in Vietnam, based on factors such as the availability of biomass resources, infrastructure development, and policies for FCVs and green hydrogen. At the same time, the article emphasizes the role of collaboration among the government, stakeholders, and academia to promote sustainable transportation solutions based on green hydrogen from biomass.

Key words - Transportation; Green hydrogen; biomass; FCV; clean energy; fuel cells.

1. Giới thiệu

1.1. Năng lượng sinh học từ biomass

Nhu cầu về giao thông bằng hydro xanh tại Việt Nam đang gia tăng nhờ sự kết hợp của các yếu tố môi trường, kinh tế và công nghệ. Với sự hỗ trợ mạnh mẽ từ chính phủ, hợp tác quốc tế và những tiến bộ trong năng lượng tái tạo và công nghệ hydro, Việt Nam đang ở vị trí thuận lợi để tích hợp hydro xanh vào lĩnh vực giao thông của mình. Những yếu tố chính tác động đến sự phát triển và nhu cầu giao thông bằng hydro xanh tại Việt Nam được phân tích như thể hiện trong Hình 1.

Việt Nam cam kết đạt mục tiêu “không phát thải carbon ròng vào năm 2050” [1], đòi hỏi giảm khí thải ô nhiễm trong các lĩnh vực, đặc biệt là lĩnh vực giao thông – nguồn phát thải chính. Hydro xanh, sản xuất từ năng lượng tái tạo và chỉ phát thải hơi nước khi sử dụng, được xem là một giải pháp hiệu quả để giảm carbon trong giao thông tại các thành phố lớn như Hà Nội, Thành phố Hồ Chí Minh, nơi ô nhiễm không khí nghiêm trọng do tắc nghẽn giao thông và nhiên liệu hóa thạch. Việt Nam có nguồn năng lượng tái tạo phong phú (mặt trời, gió), tạo nền tảng vững chắc để

sản xuất hydro xanh thông qua điện phân, hỗ trợ giao thông sạch. Chính phủ đã đưa ra nhiều chính sách và ưu đãi, như trợ cấp, ưu đãi thuế, hỗ trợ dự án thí điểm phương tiện chạy bằng hydro và cơ sở hạ tầng (trạm nạp hydro), cùng các chiến lược dài hạn tích hợp hydro xanh vào kế hoạch năng lượng và giao thông quốc gia.



Hình 1. Những yếu tố ảnh hưởng đến nhu cầu về giao thông bằng hydro xanh

Nền kinh tế đang phát triển nhanh chóng của Việt Nam làm gia tăng nhu cầu vận tải và logistics, với hydro xanh

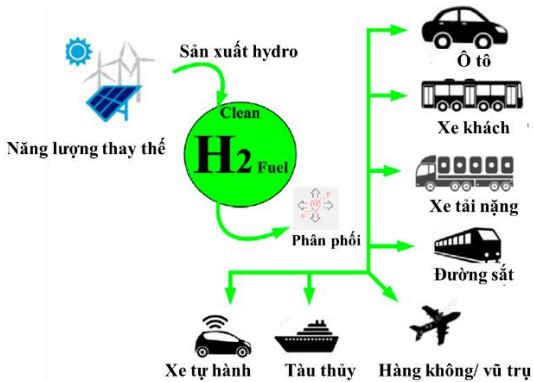
¹ Nguyen Tat Thanh University, Vietnam (Hung Truyen Luong)

² Dong Sai Gon College, Hochiminh city, Vietnam (Thi My Tien Tran)

³ The University of Danang, Vietnam (Van Ga Bui)

⁴ Mien Dong Innovative University of Technology, Vietnam (Xuan Mai Pham)

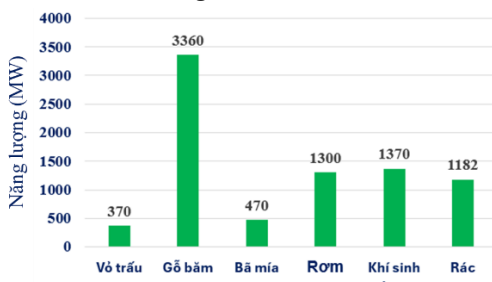
được xem là giải pháp bền vững đáp ứng nhu cầu trong giao thông công cộng. Những cải tiến trong công nghệ sản xuất, lưu trữ và pin nhiên liệu hydro đang làm giảm chi phí và tăng tính khả thi của hydro xanh. Các phương tiện sử dụng pin nhiên liệu hydro (FCEVs) ngày càng cải thiện về hiệu suất, phạm vi hoạt động và chi phí, trở thành lựa chọn cạnh tranh với xe truyền thống và xe điện chạy bằng pin (BEVs). Việt Nam có thể tận dụng các tiến bộ này để triển khai giao thông bằng hydro xanh hiệu quả.



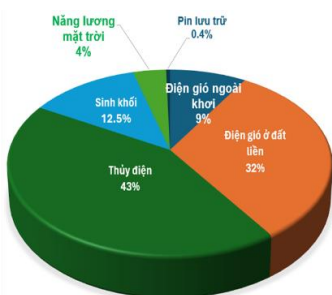
Hình 2. Ứng dụng của hydro xanh trên phương tiện giao thông vận tải

1.2. Những nghiên cứu phục vụ giao thông xanh

Nghiên cứu hướng đến tiềm năng công nghệ hydro xanh, đặc biệt là pin nhiên liệu hydro, trong lĩnh vực giao thông vận tải tại Việt Nam. Mục tiêu là đánh giá hiệu suất, khả năng đáp ứng tiêu chuẩn bền vững và ứng dụng trong bối cảnh Việt Nam đang có tiềm năng về năng lượng tái tạo và thách thức môi trường.



(a) Tiềm năng về sinh khối từ những nguồn tài nguyên



(b) Các nguồn năng lượng tính đến năm 2030

Hình 3. Các nguồn năng lượng sinh khối tính đến năm 2030

Nghiên cứu đề cập đến chiến lược phát triển năng lượng hydro đến năm 2030 và 2050, các dự án thí điểm, sản xuất hydro xanh từ năng lượng tái tạo, lưu trữ, phân phối an toàn, phân tích kinh tế, chính sách hỗ trợ và tác động môi trường. Việt Nam đang tiến hành các dự án lớn tại Trà

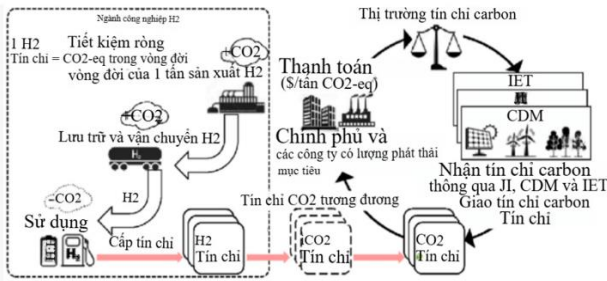
Vinh, Bến Tre và Quảng Trị với mục tiêu đến 2030 sản xuất 400.000 tấn hydro xanh và 12 triệu tấn vào 2050, phục vụ nhu cầu năng lượng trong nước và xuất khẩu.

Ngoài ra, Việt Nam có tiềm năng năng lượng sinh khối đáng kể, dự kiến đạt 8.620 MW vào năm 2030 [2, 3], chiếm 12,5% tổng công suất năng lượng tái tạo trên toàn quốc như thể hiện trong Hình 3. Năng lượng sinh khối, có nguồn gốc từ vật liệu hữu cơ, là một thành phần quan trọng trong chiến lược đa dạng hóa các nguồn năng lượng tái tạo và giảm sự phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch của Việt Nam. Việc triển khai các công nghệ sinh khối hiệu quả và tăng cường đầu tư vào lĩnh vực này là điều cần thiết để khai thác hiệu quả tiềm năng này.

1.3. Giải pháp của ngành giao thông vận tải bằng hydro xanh

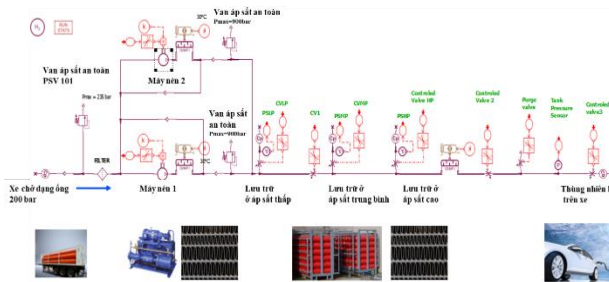
Hydro xanh mang lại cho ngành vận tải một giải pháp hữu hiệu để khử cacbon, đặc biệt ở các ứng dụng mà xe điện sử dụng pin không khả thi do hạn chế về phạm vi, trọng lượng hoặc tiếp nhiên liệu. Như đối với xe buýt và xe tải hạng nặng khi sử dụng nhiên liệu hydro sẽ phù hợp cho quãng đường dài và rút ngắn thời gian nạp nhiên liệu so với việc sử dụng pin.

Hydro xanh có thể được ứng dụng trong các phương tiện giao thông công cộng và thương mại như xe buýt, xe tải,..., thông qua hai cách chính: pin nhiên liệu hydro và động cơ đốt trong hydro (HICE). Phương tiện sử dụng pin nhiên liệu hydro có ưu điểm vượt trội như không phát thải khí nhà kính, hiệu suất cao, thời gian nạp nhiên liệu nhanh và phạm vi hoạt động rộng, phù hợp với các ứng dụng vận tải nặng. Trong khi đó, động cơ đốt trong chạy bằng hydro tận dụng công nghệ hiện có với một số cải tiến, giúp giảm chi phí phát triển và dễ dàng áp dụng trong các ngành công nghiệp truyền thống. Trong nghiên cứu động cơ chạy bằng Hydro, Ga và cộng sự [4] đề xuất điều chỉnh dòng nhiên liệu để tăng hiệu suất động cơ và giảm phát thải gây ô nhiễm. Những phương tiện giao thông vận tải đã sử dụng nhiên liệu hydro lỏng [5] và hóa hơi chúng trong quá trình sử dụng. Nghiên cứu về tia phun hydro phẳng [6] tạo ra sự phân rã nồng độ cao hơn hẳn so với tia phun đối xứng, giúp tăng hiệu quả trong quá trình hoàn trộn nhiên liệu. Chính phủ đã cam kết về tính bền vững môi trường và cũng như chú trọng đến đổi mới công nghệ và hợp tác quốc tế. Những cơ chế hỗ trợ và hợp tác trên phạm vi quốc tế ứng dụng công nghệ tiên tiến nhằm đẩy mạnh chiến lược “Giao thông bằng hydro xanh”, như nghiên cứu, chia sẻ công nghệ, cam kết giảm phát thải, thiết lập nhà máy sản xuất và mạng lưới phân phối hydro, ứng dụng trí tuệ nhân tạo và internet vạn vật vào sản xuất và khai thác hydro xanh..., hạn chế đáng kể tác động đến môi trường thông qua việc thay thế nhiên liệu hóa thạch bằng các nguồn năng lượng sạch, tái tạo được giới thiệu bởi Phạm và cộng sự [7] như thể hiện trong Hình 4. Sự thâm nhập của các loại xe không phát thải vào thị trường ASEAN [8] với sự phát triển lâu dài của nền kinh tế hydro, thì xe sử dụng nhiên liệu hydro (HFEV) có thể chiếm ưu thế. Việc sử dụng hydro còn nhiều tiềm ẩn nguy hiểm [9] đòi hỏi đảm bảo sự nghiêm ngặt về an toàn khi vận hành. Những nghiên cứu về động cơ sử dụng hydro [10, 11] được thực hiện để tối ưu về thông số vận hành và giảm phát thải và gia tăng hiệu quả sử dụng.

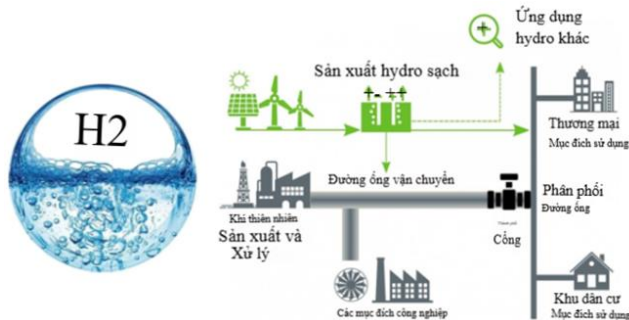


Hình 4. Ảnh hưởng của hydro xanh đến môi trường

Giải pháp lưu trữ và phân phối hydro giữ vai trò chủ chốt trong nền kinh tế hydro, đặc biệt quan trọng đối với các ứng dụng trong ngành giao thông vận tải. Các hệ thống lưu trữ và tiếp nhiên liệu hiệu quả, được minh họa như trong Hình 5 và Hình 6, là yếu tố then chốt để đảm bảo các nguồn hydro xanh được sử dụng làm nhiên liệu một cách an toàn, đáng tin cậy và tiết kiệm chi phí.



Hình 5. Hệ thống lưu trữ hydro xanh



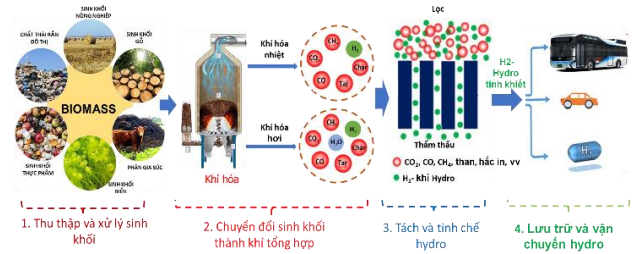
Hình 6. Phân phối hydro xanh đến nơi tiêu thụ

2. Nguyên vật liệu và phương pháp

Giao thông bằng hydro xanh dựa vào các vật liệu, công nghệ và phương pháp tiên tiến để sản xuất, lưu trữ và phân phối hydro đến nơi tiêu thụ như một nguồn năng lượng sạch. Nguyên vật liệu và phương pháp trong giao thông bằng hydro xanh gồm bốn mảng; nguồn hydro xanh từ sinh khối, pin nhiên liệu từ sinh khối, phương pháp mô phỏng đánh giá hiệu suất và những nghiên cứu ứng dụng tại Việt Nam.

2.1. Nguồn hydro xanh dựa trên sinh khối

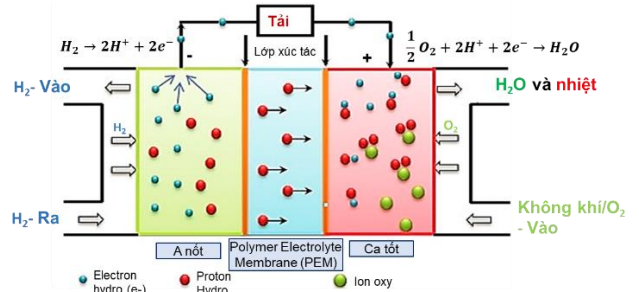
Sản xuất hydro dựa trên sinh khối là phương pháp bền vững và tái tạo để tạo ra hydro xanh bằng cách sử dụng các vật liệu hữu cơ như chất thải nông nghiệp, chất thải lâm nghiệp và các nguồn sinh học khác. Quy trình này bao gồm bốn giai đoạn chính như mô tả trong Hình 7: thu gom và xử lý trước nguyên liệu sinh khối, chuyển đổi sinh khối thành khí tổng hợp, tách và tinh chế hydro và bước cuối cùng là lưu trữ và vận chuyển hydro.



Hình 7. Các giai đoạn sản xuất hydro xanh từ sinh khối đến ứng dụng

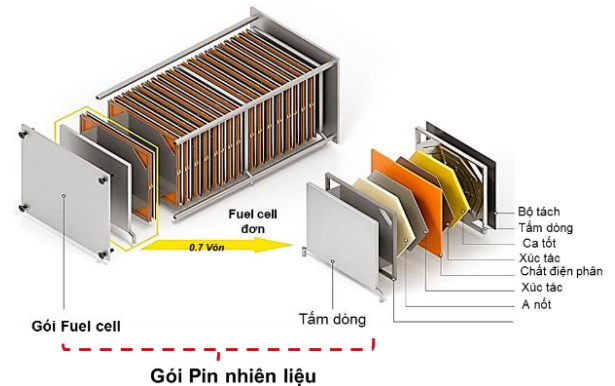
2.2. Pin nhiên liệu từ sinh khối

Nguyên lý hoạt động của pin nhiên liệu được mô tả như trong Hình 8. Tại anốt, chất xúc tác phân tách các phân tử hydro thành electron và proton. Proton đi qua màng điện phân xốp, trong khi electron bị đẩy qua mạch điện, tạo ra dòng điện và nhiệt.



Hình 8. Cơ chế màng trao đổi proton của pin nhiên liệu hydro

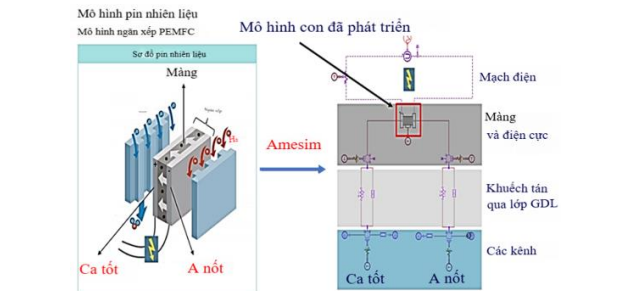
Các tế bào pin nhiên liệu được xếp thành ngăn [12] và được tạo thành từ nhiều ngăn tế bào pin nhiên liệu riêng lẻ được xếp chồng lên nhau như trong Hình 9. Việc xếp chồng nhiều ngăn pin nhiên liệu sẽ nâng cao hiệu suất tổng thể và công suất đầu ra của ngăn pin.



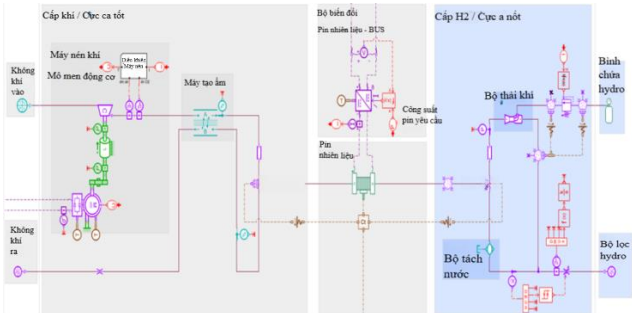
Hình 9. Các ngăn pin tế bào nhiên liệu xếp nhau

2.3. Phương pháp mô phỏng đánh giá hiệu suất

Mô hình hóa pin nhiên liệu và mô hình hóa hệ thống pin nhiên liệu bằng phần mềm Amesim được mô tả lần lượt trong Hình 10 và Hình 11, cho phép đánh giá hiệu quả năng lượng của ô tô điện pin nhiên liệu (FCEV) trong các điều kiện khác nhau. Điều này đặc biệt quan trọng đối với các ứng dụng ở khu vực đô thị tại Việt Nam, nơi các yếu tố như tắc nghẽn giao thông, kiểu lái xe dừng và đi, và các điều kiện thời tiết khác nghiệt có thể tác động đáng kể đến hiệu suất của FCEV. Mô hình hóa pin nhiên liệu và mô hình hóa hệ thống pin nhiên liệu là những công cụ cần thiết để đánh giá và tối ưu hóa hiệu suất của FCEV.



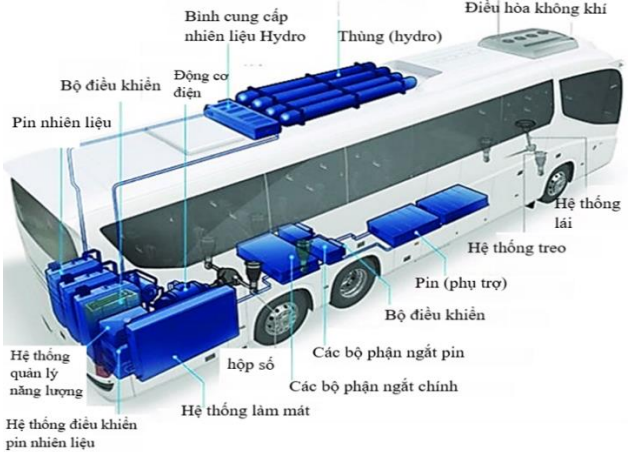
Hình 10. Mô hình hóa pin nhiên liệu



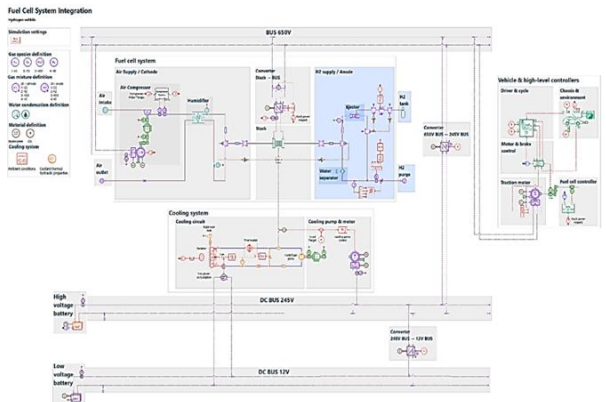
Hình 11. Mô hình hóa hệ thống pin nhiên liệu bằng Amesim

Mô hình hóa pin nhiên liệu tập trung vào việc mô phỏng các quy trình bên trong của pin nhiên liệu, chẳng hạn như phản ứng điện hóa, truyền nhiệt, vận chuyển khối lượng và quản lý nước trong các điều kiện khác nhau và tối ưu hóa thiết kế của pin để đạt hiệu quả và độ bền tối đa. Việc mô hình hóa pin nhiên liệu để tối ưu hóa thiết kế pin nhiên liệu để có hiệu suất và công suất đầu ra cao hơn, xác định và giảm thiểu tổn thất hiệu suất do mất cân bằng nhiệt, nước hoặc chất phản ứng, dự đoán tuổi thọ của pin nhiên liệu trong các điều kiện vận hành khác nhau.

Mô hình hóa hệ thống pin nhiên liệu mở rộng ra ngoài từng pin nhiên liệu để bao gồm toàn bộ hệ thống, chẳng hạn như lưu trữ hydro, cung cấp không khí, hệ thống làm mát và điện tử công suất. Việc mô hình hóa hệ thống pin nhiên liệu nhằm để đánh giá hiệu suất của hệ thống tích hợp trong các ứng dụng thực tế, chẳng hạn như FCEV trong các điều kiện vận hành xe khác nhau, chẳng hạn như giao thông đô thị hoặc lái xe trên đường cao tốc, tối ưu hóa việc tích hợp pin nhiên liệu với các hệ thống xe khác, chẳng hạn như pin và động cơ điện, xác định tình trạng kém hiệu quả ở cấp độ hệ thống và cải thiện hiệu suất năng lượng tổng thể.



Hình 12. Xe buýt chạy bằng hydro

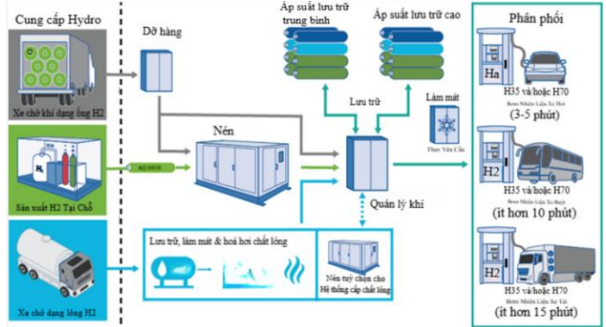


Hình 13. Mô hình tích hợp xe điện pin nhiên liệu trên phần mềm Amesim

Trong nghiên cứu này, phần mềm Amesim [13-15] được sử dụng để tích hợp mô hình hệ thống pin nhiên liệu vào mô hình xe buýt tổng thể như Hình 12. Phần mềm Amesim có thể mô phỏng các hệ thống pin nhiên liệu, bao gồm pin nhiên liệu, bộ điều khiển pin, bộ chuyển đổi DC-DC và bộ chuyển đổi DC-AC. Bản phác thảo tích hợp xe chạy bằng pin nhiên liệu ứng dụng vào mô phỏng được mô tả như trong Hình 13.

2.4. Nghiên cứu ứng dụng tại Việt Nam

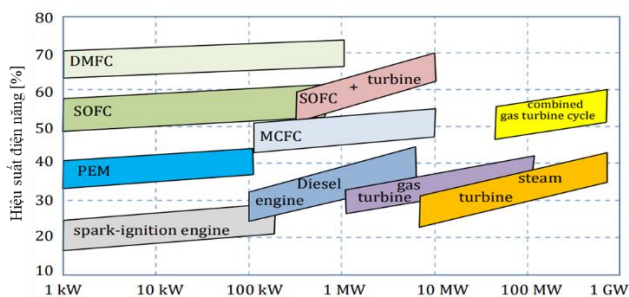
Những nghiên cứu mang lại sự ứng dụng tại Việt Nam bắt đầu từ ba khía cạnh chính, đó là sự gia tăng nhu cầu sử dụng các phương tiện giao thông công cộng, sự hỗ trợ của chính phủ, chính sách nhà nước và những lợi ích bao gồm bảo vệ môi trường và giảm nhiên liệu và bảo dưỡng. Việt Nam cần có khoảng 20.000 xe buýt công cộng cho các thành phố lớn trong giai đoạn 2021 – 2030. Hiện nay, Việt Nam có khoảng 1.000 xe buýt điện đang phục vụ việc đi lại cho người dân tại các thành phố lớn như Thành phố Hồ Chí Minh, Thủ đô Hà Nội, ... và hơn 600 xe buýt sạch (CNG, biogas). Do đó, nghiên cứu và ứng dụng tại Việt Nam tập trung vào một số ưu tiên quan trọng, bao gồm việc triển khai xe buýt sử dụng pin nhiên liệu hydro [16] trong các thành phố, thúc đẩy xây dựng cơ sở hạ tầng cho các trạm sạc và tiếp nhiên liệu, thực hiện kế hoạch thay thế dần các xe buýt chạy bằng xăng dầu đã cũ, đồng thời xây dựng chiến lược liên kết mạng lưới giao thông công cộng giữa xe buýt truyền thống và xe buýt điện. Một ví dụ tiêu biểu là việc cung cấp hydro làm nhiên liệu tại các trạm tiếp nhiên liệu, như được minh họa trong Hình 14. Các trạm này thường bao gồm các đặc điểm kỹ thuật chung như: công suất, thời gian tiếp nhiên liệu, áp suất hydro, và chi phí nhiên liệu.



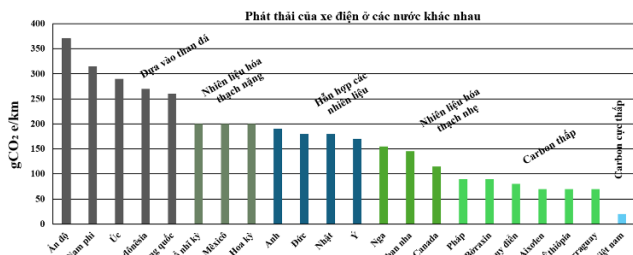
Hình 14. Một ví dụ về mô hình cung cấp nhiên liệu hydro tại các trạm tiếp nhiên liệu

3. Kết quả và thảo luận

Kết quả của nghiên cứu cho thấy, pin nhiên liệu dựa trên sinh khối đạt hiệu quả cao trong quá trình chuyển hóa hydrocarbon từ sinh khối thành hydro xanh. Các công nghệ được áp dụng để sản xuất năng lượng được thể hiện như trong Hình 15, Pin nhiệt độ thấp SOFC cần cung cấp hydro, được sử dụng như các hệ thống độc lập với hiệu suất điện là 60%, trong khi pin nhiệt độ cao trong quá trình đồng phát điện với tua-bin khí cho phép hiệu suất trên 70%. Hiệu suất này, được đánh giá thông qua mô phỏng trong điều kiện thực tế, khẳng định tiềm năng khai thác các nguồn năng lượng tái tạo phục vụ việc sản xuất hydro. Phương tiện sử dụng pin nhiên liệu chạy bằng hydro xanh cũng cho thấy, hiệu suất ưu việt hơn so với các phương tiện chạy bằng nhiên liệu hóa thạch, không chỉ về mặt kỹ thuật mà còn về kinh tế, xã hội và môi trường.



Hình 15. Hiệu suất điện theo công nghệ (DMFC: pin nhiên liệu methanol trực tiếp; MCFC: pin nhiên liệu cacbonat nóng chảy; SOFC: pin nhiên liệu oxit rắn (có sinh khối))



Hình 16. Sự phát thải của xe điện ở các nước khác nhau

Theo ước tính nếu Việt Nam áp dụng sinh khối bền vững trong giao thông vận tải, lượng phát thải CO₂ có thể giảm đáng kể, xuống mức 10-50 gCO₂/km, tùy thuộc vào loại sinh khối và công nghệ sử dụng. Mức phát thải có thể giảm hơn nữa, xuống dưới 10-20 gCO₂/km, đặc biệt nếu khí hydro được sản xuất từ chất thải hữu cơ. So với lượng phát thải các nước, khi đưa nhiên liệu từ sinh khối vào sử dụng thì lượng phát thải sẽ được giảm thiểu đáng kể và được xếp vào nước có mức phát thải CO₂ cực thấp như trong Hình 16.

4. Kết luận và quan điểm

Hydro xanh được xem là giải pháp năng lượng cho tương lai, những nghiên cứu đã chỉ ra rằng công nghệ này, đặc biệt là việc sử dụng pin nhiên liệu khai thác từ nguồn năng lượng tái tạo, là một giải pháp đầy tiềm năng cho ngành giao thông vận tải. Xe chạy bằng hydro xanh không những giảm ảnh hưởng đến môi trường mà còn mang lại hiệu quả bền vững trong việc bảo vệ khí hậu. Việt Nam

được đánh giá là một trong những quốc gia có tiềm năng lớn trong việc áp dụng công nghệ hydro xanh vào lĩnh vực giao thông vận tải nhờ nguồn tài nguyên sinh khối dồi dào và khả năng phát triển và xây dựng cơ sở hạ tầng cho năng lượng tái tạo. Đây là ưu thế quan trọng giúp Việt Nam đóng góp vào việc thực hiện các mục tiêu bảo vệ và gìn giữ môi trường bền vững. Tuy nhiên, công nghệ hydro xanh vẫn đối diện với nhiều thách thức, như chi phí cao, hạn chế về cơ sở hạ tầng và những pháp lý chưa hoàn thiện. Để thúc đẩy công nghệ này được ứng dụng rộng rãi, thì chính phủ, doanh nghiệp và cộng đồng quốc tế cần có sự hợp tác chặt chẽ nhằm vượt qua các rào cản hiện tại và khai thác tối đa tiềm năng của hydro xanh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] VGP, "Full remarks by PM Pham Minh Chinh at COP26", *primeminister.chinhphu.vn*, November 02, 2021. [Online]. Available: <https://primeminister.chinhphu.vn/full-remarks-by-pm-pham-minh-chinh-at-cop26-11240273.htm> [Accessed March 02, 2023].
- [2] L. M. Huong, "Renewable Energy in Vietnam: Potential, Current Situation and Development Solutions", *mof.gov.vn*, October 06, 2017. [Online]. Available: https://mof.gov.vn/webcenter/portal/btcvn/pages_r/tin-bo-tai-chinh?dDocName=MOFUCM115185 [Accessed May 02, 2023].
- [3] Prime Minister, *Approving the Plan to implement the National Power Development Plan for the period 2021 - 2030, with a vision to 2050*, 262/QĐ-TTg, 2024.
- [4] B. V. Ga et al., "Flexible syngas-biogas-hydrogen fueling spark-ignition engine behaviors with optimized fuel compositions and control parameters", *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol.48, no.18, pp. 6722-6737, 2023.
- [5] A. Venetsanos, S. Giannissi, and C. Proust, *Handbook of hydrogen safety: Chapter on LH2 safety*, PRES-LHY deliverable D3.2, 2022.
- [6] D. Makarov and V. Molokov, "Plane hydrogen jets", *International Journal of Hydrogen Energy*, vol.38, pp.8068-8083, 2013.
- [7] P. X. Mai et al., *Electric cars and self-driving cars: structure, technology, design, maintenance, recycling*, Ho Chi Minh City National University Publishing House, 2023.
- [8] B. V. Ga et al., "Zero-Emission Vehicles Penetration into the ASEAN Market: Challenges and Perspective", in *Proc. CIGOS 2021, Emerging Technologies and Applications for Green Infrastructure*, 2021, pp. 1733-1742.
- [9] T. Mogi et al., "Experimental study on the hazards of high pressure hydrogen jet diffusion flame", *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, vol. 22, pp. 45-51, 2009.
- [10] W.C. Nadaleti et al., "Emissions and performance of a spark-ignition gas engine generator operating with hydrogen-rich syngas, methane and biogas blends for application in southern Brazilian rice industries", *Energy*, vol. 154, pp.38-51, 2018.
- [11] B. V. Ga et al., "Optimizing operation parameters of a spark-ignition engine fueled with biogas-hydrogen blend integrated into biomass-solar hybrid renewable energy system", *Energy*, vol. 252, 2022.
- [12] P. X. Mai et al., "Green hydrogen mobility: advances in biomass-assed fuel cell vehicles and applicability in Vietnam", in *Proc. The 10th International Conference on Engineering for Waste and Biomass Valorisation*, WasteEng2024. Sendai, Japan, 2024.
- [13] F. Sellier and S. Neyrat, "Design and manage your batteries with Simcenter Amesim", Siemens, Germany, PPT Internal documents, 2017.
- [14] M. Buonfiglioli and E. Link, "Fast battery simulation with Simcenter", Siemens, Germany, PPT Internal documents, 2020.
- [15] P. X. Pham, B. V. Ga, P. Ha, and P. L. H. Phu, "Design Process of Electric Vehicle Power System", *Applied Mechanics and Materials* Vol. 907, pp101-114, 2022.
- [16] J. R. Smith and A. B. Johnson, "Hydrogen Production from Biomass: A Review of Biomass-Based Fuel Cell Vehicles." *Renewable Energy*, vol. 45, no.1, pp. 224-232, 2020.