

BỘ CÔNG THƯƠNG

PHỤ LỤC

**CHIẾN LƯỢC VỀ SẢN XUẤT NĂNG LƯỢNG HYDROGEN ĐẾN NĂM
2030, TẦM NHÌN ĐẾN NĂM 2050**

Hà Nội, tháng 9/2023

MỤC LỤC

PHỤ LỤC	6
Chiến lược và khung pháp lý phát triển lĩnh vực năng lượng hydrogen tại một số nước trên thế giới	6
I. Hoa Kỳ	6
<i>I.1. Hiện trạng sản xuất và sử dụng hydrogen</i>	6
<i>I.2. Các dự án đang xây dựng</i>	7
<i>I.3. Mục tiêu cụ thể</i>	7
<i>I.4. Biện pháp</i>	7
<i>I.5. Đầu tư và chính sách hỗ trợ</i>	8
II. Trung Quốc.....	9
<i>II.1. Sản xuất và tiêu thụ vào năm 2020</i>	9
<i>II.2. Cơ sở hạ tầng vận chuyển và lưu trữ hydrogen</i>	9
<i>II.3. Mục tiêu và Kế hoạch phát triển hydrogen giai đoạn 2021-2035</i>	9
<i>II.4. Chính sách hỗ trợ phát triển hydrogen</i>	10
<i>II.5. Kết luận</i>	11
III. Châu Âu.....	12
<i>III.1. Lộ trình và mục tiêu</i>	13
<i>III.2. Các biện pháp và hành động để thúc đẩy phát triển hydrogen ở châu Âu</i>	15
<i>III.3. Khó khăn, rào cản</i>	17
IV. CHLB Đức	18
<i>IV.1. Mục tiêu</i>	18
<i>IV.2. Lộ trình</i>	19
<i>IV.3. Chính sách</i>	20
<i>IV.4. Thách thức và rào cản</i>	22
V. Nhật Bản.....	22
VI. Úc.....	24
<i>VI.1. Mục tiêu</i>	25

<i>VI.2. Lộ trình thích ứng [35]</i>	25
<i>VI.3. Dự đoán tương lai hydrogen</i>	27
VII. Hàn Quốc	29
<i>VII.1. Cung ứng và nhu cầu hydrogen</i>	29
<i>VII.2. Lộ trình kinh tế hydrogen</i>	29
<i>VII.3. Các chiến lược hỗ trợ ngành công nghiệp hydrogen</i>	31
<i>VII.4. Các dự án hydrogen của Hàn Quốc</i>	31
<i>VII.5. Đánh giá điểm mạnh/yếu, cơ hội/thách thức thực hiện Lộ trình Kinh tế Hydrogen</i>	32
<i>VII.5. Cơ chế, chính sách phát triển kinh tế hydrogen</i>	33
VIII. Indonesia	34
IX. Nam Phi	35
<i>IX.1. Mục tiêu và lộ trình</i>	35
<i>IX.2. Các dự án quy mô lớn</i>	36
<i>IX.3. Hợp tác quốc tế</i>	37

DANH MỤC BẢNG

<i>Bảng 1: Mục tiêu về phương tiện giao thông và pin nhiên liệu cho sản xuất điện</i>	30
<i>Bảng 2: Các dự án hydro của Hàn Quốc</i>	31

DANH MỤC HÌNH

<i>Hình 1: Cơ cấu nguồn sản xuất điện tại Đức năm 2021</i>	<i>18</i>
<i>Hình 2: Lộ trình phát triển hydrogen tại Đức</i>	<i>20</i>
<i>Hình 3: Kết quả kịch bản tăng trưởng thị trường hydrogen toàn cầu.....</i>	<i>28</i>

PHỤ LỤC

Chiến lược và khung pháp lý phát triển lĩnh vực năng lượng hydrogen tại một số nước trên thế giới

(Kèm theo Báo cáo thuyết minh Chiến lược về sản xuất năng lượng hydrogen của Bộ Công Thương)

I. Hoa Kỳ

Trung Quốc và Hoa Kỳ là hai nước phát thải khí nhà kính nhiều nhất thế giới, vì thế mọi nỗ lực nhằm giải quyết cuộc khủng hoảng khí hậu toàn cầu đều cần bắt nguồn từ hai cường quốc này. Trung Quốc đã phát thải 14,1 tỷ tấn vào năm 2019, bằng hơn một phần tư tổng lượng khí thải của thế giới. Hoa Kỳ trong năm này thải ra khí quyển 5,7 tỷ tấn, tương đương 11% tổng lượng khí thải, tiếp theo là Ấn Độ (6,6%) và Liên minh châu Âu (6,4%). Mục tiêu hướng tới Net Zero năm 2050 của Chính phủ Hoa Kỳ [i] bao gồm:

- (1) Giảm 50% đến 52% lượng phát thải khí nhà kính của Hoa Kỳ từ mức năm 2005 vào năm 2030;
- (2) 100% điện không gây ô nhiễm carbon vào năm 2035;
- (3) Đạt Netzero trước năm 2050;
- (4) 40% lợi ích của các khoản đầu tư khí hậu của Liên bang được chuyển đến các cộng đồng có hoàn cảnh khó khăn.

Hydrogen sạch (không thải carbon và thải carbon thấp) được xem là một phần quan trọng trong danh mục giải pháp toàn diện để hỗ trợ quá trình chuyển đổi của Hoa Kỳ sang nền kinh tế không phát thải (Net Zero). Lộ trình và Chiến lược Hydrogen Sạch Quốc gia của Hoa Kỳ được ban hành ngày 5/6/2023 phù hợp với các mục tiêu hướng đến Net Zero 2050 của Chính phủ [i]. Chiến lược đưa ra thông tin tổng quan về quá trình sản xuất, vận chuyển, lưu trữ và sử dụng hydrogen ở Hoa Kỳ ngày nay, đồng thời trình bày một khung chiến lược để đạt được sản xuất và sử dụng hydrogen sạch quy mô lớn, xem xét các kịch bản cho năm 2030, 2040 và 2050.

1.1. Hiện trạng sản xuất và sử dụng hydrogen

Từ khi Hoa Kỳ đưa những người đầu tiên lên mặt trăng hơn 50 năm trước, sử dụng hydrogen làm nhiên liệu cho động cơ đẩy tên lửa và pin nhiên liệu do Hoa Kỳ sản xuất trên tàu vũ trụ, quốc gia này tiếp tục dẫn đầu thế giới về hydrogen và pin nhiên liệu. Trong khoảng 94 Mt hydrogen được sản xuất mỗi năm trên toàn cầu, Hoa Kỳ chiếm khoảng 10 Mt và thải ra khoảng 100 Mt CO₂ tương đương, chủ yếu từ ngành lọc dầu (55%), amoniac và methanol (35%), luyện kim (2%), còn lại (8%) cho phương tiện chạy bằng pin nhiên liệu như xe nâng, xe buýt, trạm tiếp nhiên liệu hydrogen bán lẻ, hơn 500 MW pin nhiên liệu cho nguồn điện cố định và dự phòng. Để hỗ trợ các ngành công nghiệp này, Hoa Kỳ hiện có khoảng 2.500 km đường ống hydrogen chuyên dụng và ba hang động địa chất, trong đó

có hàng động lớn nhất thế giới, có thể lưu trữ 350 GWh năng lượng nhiệt hoặc đủ cung cấp điện cho 1,2 triệu hộ gia đình trong một tuần.

1.2. Các dự án đang xây dựng

Dự án Điện Intermountain (Utah) công suất 840 MW sử dụng hỗn hợp khí tự nhiên và hydrogen từ điện phân. Tại Louisiana, Tổ hợp Năng lượng Sạch sẽ cung cấp hydrogen sạch cho thị trường khu vực và xuất khẩu toàn cầu, sản xuất từ reforming CH_4 kết hợp CCS với tỷ lệ thu giữ 95%, là dự án thu giữ và cô lập carbon lớn nhất thế giới với hơn 5 Mt CO_2 mỗi năm. Tại Texas, Air Products và AES đang hợp tác để xây dựng một nhà máy điện phân sản xuất hydrogen hơn 200 tấn hydrogen mỗi ngày sử dụng 1,4 GW điện gió và điện mặt trời tái tạo. Hydrogen từ dự án này sẽ phục vụ nhu cầu ngày càng tăng đối với nhiên liệu không carbon. Ở New York, Plug Power đang xây dựng một nhà máy điện phân 120 MW sản xuất hydrogen sạch nhờ thủy điện, dự kiến khoảng 45 tấn hydrogen mỗi ngày, dùng cho xe tải nặng và máy nâng.

Nếu tất cả các dự án đã công bố được hoàn thiện và vận hành vào năm 2030, thì các dự án này sẽ tạo ra nguồn cung hydrogen sạch là 12 Mt/năm, vượt qua mục tiêu của DOE. Tuy nhiên, còn nhiều dự án đang chờ quyết định đầu tư cuối cùng. ***Đảm bảo các hợp đồng bao tiêu dài hạn, đáng tin cậy sẽ giúp đảm bảo các dự án đã công bố đạt được quyết định đầu tư cuối cùng.*** Sử dụng hydrogen sạch có thể giảm lượng khí thải của Hoa Kỳ khoảng 10 phần trăm vào năm 2050 so với năm 2005, góp phần thực hiện mục tiêu Chiến lược khí hậu dài hạn của Hoa Kỳ. Một phân tích ước tính rằng đến năm 2030, nền kinh tế hydrogen cũng có thể tạo ra 100.000 việc làm trực tiếp và gián tiếp mới.

1.3. Mục tiêu cụ thể

Lộ trình cho các ứng dụng khử carbon bằng hydrogen sạch được xây dựng dựa trên ***cơ hội sản xuất hydrogen sạch ở Hoa Kỳ*** và ***nhu cầu sử dụng hydrogen sạch*** trong các lĩnh vực, thông qua việc đạt được khả năng cạnh tranh thị trường trong các ứng dụng cụ thể, theo các kịch bản nhu cầu cho năm 2030, 2040 và 2050 như sau:

- 10 Mt hydrogen sạch hàng năm vào năm 2030;
- 20 Mt hàng năm vào năm 2040;
- 50 Mt hàng năm vào năm 2050.

Để hiện thực hóa những cơ hội này đối với hydrogen sạch đòi hỏi chi phí sản xuất thấp hơn, hoàn thiện cơ sở hạ tầng trung nguồn và tăng nhu cầu hydrogen trong các lĩnh vực cụ thể nơi có ít giải pháp thay thế cạnh tranh về chi phí hoặc khả thi về mặt kỹ thuật hơn để khử carbon.

1.4. Biện pháp

Lộ trình này dựa trên việc ưu tiên ***ba chiến lược chính*** để đảm bảo rằng hydrogen sạch được phát triển và áp dụng như một công cụ khử cacbon hiệu quả nhằm mang lại lợi ích tối đa cho Hoa Kỳ:

(1) *Nhằm vào sử dụng hydrogen sạch một cách chiến lược và có tác động cao*: sử dụng hydrogen sạch trong các ứng dụng có giá trị cao nhất, mà các giải pháp thay thế khử carbon sâu còn hạn chế. Các thị trường cụ thể bao gồm lĩnh vực công nghiệp (ví dụ: hóa chất, thép, nhiệt công nghiệp, và lọc dầu), giao thông (vận tải hạng vừa và nặng, chiếm khoảng 20% phát thải của ngành giao thông, đường sắt) và lưu trữ năng lượng lâu dài để tạo ra một lưới điện sạch. Các cơ hội dài hạn khác bao gồm tiềm năng ***xuất khẩu hydrogen sạch hoặc chất mang hydrogen*** và ***đảm bảo an ninh năng lượng cho các đồng minh***;

(2) *Giảm chi phí hydrogen sạch*. Dự án Earthshot năng lượng hydrogen (Hydrogen Shot) ra mắt vào năm 2021 đặt mục tiêu “1 1 1”—1 đô la cho mỗi 1 kg hydrogen sạch trong 1 thập kỷ, sẽ là chất xúc tác cho cả đổi mới và quy mô, kích thích đầu tư của khu vực tư nhân, thúc đẩy sự phát triển trong chuỗi cung ứng hydrogen và giảm đáng kể chi phí hydrogen sạch. Các nỗ lực cũng sẽ giải quyết các lỗ hổng trong chuỗi cung ứng và vật liệu quan trọng cũng như thiết kế để đạt được hiệu quả, độ bền và khả năng tái chế. Cùng với việc đầu tư vào cơ sở hạ tầng trung nguồn (lưu trữ, phân phối), những sáng kiến này có thể giảm không chỉ chi phí sản xuất mà còn cả chi phí phân phối của hydrogen sạch;

(3) *Tập trung vào mạng lưới khu vực*. Đầu tư và mở rộng các Trung tâm Hydrogen sạch Khu vực (Regional Clean Hydrogen Hubs) để sản xuất hydrogen sạch với quy mô lớn gần với nơi sử dụng hydrogen sạch có mức độ ưu tiên cao, và có thể chia sẻ lượng lớn cơ sở hạ tầng quan trọng. Ngoài ra, các khoản đầu tư này sẽ thúc đẩy quy mô sản xuất, phân phối và lưu trữ để tạo điều kiện nâng cấp thị trường. Nếu được triển khai đúng cách, các mạng lưới khu vực này sẽ tạo ra các cơ hội dựa trên địa điểm cho sự công bằng, hòa nhập và bền vững. *Các ưu tiên sẽ bao gồm giảm thiểu tác động môi trường, tạo việc làm, đảm bảo các hợp đồng bao tiêu dài hạn và khởi động sản xuất trong nước và đầu tư khu vực tư nhân.*

1.5. Đầu tư và chính sách hỗ trợ

Hoa Kỳ đang đẩy nhanh tiến độ thông qua các khoản đầu tư lịch sử vào sản xuất hydrogen sạch, cơ sở hạ tầng trung nguồn và nghiên cứu, phát triển, trình diễn và triển khai có mục tiêu chiến lược (RDD&D) trong công nghệ quan trọng này. Đẩy nhanh tốc độ và quy mô đổi mới song song với sự hấp thu nhanh chóng các công nghệ hydrogen sạch từ khu vực tư nhân hiện rất quan trọng để đáp ứng các mục tiêu đề ra trong chiến lược quốc gia này. Tuy nhiên, việc sản xuất hydrogen ở quy mô lớn trên cơ sở cạnh tranh về chi phí vẫn còn nhiều thách thức. Để giúp hỗ trợ các nỗ lực phát triển dự án ban đầu, Luật Cơ sở hạ tầng lưỡng đảng (BIL, ban hành 11/2021) và Đạo luật giảm lạm phát (IRA, ban hành 8/2022), cung cấp nhiều ***chương trình khuyến khích*** về thuế, tài trợ và bảo lãnh khoản vay để hỗ trợ các dự án dựa trên hydrogen. Trong đó, BIL cho phép và phân bổ 62 tỷ đô la cho Bộ Năng lượng Hoa Kỳ (DOE), trong đó 9,5 tỷ đô la cho hydrogen sạch. IRA cung cấp các ***chính sách và ưu đãi bổ sung cho hydrogen bao gồm tín dụng thuế sản xuất***. DOE đã phát động Dự án Hydrogen Shot với mục tiêu táo bạo và đầy tham vọng là “1 1 1”—1 đô la cho mỗi 1 kg hydrogen sạch trong 1 thập kỷ.

II. Trung Quốc

II.1. Sản xuất và tiêu thụ vào năm 2020

Trung Quốc hiện là nhà sản xuất hydrogen lớn nhất thế giới, sản xuất từ than chiếm 62%, khí tự nhiên 19%, sản phẩm phụ trong công nghiệp và từ NLTT 1%. Ngành công nghiệp lọc dầu và hóa chất chiếm ưu thế trong tiêu thụ 66% hydrogen, tiếp theo là đốt trực tiếp (15%) và các mục đích khác (19%) [ii, iii, iv].

II.2. Cơ sở hạ tầng vận chuyển và lưu trữ hydrogen

Vai trò then chốt của doanh nghiệp nhà nước ngành năng lượng:

- CNPC: Đường ống Dingzhou Gaobeidian;
- Sinopec: Đường ống hydrogen Baling Changling;
- Pipe China thành lập công ty con tập trung xây dựng cơ sở hạ tầng vào năm 2020 [v].

Vai trò chính của các cụm hydrogen vùng:

- Chủ yếu được xây dựng dựa trên nỗ lực xây dựng ngành công nghiệp xe chạy bằng pin nhiên liệu;
- Sản xuất hydrogen quan trọng là từ các sản phẩm phụ công nghiệp (Đồng bằng sông Dương Tử, tỉnh Hà Nam, Cơ sở Năng lượng và Hóa chất Ninh Đông);
- Tiềm năng năng lượng tái tạo quan trọng ở các tỉnh Ninh Hạ, Hà Nam và Hà Bắc.

II.3. Mục tiêu và Kế hoạch phát triển hydrogen giai đoạn 2021-2035

Kế hoạch phát triển trung và dài hạn cho hydrogen, cho giai đoạn 2021-2035[vi, vii] đặt ra chiến lược của chính phủ nhằm tăng cường cung cấp hydrogen các-bon thấp trong nước và đáng chú ý là loại bỏ các-bon trong các ngành công nghiệp tiêu thụ nhiều năng lượng và phát thải cao. Đến năm 2025, Kế hoạch hy vọng rằng Trung Quốc sẽ có một môi trường chính sách và hệ thống tương đối hoàn chỉnh để phát triển ngành năng lượng hydrogen, cải thiện đáng kể năng lực đổi mới công nghiệp, làm chủ các công nghệ cốt lõi và quy trình sản xuất, đồng thời có chuỗi cung ứng và công nghiệp tương đối hoàn chỉnh, hệ thống. Nó cũng đặt ra các mục tiêu định hướng cho các tầm nhìn 2030 và 2035:

- Hydrogen tái tạo: 100.000 đến 200.000 tấn hydrogen tái tạo mỗi năm vào năm 2025 và do đó giảm 1 đến 2 triệu tấn CO₂ (Chính quyền các địa phương được chọn thí điểm đặt ra mục tiêu tham vọng hơn);
- Giao thông vận tải: 50.000 phương tiện chạy bằng pin nhiên liệu vào năm 2025, mở rộng các trạm tiếp nhiên liệu;
- Hệ thống điện: Lưu trữ dựa trên hydrogen sạch để cân bằng năng lượng tái tạo, sản xuất điện;
- Công nghiệp: Dần dần khử carbon trong ngành thép và hóa chất.

Kế hoạch tiếp tục tìm cách:

- Phối hợp và thúc đẩy việc xây dựng cơ sở hạ tầng năng lượng hydrogen (hệ thống lưu trữ và vận chuyển);

- Tích cực hợp tác quốc tế đổi mới công nghệ năng lượng hydrogen;
- Xây dựng quy hoạch mạng lưới trạm nạp hydrogen;
- Thúc đẩy ứng dụng trình diễn đa dạng của năng lượng hydrogen;
- Thúc đẩy xe hạng trung và hạng nặng chạy bằng pin nhiên liệu;
- Khám phá các ứng dụng thay thế trong lĩnh vực công nghiệp;
- Đẩy nhanh việc hoàn thiện các chính sách phát triển năng lượng hydrogen và hệ thống đảm bảo thể chế;
- Thiết lập và cải thiện hệ thống chính sách năng lượng hydrogen;
- Thiết lập và cải thiện hệ thống tiêu chuẩn ngành năng lượng hydrogen;
- Tăng cường hỗ trợ tài chính;
- Tiến hành công khai và thực hiện các quy định an toàn và tiêu chuẩn an toàn đối với sản xuất, lưu trữ, truyền tải và sử dụng năng lượng hydrogen, nâng cao nhận thức về an toàn của cơ quan chính của doanh nghiệp và xây dựng nền tảng vững chắc cho việc sử dụng năng lượng hydrogen an toàn.

Tiềm năng đổi mới và phát triển công nghiệp của hydrogen [viii, ix] :

- Nâng cao hiệu quả sản xuất hydrogen từ năng lượng tái tạo cũng như từ nhiên liệu hóa thạch, kể cả khí hóa than;
- Tăng quy mô sản xuất máy điện phân và giảm chi phí;
- Nâng cao bí quyết về vật liệu để lưu trữ và nạp nhiên liệu hydrogen;
- Thúc đẩy nghiên cứu, triển khai và sản xuất pin nhiên liệu;
- Các thành phố thí điểm: để thúc đẩy các cụm công nghiệp sản xuất và sử dụng xe chạy pin nhiên liệu.

II.4. Chính sách hỗ trợ phát triển hydrogen

Xe FC (xe kéo rơ moóc, ô tô đầu kéo sơ mi rơ moóc, xe container) là ưu tiên chính:

Hỗ trợ từ Ngân sách Trung ương

- Ưu đãi cho các nhà sản xuất xe chạy pin nhiên liệu thông qua Hệ thống tín dụng Xe năng lượng mới (hệ thống tiêu chuẩn khí thải dựa trên đội xe)
- Trợ cấp trực tiếp cho người tiêu dùng:

Kiểu xe	Trợ cấp (CNY*) mỗi xe (2016)	Giảm năm 2017 (so với 2016)	Giảm năm 2019 (so với 2016)	Giảm năm 2021 (so với 2019)	Giảm năm 2021 (so với 2019)

Xe khách nhỏ	20000	20 %	40 %	20 % (xe tư nhân)	30 % (xe tư nhân)
Xe hạng nhẹ	30000				
Xe tải hoặc buýt cỡ vừa và trung	50000			10 % (xe công)	20 % (xe công)
- 1 Chinese Yean (CNY)= 0,14 USD					

Đối với các thành phố thí điểm:

- Thay thế dần chế độ bao cấp (trợ cấp) từ năm 2020;
- Chính quyền trung ương **thưởng** cho các thành phố thí điểm để thúc đẩy ngành công nghiệp pin nhiên liệu;
- Các thành phố được chọn vào năm 2021: Bắc Kinh, Thượng Hải, Quảng Châu, Zibo thuộc tỉnh Sơn Đông.

Cơ chế hỗ trợ cho các trạm tiếp nhiên liệu hydrogen:

- Trung ương thưởng cho các thành phố hoặc cụm thành phố thí điểm để thúc đẩy nghiên cứu triển khai các trạm tiếp nhiên liệu hydrogen kể từ năm 2014;
- Chính quyền địa phương cấp các khoản trợ cấp cho việc xây dựng và/hoặc vận hành các trạm tiếp nhiên liệu hydrogen.

Các cơ chế hỗ trợ khác cho phát triển hydrogen:

- Hỗ trợ đầu tư của chính quyền địa phương và các tổ chức tài chính được khuyến khích cho các lĩnh vực: sản xuất hydrogen sạch, pin nhiên liệu, xe chạy bằng pin nhiên liệu, trạm tiếp nhiên liệu, lưu trữ, pha trộn hydrogen trong đường ống;
- Cơ chế hỗ trợ bao gồm: quỹ công nghiệp địa phương; ưu đãi về thuế; giảm giá điện;
- Hệ thống mua bán khí thải của Trung Quốc có thể tạo ra các ưu đãi trong tương lai nếu được mở rộng sang lĩnh vực giao thông vận tải và các ngành công nghiệp liên quan.

II.5. Kết luận

- Lợi ích an ninh năng lượng tiềm năng của hydrogen không được đề cập nổi bật trong chính sách hydrogen của Trung Quốc;
- Trung Quốc dường như không định vị mình là nhà nhập khẩu hoặc xuất khẩu hydrogen (tái tạo) quy mô lớn, ủng hộ sản xuất hydrogen trong nước;
- Không nhất thiết phải ưu tiên sử dụng hydrogen trong các lĩnh vực khó điện khí hóa nhất (ví dụ: công nghiệp) mà trước hết trong giao thông vận tải;

- Hydrogen chỉ được coi là phương tiện khử cacbon và ổn định hệ thống điện dựa trên năng lượng tái **tạo trong dài hạn**. Trong ngắn hạn, việc sản xuất hydrogen từ bất kỳ nguồn nào (tái tạo, than, dầu, khí) đang được hỗ trợ. Tuy nhiên, *Kế hoạch phát triển hydrogen quốc gia không thảo luận về việc thu hồi và lưu trữ carbon để sử dụng trong sản xuất hydrogen*;

- Vẫn chưa rõ nhu cầu về hydrogen tái tạo hoặc hydrogen sạch sẽ được hỗ trợ như thế nào;

- Trung Quốc đang thúc đẩy nhu cầu về hydrogen, mặc dù nỗ lực này chủ yếu nằm trong lĩnh vực giao thông vận tải (tức là phương tiện chạy bằng pin nhiên liệu). Các khía cạnh khác của hydrogen đang dần trở thành ưu tiên, đặc biệt là sản xuất và vận chuyển hydrogen;

- Các cụm địa phương đang thúc đẩy sự phát triển của chuỗi giá trị hydrogen, trong khi các doanh nghiệp năng lượng nhà nước đóng vai trò chủ chốt trong việc phát triển cơ sở hạ tầng vận chuyển (ví dụ: đường ống) và kho chứa (ví dụ: trạm tiếp nhiên liệu). Các mục tiêu địa phương thường xuyên vượt qua các mục tiêu trung ương, cả về triển khai phương tiện chạy bằng pin nhiên liệu và hydrogen tái tạo;

- China Hydrogen Alliance ban hành tiêu chuẩn: hydrogen tái tạo (sử dụng NLTT, phát thải dưới 4,9 kg CO₂/kg H₂), hydrogen sạch (dưới 4,9 kg CO₂/kg H₂), hydrogen carbon thấp (dưới 14,51 kg CO₂/kg H₂), chưa do chính phủ ban hành. Các tiêu chuẩn về hydrogen “carbon thấp” và “tái tạo” có thể sẽ ít nghiêm ngặt hơn so với các tiêu chuẩn tương đương của EU trong thời gian ngắn;

- *Xe chạy pin nhiên liệu vẫn là lĩnh vực mục tiêu nổi bật nhất*. Trung Quốc đang ưu tiên cạnh tranh trong công nghệ pin nhiên liệu, đồng thời triển khai nỗ lực thu hẹp khoảng cách về công nghệ đã được xác định rõ ràng;

- Cơ chế thưởng cho các thành phố thí điểm đang bắt đầu, thay thế trợ cấp trực tiếp cho người tiêu dùng đối với xe chạy pin nhiên liệu.

III. Châu Âu

Các dạng năng lượng đang được sử dụng tại Châu Âu (EU) vẫn chủ yếu dựa trên các nguồn nhiên liệu hóa thạch nhập khẩu, khoảng 60% nguồn cung năng lượng, bao gồm dầu mỏ, khí thiên nhiên và than. EU đang đối mặt với những thách thức trong việc đáp ứng các mục tiêu giảm phát thải carbon. Vào tháng 7 năm 2020, Ủy ban châu Âu (EC) đã thông qua một chiến lược thúc đẩy sản xuất hydrogen sạch ở EU [x].

Ủy ban Châu Âu coi hydrogen là nền tảng trong chính sách năng lượng sạch của mình. *Hydrogen có thể được sử dụng làm nguyên liệu, nhiên liệu hoặc chất mang và lưu trữ năng lượng, đồng thời có nhiều ứng dụng khả thi giúp giảm phát thải khí nhà kính trong các lĩnh vực công nghiệp, giao thông, năng lượng và tòa nhà*. Ưu tiên của EU là phát triển hydrogen tái tạo, được sản xuất chủ yếu bằng năng lượng gió và mặt trời. *Hydrogen tái tạo, cũng là hydrogen sạch* (từ điện phân nước bằng nguồn điện tái tạo hoặc chuyển hóa từ biomass, hoặc

reforming biomethane, nếu tuân theo các yêu cầu về bền vững) là lựa chọn tương thích nhất với mục tiêu trung lập về khí hậu và không ô nhiễm của EU trong dài hạn và phù hợp nhất với hệ thống năng lượng tích hợp. Lựa chọn hydrogen tái tạo dựa trên năng lực sản xuất máy điện phân của EU, sẽ tạo ra việc làm mới và tăng trưởng kinh tế trong EU, đồng thời hỗ trợ hệ thống năng lượng tích hợp hiệu quả về chi phí.

Hiện nay, ước tính chi phí hydrogen từ nguồn hóa thạch là khoảng 1,5 €/kg đối với EU, phụ thuộc nhiều vào giá khí đốt và không tính đến chi phí CO₂. Chi phí ước tính hiện nay đối với hydrogen từ nguồn hóa thạch có thu hồi và lưu trữ carbon (CCS) là khoảng 2 €/kg và hydrogen tái tạo là 2,5-5,5 €/kg. Giá carbon sẽ cần ở trong khoảng 55-90 EUR/tấn CO₂ để hydrogen từ nguồn hóa thạch kết hợp sử dụng CCS có thể cạnh tranh với hydrogen từ nguồn hóa thạch hiện nay. Chi phí cho hydrogen tái tạo đang giảm nhanh chóng. Chi phí máy điện phân đã giảm 60% trong mười năm qua và dự kiến sẽ giảm một nửa vào năm 2030 so với hiện nay với quy mô kinh tế. Ở những khu vực có điện tái tạo rẻ, máy điện phân dự kiến sẽ có thể cạnh tranh với hydrogen hóa thạch vào năm 2030. Những yếu tố này sẽ là động lực chính cho sự phát triển dần dần của hydrogen trong nền kinh tế EU.

III.1. Lộ trình và mục tiêu

Chiến lược này được chia thành ba giai đoạn chính, với các lĩnh vực hoạt động và mục tiêu sau:

Giai đoạn 1 (2020-2024): Mục tiêu là giảm thiểu lượng carbon trong sản xuất hydrogen hiện tại cho các ngành công nghiệp đang sử dụng hydrogen, và khuyến nghị sử dụng hydrogen trong các ứng dụng mới, như trong lĩnh vực hóa chất, các quy trình công nghiệp khác và có thể trong vận tải hạng nặng. Đến năm 2024, ít nhất 6 GW máy điện phân hydrogen từ năng lượng tái tạo sẽ được lắp đặt tại EU và sản xuất lên đến một triệu tấn hydrogen tái tạo.

- Việc sản xuất các máy điện phân, kể cả những máy lớn (lên đến 100 MW), cần phải được mở rộng quy mô, có thể được lắp đặt gần các nhà máy lọc dầu, nhà máy thép và khu phức hợp hóa chất lớn hơn. Lý tưởng nhất là chúng sẽ được cung cấp năng lượng trực tiếp từ các nguồn điện tái tạo tại địa phương.

- Các trạm tiếp nhiên liệu hydrogen sẽ cần thiết cho việc sử dụng xe buýt chạy bằng pin nhiên liệu hydrogen và ở giai đoạn sau là xe tải. Do đó, các máy điện phân cũng sẽ cần thiết để cung cấp cục bộ cho số lượng ngày càng tăng của các trạm tiếp nhiên liệu hydrogen.

- Các dạng khác nhau của hydrogen được sản xuất từ điện phát thải carbon thấp, đặc biệt nếu lượng khí thải nhà kính gần như bằng không, sẽ góp phần mở rộng quy mô sản xuất và thị trường hydrogen. Một số nhà máy sản xuất hydrogen hiện có nên được khử cacbon bằng cách trang bị thêm cho chúng các công nghệ CCS.

- **Cơ sở hạ tầng** để vận chuyển hydrogen sẽ vẫn còn hạn chế vì ban đầu nơi sản xuất và nơi tiêu thụ ở gần hoặc tại chỗ. Nhưng việc lập kế hoạch cho cơ sở hạ tầng truyền tải mức trung và xương sống nên bắt đầu.

- Cần có cơ sở hạ tầng để thu giữ và sử dụng CO₂ để tạo điều kiện cho một số dạng hydrogen thải carbon thấp.

- **Trọng tâm chính sách:** thiết lập khung pháp lý cho thị trường hydrogen trôi chảy và hoạt động tốt, đồng thời khuyến khích cung cầu ở các thị trường dẫn đầu, thông qua việc thu hẹp khoảng cách chi phí giữa các giải pháp thông thường và *hydrogen tái tạo* và *carbon thấp* và thông qua các Quy định viện trợ thích hợp của nhà nước. Kích hoạt các điều kiện khung sẽ thúc đẩy các kế hoạch cụ thể cho các nhà máy năng lượng mặt trời và gió lớn chuyên sản xuất hydrogen tái tạo quy mô gigawatt trước năm 2030.

- Liên minh Hydrogen sạch châu Âu sẽ giúp xây dựng một hệ thống đầu tư mạnh. Là một phần trong kế hoạch phục hồi của Ủy ban, các công cụ tài trợ của *EU Thế hệ tiếp theo*, bao gồm *Cửa sổ đầu tư chiến lược châu Âu* của chương trình InvestEU và Quỹ đổi mới ETS, sẽ tăng cường hỗ trợ tài trợ và giúp thu hẹp khoảng cách đầu tư cho năng lượng tái tạo do COVID-19 tạo ra khủng hoảng.

Giai đoạn 2 (2024-2030): Hydrogen cần trở thành một phần không thể thiếu của hệ thống năng lượng tích hợp với mục tiêu chiến lược là lắp đặt ít nhất 40 GW máy điện phân hydrogen từ năng lượng tái tạo vào năm 2030 và sản xuất lên đến 10 triệu tấn hydrogen tái tạo tại EU. Các ngành công nghiệp sẽ dần mở rộng việc sử dụng hydrogen, bao gồm làm thép, xe tải, đường sắt và một số ứng dụng vận chuyển đường biển.

- Trong giai đoạn này, hydrogen tái tạo dự kiến sẽ dần trở nên cạnh tranh về chi phí với các hình thức sản xuất hydrogen khác, nhưng sẽ cần có các *chính sách dành riêng cho nhu cầu công nghiệp* để dần dần đưa vào các ứng dụng mới, bao gồm sản xuất thép, xe tải, đường sắt và một số phương tiện giao thông hàng hải ứng dụng và các phương thức truyền tải khác. Hydrogen tái tạo sẽ bắt đầu đóng vai trò *cân bằng hệ thống điện tái tạo bằng cách chuyển điện năng thành hydrogen khi điện tái tạo dồi dào, rẻ*. Hydrogen cũng sẽ được sử dụng để *lưu trữ hàng ngày hoặc theo mùa*, như một phương án dự phòng và cung cấp các chức năng đệm, *tăng cường an ninh nguồn cung trong trung hạn*.

- Sản xuất hydrogen dựa trên hóa thạch hiện có kết hợp khả năng thu giữ carbon sẽ tiếp tục giảm khí thải nhà kính và khí thải khác

- Các cụm hydrogen địa phương, chẳng hạn như vùng sâu vùng xa hoặc đảo, hoặc hệ sinh thái khu vực - được gọi là "Thung lũng hydrogen" - sẽ phát triển, dựa vào sản xuất hydrogen tại địa phương từ sản xuất năng lượng tái tạo phi tập trung và nhu cầu địa phương, được vận chuyển trong khoảng cách ngắn. Trong những trường hợp như vậy, cơ sở hạ tầng hydrogen chuyên dụng có thể sử dụng hydrogen không chỉ cho các ứng dụng *công nghiệp và giao thông, cân bằng điện* mà còn để *cung cấp nhiệt* cho các tòa nhà dân cư và thương mại.

- Nhu cầu ***cơ sở hạ tầng*** trên toàn EU sẽ xuất hiện và các bước sẽ được thực hiện để vận chuyển hydrogen từ các khu vực có tiềm năng tái tạo lớn đến các trung tâm có nhu cầu có thể nằm ở các Quốc gia Thành viên khác. Xương sống của lưới điện toàn châu Âu sẽ cần phải được lên kế hoạch và một mạng lưới các trạm tiếp nhiên liệu hydrogen sẽ được thiết lập. Lưới khí đốt hiện tại có thể được tái sử dụng một phần để vận chuyển hydrogen tái tạo trên khoảng cách xa hơn và việc phát triển các cơ sở lưu trữ hydrogen quy mô lớn hơn sẽ trở nên cần thiết. Thương mại quốc tế cũng có thể phát triển, đặc biệt là với ở Đông Âu và các nước Nam và Đông Địa Trung Hải.

- Về trọng tâm ***chính sách***, việc mở rộng quy mô bền vững như vậy trong một thời gian tương đối ngắn sẽ đòi hỏi phải tăng cường hỗ trợ của EU và kích thích đầu tư để xây dựng một hệ sinh thái hydrogen hoàn chỉnh. Đến năm 2030, EU sẽ đặt mục tiêu hoàn thành một thị trường hydrogen mở và cạnh tranh của EU, với thương mại xuyên biên giới không bị cản trở và phân bổ nguồn cung hydrogen hiệu quả giữa các ngành.

Giai đoạn 3 (từ 2030 trở đi và hướng tới 2050): Công nghệ hydrogen tái tạo nên đạt đến mức chín muồi và được triển khai trên quy mô lớn để tiếp cận tất cả các lĩnh vực khó khăn trong việc giảm carbon nơi mà các phương án khác có thể không khả thi hoặc có chi phí cao hơn

- Trong giai đoạn này, sản xuất điện tái tạo cần tăng mạnh vì khoảng một phần tư điện tái tạo có thể được sử dụng để sản xuất hydrogen tái tạo vào năm 2050.

- Đặc biệt, hydrogen và nhiên liệu tổng hợp có nguồn gốc từ hydrogen, dựa trên CO₂ trung hòa carbon, có thể thâm nhập rộng rãi hơn vào nhiều lĩnh vực khác nhau của nền kinh tế, từ hàng không và vận chuyển đến các tòa nhà công nghiệp và thương mại khó khử cacbon. Khí sinh học bền vững cũng có thể có vai trò thay thế khí đốt tự nhiên trong các cơ sở sản xuất hydrogen bằng cách thu hồi và lưu trữ carbon để tạo ra khí thải âm, với điều kiện tránh rò rỉ khí mêtan sinh học và chỉ phù hợp với các mục tiêu đa dạng sinh học và các nguyên tắc nêu trong Chiến lược đa dạng sinh học EU2030

III.2. Các biện pháp và hành động để thúc đẩy phát triển hydrogen ở châu Âu

Kế hoạch Đầu tư

Để đạt được các mục tiêu triển khai được vạch ra trong lộ trình chiến lược này vào năm 2024 và 2030, cần có một chương trình đầu tư mạnh mẽ khai thác sức mạnh tổng hợp và đảm bảo sự nhất quán trong hỗ trợ công giữa các quỹ khác nhau của EU và nguồn tài trợ của EIB, khai thác hiệu ứng đòn bẩy và ***tránh hỗ trợ quá mức***.

Từ nay đến năm 2030, các khoản đầu tư vào máy điện phân có thể nằm trong khoảng từ **24 đến 42 tỷ euro**. Ngoài ra, trong cùng thời gian, sẽ cần **220-340 tỷ euro** để mở rộng quy mô và kết nối trực tiếp 80-120 GW công suất sản xuất năng lượng mặt trời và gió với các nhà máy điện phân để cung cấp lượng

điện cần thiết. Các khoản đầu tư vào việc trang bị thêm cho một nửa số nhà máy hiện có khả năng thu hồi và lưu trữ carbon ước tính vào khoảng **11 tỷ euro**. Ngoài ra, các khoản đầu tư trị giá **65 tỷ euro** sẽ cần thiết cho việc vận chuyển, phân phối và lưu trữ hydrogen cũng như các trạm tiếp nhiên liệu hydrogen. Từ nay đến năm 2050, đầu tư vào năng lực sản xuất sẽ lên **tới 180-470 tỷ euro** ở EU.

Cuối cùng, việc điều chỉnh các lĩnh vực sử dụng cuối để tiêu thụ hydrogen và nhiên liệu dựa trên hydrogen cũng sẽ cần đầu tư đáng kể. Chẳng hạn, phải mất khoảng **160-200** triệu euro để chuyển đổi một cơ sở sản xuất thép điển hình của EU sắp hết tuổi thọ thành hydrogen. Trong lĩnh vực giao thông đường bộ, việc triển khai thêm 400 trạm tiếp nhiên liệu hydrogen quy mô nhỏ (so với 100 trạm hiện nay) có thể cần khoản đầu tư 850-1000 triệu euro.

Giải pháp để hỗ trợ các khoản đầu tư này và sự xuất hiện của toàn bộ hệ sinh thái hydrogen là:

Thông qua *European Clean Hydrogen Alliance - Liên minh Hydrogen sạch Châu Âu*, xây dựng chương trình đầu tư để kích thích triển khai sản xuất và sử dụng hydrogen và xây dựng một hệ thống dự án cụ thể (đến cuối năm 2020).

Hỗ trợ các khoản đầu tư chiến lược vào hydrogen sạch trong bối cảnh kế hoạch phục hồi của Ủy ban, đặc biệt thông qua *Strategic European Investment Window of InvestEU - Cửa sổ đầu tư chiến lược châu Âu của InvestEU* (từ năm 2021).

Kích cầu và mở rộng quy mô sản xuất

- Đề xuất các biện pháp để tạo điều kiện thuận lợi cho việc sử dụng hydrogen và các dẫn xuất của nó trong lĩnh vực giao thông vận tải trong *Sustainable and Smart Mobility Strategy Chiến lược Di chuyển Thông minh và Bền vững* sắp tới của Ủy ban và trong các sáng kiến chính sách liên quan (2020)

- Khám phá các biện pháp hỗ trợ bổ sung, bao gồm các chính sách về nhu cầu trong các lĩnh vực sử dụng cuối, để phát triển hydrogen tái tạo dựa trên các điều khoản hiện có của *Chỉ thị Năng lượng Tái tạo* (trước tháng 6 năm 2021).

- Đưa ra ngưỡng/tiêu chuẩn carbon thấp chung để thúc đẩy các cơ sở sản xuất hydro dựa trên hiệu suất GHG trong toàn bộ vòng đời của chúng (trước tháng 6 năm 2021).

- Đưa ra một thuật ngữ toàn diện và các tiêu chí trên toàn châu Âu để chứng nhận hydrogen tái tạo và hydrogen carbon thấp (trước tháng 6 năm 2021).

- Xây dựng kế hoạch thí điểm – tốt nhất là ở cấp độ EU – cho *Carbon Contracts for Difference programme* - chương trình *Hợp đồng Chênh lệch carbon*, đặc biệt là để hỗ trợ sản xuất thép tái chế và carbon thấp, cũng như các hóa chất cơ bản.

Thiết kế một khuôn khổ tạo điều kiện và hỗ trợ: các chương trình hỗ trợ, quy tắc thị trường và cơ sở hạ tầng

- Bắt đầu quy hoạch cơ sở hạ tầng hydrogen.

- Đẩy nhanh việc triển khai các cơ sở hạ tầng tiếp nhiên liệu khác nhau trong quá trình sửa đổi Chỉ thị về cơ sở hạ tầng nhiên liệu thay thế và sửa đổi Quy định về Mạng lưới giao thông xuyên châu Âu (2021).

- Thiết kế tạo điều kiện cho các quy tắc thị trường đối với việc triển khai hydrogen.

Thúc đẩy nghiên cứu và đổi mới trong công nghệ hydro

- Khởi động máy điện phân 100 MW và thông báo mời các đề xuất về Cảng và Sân bay Xanh, là một phần của thông báo mời trong Thỏa thuận Xanh Châu Âu trong Horizon 2020 (Quý 3 năm 2020).

- Thiết lập Quan hệ đối tác Hydrogen Sạch được đề xuất, tập trung vào sản xuất, lưu trữ, vận chuyển, phân phối và các thành phần chính cho mục đích sử dụng cuối ưu tiên của hydrogen sạch với giá cạnh tranh.

- Chỉ đạo phát triển các dự án thí điểm quan trọng hỗ trợ chuỗi giá trị hydrogen, phối hợp với Kế hoạch SET (từ năm 2020 trở đi).

- Tạo điều kiện thuận lợi cho việc trình diễn các công nghệ đổi mới dựa trên hydrogen thông qua việc khởi động kêu gọi các đề xuất trong Quỹ Đổi mới ETS (thông báo đầu tiên vào tháng 7 năm 2020).

- Phát động lời kêu gọi hành động thí điểm về đổi mới liên vùng theo chính sách gắn kết về Công nghệ hydrogen ở các khu vực sử dụng nhiều carbon (2020).

Quốc tế

Tăng cường vai trò lãnh đạo của EU trong các diễn đàn quốc tế về tiêu chuẩn kỹ thuật, quy định và định nghĩa về hydrogen. Châu Âu sẽ đảm bảo các cơ hội hợp tác với các quốc gia và khu vực lân cận của EU và đề ra quy trình hợp tác về hydrogen tái tạo với Liên minh châu Phi.

III.3. Khó khăn, rào cản

Có thể thấy chiến lược do Châu Âu đề ra cho mục tiêu phát triển hydrogen bền vững rất đồng bộ và toàn diện, nhưng cũng đầy tham vọng.

- Nhu cầu tiêu thụ trên thế giới sẽ ngày một tăng. Mức tiêu thụ năng lượng toàn cầu hàng năm ước tính khoảng 580 triệu terajoule, tương đương 13.865 triệu tấn dầu quy đổi. Giả sử dự kiến lượng hydrogen xanh đạt được vào năm 2050 là 500 triệu tấn mỗi năm, con số này chỉ chiếm 3,5% tổng năng lượng tiêu thụ toàn cầu [xi] Các con số cho thấy rằng hydrogen xanh là một thành phần trong cơ cấu năng lượng và với một tỉ trọng khiêm tốn.

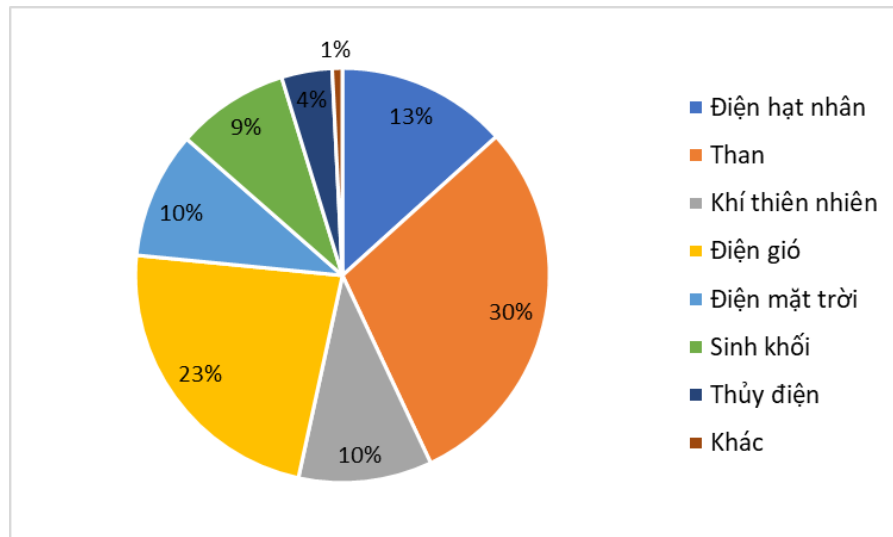
- Chi phí đầu tư cũng là một thách thức trong việc thúc đẩy sự phát triển hydrogen xanh. Để thúc đẩy thực hiện các dự án hydrogen xanh, cần thiết phải có một khoản đầu tư lớn. Theo Hội đồng Hydrogen (Hydrogen Council), cần 320 tỉ USD đầu tư để thúc đẩy thực hiện hơn 1.000 dự án Hydrogen xanh. Tuy nhiên, chỉ mới 10% đầu tư được thông qua FID [xii]. Có lẽ một câu hỏi được đặt ra rằng phần lớn khoản đầu tư còn lại sẽ đến từ đâu và khi nào sẽ thực hiện.

Vấn đề chi phí đầu tư vào chuyển đổi sang sử dụng hydrogen xanh cũng tương tự đối với lĩnh vực dầu khí nói riêng. Năm 2022, phần lớn các công ty dầu khí tạo ra được lợi nhuận lớn, tuy nhiên đã không có một khoản nào tái đầu tư vào hydrogen. Thậm chí các công ty dầu khí lớn như Saudi Aramco, ExxonMobil, Chevron cũng không có động thái đầu tư đáng kể vào hydrogen xanh

IV. CHLB Đức

IV.1. Mục tiêu

CHLB Đức là một trong những quốc gia tiên phong hành động chống biến đổi khí hậu và đã đặt ra những mục tiêu đầy tham vọng về năng lượng và khí hậu. Nước Đức đặt ra mục tiêu cắt giảm phát thải khí nhà kính tối thiểu 65% vào năm 2030, 88% vào năm 2040 (so với năm 1990) và tiến đến trung hòa khí nhà kính vào năm 2045 ^[xiii]. Sản lượng sản xuất điện của Đức năm 2021 đạt khoảng 491 TWh, trong đó khoảng 13% đến từ điện hạt nhân, 30% đến từ điện than và chiếm tỷ lệ cao nhất trong cơ cấu sản xuất điện là điện năng lượng tái tạo với khoảng 46% ^[xiv]. Hình sau trình bày cơ cấu nguồn sản xuất điện tại Đức năm 2021.



Hình 1: Cơ cấu nguồn sản xuất điện tại Đức năm 2021

Nguồn: ISE, 2022

Dầu mỏ và khí đốt đóng vai trò quan trọng trong nền công nghiệp nước Đức và vai trò này vẫn phải duy trì trong một số lĩnh vực công nghiệp và vận tải trong dài hạn. Tuy nhiên, với các mục tiêu về khí hậu đã đặt ra, nước Đức cần các giải pháp thân thiện với môi trường, thay thế lâu dài cho nhiên liệu hóa thạch như than, dầu mỏ và khí đốt.

Hydrogen được xem là yếu tố đóng vai trò quan trọng để đạt được các mục tiêu giảm phát thải, đặc biệt từ các lĩnh vực công nghiệp lớn và trong giao thông vận tải của nước Đức. Trong số các “màu” hydrogen, Đức chỉ xem hydrogen xanh sản xuất từ điện tái tạo là năng lượng bền vững về lâu dài và ủng hộ phát triển hydrogen xanh, trong khi hydrogen lam được xem là công nghệ cầu nối đáp ứng nhu cầu hydrogen ngắn hạn. Ngày 10 tháng 6 năm 2020, Chính phủ Đức đã thông qua Chiến lược Hydrogen Quốc gia, chiến lược đặt ra một số mục tiêu khác nhau

hướng đến thúc đẩy sử dụng công nghệ Hydrogen thân thiện với khí hậu [xiii]. Một số mục tiêu của chiến lược Hydrogen quốc gia Đức bao gồm:

- Sản xuất Hydrogen theo hướng thân thiện với khí hậu, cụ thể là phương pháp điện phân nước sử dụng điện năng lượng tái tạo. Hydrogen xanh này sẽ góp phần giảm phát thải carbon trong các lĩnh vực công nghiệp và tiến tới trung hòa carbon;

- Quá trình sản xuất Hydrogen tiêu hao tương đối nhiều năng lượng, do đó ưu tiên sử dụng trực tiếp điện năng lượng tái tạo, chỉ nên sử dụng Hydrogen ở những nơi không thể sử dụng trực tiếp điện tái tạo;

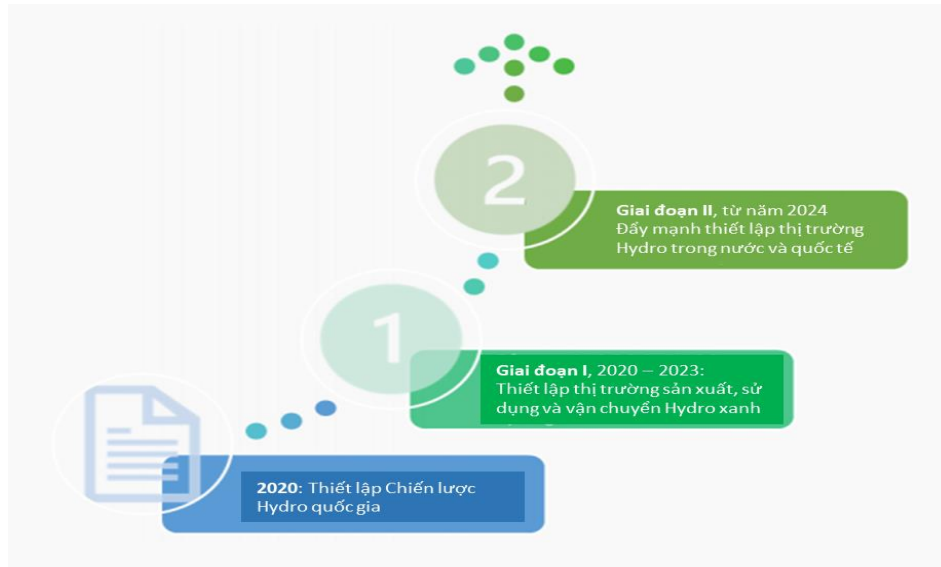
- Đức cũng nhận thức rõ các cơ hội của nền kinh tế khi thị trường Hydrogen phát triển và mong muốn trở thành quốc gia dẫn đầu về cung cấp công nghệ Hydrogen xanh.

IV.2. Lộ trình

Để đạt được mục tiêu về khí hậu, trong lĩnh vực điện, nước Đức đặt ra mục tiêu loại bỏ điện hạt nhân ra khỏi cơ cấu sản xuất điện đến cuối năm 2022. Tính đến tháng 6/2022, chỉ còn ba nhà máy điện hạt nhân vận hành so với con số bảy nhà máy vào năm 2019. Mục tiêu đến năm 2030, loại bỏ điện than ra khỏi cơ cấu sản xuất điện và nâng công suất điện năng lượng tái tạo lên 80% tổng lượng điện của cả nước và điện khí là một sự lựa chọn hỗ trợ cho quá trình chuyển đổi sang năng lượng tái tạo. Tiếp theo sau đó là dự kiến loại bỏ điện khí vào năm 2035 [xiii].

Hiện nay, Đức đã xây dựng gần 30.000 tuabin điện gió trên bờ, tương đương với công suất lắp đặt 58.106 MW và chỉ 0,8% diện tích đất được phê duyệt cho điện gió trên bờ [xv]. Tuy nhiên con số này là chưa đủ để đạt được mục tiêu về khí hậu. Để đạt được 80% cơ cấu điện tái tạo vào năm 2030, các công trình điện gió trên bờ được đặt mục tiêu tăng lên mức trung bình 10 GW mỗi năm (từ 1,9 GW vào năm 2021), để đạt công suất tích lũy 115 GW vào cuối thập kỷ và đạt mức 157 GW vào năm 2035. Bên cạnh đó, năng lượng mặt trời dự kiến sẽ tăng lên mức trung bình 22 GW mỗi năm (từ 5,3 GW vào năm 2021), để đạt 215GW công suất tích lũy vào năm 2030 [xiii] Tính đến cuối năm 2022, Đức đã xây dựng trên 1.500 tuabin điện gió ngoài khơi với công suất tích lũy 8 GW. Mục tiêu nước Đức sẽ tăng công suất điện gió ngoài khơi lên 30 GW vào năm 2030 [xvi]. Ước tính rằng một diện tích 2250 km² bề mặt biển cần sử dụng để phục vụ cho các công trình điện gió ngoài khơi.

Lộ trình chiến lược Hydrogen quốc gia Đức được mô tả theo hình bên dưới. Trong giai đoạn đầu của chiến lược, nước Đức thu hút đầu tư tư nhân vào sản xuất, vận chuyển và sử dụng hydrogen trong giai đoạn đầu. Giai đoạn tiếp theo sẽ ổn định thị trường nội địa mới nổi và định hình quy mô hydrogen của châu Âu và quốc tế. Theo Chiến lược Hydrogen quốc gia Đức, quốc gia này dự kiến phát triển 5GW công suất điện phân vào năm 2030 và gần đây nhất, mục tiêu này đã nâng lên gấp đôi là 10 GW [xvii].



Hình 2: Lộ trình phát triển hydrogen tại Đức

Nguồn: The Federal Government, “The national Hydrogen strategy”, 2020

Các công nghệ hydrogen và chất mang năng lượng không carbon sẽ trở thành những yếu tố chính của quá trình chuyển đổi năng lượng. Điều này nhằm đảm bảo rằng các lĩnh vực công nghiệp không thể khử carbon theo bất kỳ cách nào khác có thể giảm phát thải khí nhà kính và phá vỡ sự phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch. Hydrogen xanh dự kiến sẽ khử carbon đáng kể trong các lĩnh vực có lượng khí thải lớn nhất như công nghiệp sản xuất thép, xi măng và giao thông vận tải.

Trong lĩnh vực lọc hóa dầu nói riêng, các nhà máy lọc dầu tiêu thụ một lượng đáng kể hydrogen, và hiện chủ yếu là Hydrogen xám. Hydrogen xanh sẽ là yếu tố giúp các nhà máy lọc dầu khử carbon. Các nhà máy lọc dầu của Đức có tiềm năng đạt được mức cắt giảm phát thải tương đương 1,7 triệu tấn CO₂ hàng năm bằng cách thay thế Hydrogen xám bằng Hydrogen xanh. Theo dự án Refhyne, nước Đức dự kiến sẽ lắp đặt và vận hành máy điện phân 10 MW tại một nhà máy lọc dầu lớn ở Đức ^[xviii]. Một nhà máy lọc dầu khác, Lingen, là nhà máy lọc dầu đầu tiên trên thế giới sử dụng Hydrogen xanh trong quá trình sản xuất. Nguồn Hydrogen xanh này được cung cấp bởi Audi Industriegas. Dự kiến dự án điện phân công suất 50 MW sẽ đi vào hoạt động năm 2024, cung cấp khoảng 9.000 tấn Hydrogen xanh mỗi năm, chiếm khoảng 20% mức tiêu thụ Hydrogen của nhà máy ^[xix, xx].

IV.3. Chính sách

Để có thể đạt được mục tiêu về khí hậu, bên cạnh lộ trình rõ ràng, các giải pháp công nghệ được thúc đẩy thì các biện pháp, chính sách hỗ trợ cũng đóng một vai trò vô cùng quan trọng. Chính phủ Đức đã đưa ra nhiều chính sách hướng đến nhiều đối tượng, lĩnh vực trong quá trình chuyển dịch năng lượng nhằm giảm phát thải và hướng đến trung hòa khí nhà kính. Quá trình khử carbon của hệ thống điện ở Đức là một thách thức phức tạp và nhiều mặt, đòi hỏi những thay đổi chính sách

quan trọng, tiến bộ công nghệ và chuyển đổi thị trường. Các chính sách hướng đến khử carbon trong ngành điện của Đức, bao gồm:

- Chính sách bồi thường cho việc đóng cửa các nhà máy nhiệt điện than nhằm hỗ trợ cho mục tiêu loại bỏ điện than vào năm 2030. Chính sách được áp dụng cho các nhà máy đóng cửa trước năm 2027;

- Tăng tốc phát triển năng lượng tái tạo. Đối với phát triển năng lượng tái tạo, các chính sách hỗ trợ đặc biệt được quy định trong Đạo luật năng lượng tái tạo EEG (Act on Granting Priority to Renewable Energy Sources). Một trong các chính sách đó là ưu tiên đầu nôi điện năng lượng tái tạo vào lưới điện và các đơn vị vận hành lưới điện có nghĩa vụ ưu tiên sử dụng điện năng lượng tái tạo khi mua và truyền tải điện;

- Mở rộng lưới điện và quản lý thông minh;

- Tối ưu hiệu suất sản xuất điện và tối ưu hóa quá trình lưu trữ năng lượng.

Với mục tiêu trở thành nhà cung cấp năng lượng Hydrogen dẫn đầu thế giới, nước Đức đã quyết định đầu tư 9 tỷ Euro vào phát triển năng lượng Hydrogen. Trong đó, 7 tỷ Euro đầu tư để tăng tốc độ triển khai thị trường công nghệ Hydrogen ở nước này và 2 tỷ Euro để thúc đẩy quan hệ đối tác quốc tế ^[xxi]. Đến nay, nước Đức chiếm 20% thị phần máy điện phân toàn cầu, dẫn đầu là công ty con của Thyssenkrupp, Uhde ^[xxii].

Nước Đức có một chiến lược Hydrogen tiên tiến và quốc gia này đang nỗ lực thực hiện chiến lược đó. Trong nước, một số chính quyền bang đã xác định chiến lược hoặc lộ trình Hydrogen, như Baden-Württemberg, Bavaria, năm bang ven biển phía bắc nước Đức, North Rhine-Westphalia. Đức không có đủ công suất năng lượng tái tạo để sản xuất nhiên liệu với khối lượng cần thiết, nên về lâu dài, quốc gia này sẽ phải nhập khẩu hydrogen xanh. Đức đang đóng vai trò hàng đầu trong việc hỗ trợ các quốc gia đối tác có tiềm năng cao về sản xuất Hydrogen xanh thông qua quan hệ đối tác và đầu tư. Chính phủ Đức đã hỗ trợ 17 quốc gia xây dựng chiến lược Hydrogen với mục tiêu hình thành một nền kinh tế Hydrogen cho tương lai.

Chiến lược Hydrogen quốc gia bao gồm một kế hoạch hành động gồm 38 biện pháp cụ thể, một số biện pháp thúc đẩy sự phát triển năng lượng Hydrogen đáng chú ý như:

- Tăng cường đầu tư, nghiên cứu và phát triển ở quy mô EU. Các dự án tập trung chủ yếu vào lĩnh vực công nghiệp và lĩnh vực giao thông vận tải. Trong lĩnh vực công nghiệp, nước Đức tập trung vào sản xuất thép khử carbon. Trong lĩnh vực giao thông vận tải, nước Đức tăng cường hệ thống pin nhiên liệu và xe điện chạy bằng pin nhiên liệu, cũng như xây dựng cơ sở hạ tầng trạm tiếp nhiên liệu Hydrogen. Đức là quốc gia đã thành lập tiêu chuẩn Hydrogen áp dụng cho giao thông vận tải cũng như trong quá trình tồn chứa, vận chuyển và phân phối;

- Đề hỗ trợ các ngành công nghiệp sử dụng hydrogen như công nghiệp sản xuất thép, xi măng,...chính phủ sẽ thiết lập chương trình thí điểm mới cho Hợp

đồng Carbon Chênh lệch (Carbon Contracts for Difference – CfD). Theo chương trình này, chính phủ Đức có kế hoạch tài trợ cho khoảng chênh lệch giữa giá carbon thực tế và giá carbon cần thiết để làm cho các dự án khử carbon trở nên khả thi về mặt kinh tế.

IV.4. Thách thức và rào cản

Mặc dù Hydrogen xanh được Đức xem là năng lượng bền vững, chiến lược Hydrogen đối mặt với một số thách thức và rào cản cần giải quyết để có thể đạt được mục tiêu của nó. Dưới đây là một số thách thức và rào cản chính cần được giải quyết:

- Công suất điện phân thấp, chi phí sản xuất Hydrogen xanh hiện vẫn còn cao. Tăng quy mô điện phân, chi phí điện tái tạo giảm là các yếu tố cốt lõi góp phần giảm chi phí sản xuất Hydrogen xanh;

- Tính sẵn có và khả năng tiếp cận các trạm tiếp nhiên liệu là yếu tố quan trọng để có thể sử dụng hydrogen rộng rãi. Việc phát triển cơ sở hạ tầng hydrogen còn chậm và đang cản trở việc áp dụng rộng rãi;

- Hydrogen hiện chủ yếu sử dụng trong công nghiệp lọc dầu và sản xuất phân bón. Để thúc đẩy quá trình khử carbon, Hydrogen cần được mở rộng sử dụng làm nguyên/nhiên liệu trong nhiều lĩnh vực công nghiệp khác nhau như sản xuất xi măng, thép và giao thông vận tải. Tuy nhiên, những ứng dụng này vẫn còn trong giai đoạn sơ khai, chưa thật sự được thúc đẩy mạnh mẽ.

V. Nhật Bản

Khi Thỏa thuận Paris có hiệu lực vào tháng 11/2016, Nhật Bản cũng được yêu cầu thực hiện trách nhiệm giải quyết vấn đề biến đổi khí hậu ngày càng nghiêm trọng. Lượng phát thải khí nhà kính (GHG) của Nhật Bản tăng đáng kể do các nhà máy điện hạt nhân bị đóng cửa sau trận động đất lớn ở phía Đông Nhật Bản. Riêng nhiên liệu gốc dầu mỏ chiếm tới 98% nhiên liệu ô tô, trong đó khoảng 87% nhập từ Trung Đông. Vốn nghèo về tài nguyên thiên nhiên bao gồm cả nhiên liệu hóa thạch, phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch nhập khẩu từ nước ngoài cho khoảng 94% nguồn cung cấp năng lượng sơ cấp, Nhật bản phải đồng thời đảm bảo an ninh năng lượng và giảm phát thải khí nhà kính. Phát thải từ sản xuất điện chiếm 40% phát thải CO₂, giao thông chiếm gần 20%, trong đó xe tải và xe trở khách chiếm 85% lượng thải này.

Chiến lược hydrogen cơ bản của Nhật Bản lần đầu tiên công bố vào 26/12/2017, tập trung vào ***lĩnh vực giao thông vận tải và sản xuất điện*** ^[xxiii]. Nhật Bản là một trong những quốc gia chuẩn bị tích cực nhất cho việc nhập khẩu hydrogen, xây dựng chuỗi cung ứng và cơ sở hạ tầng. Hiện tại, hydrogen, gồm sản phẩm phụ từ các nhà máy công nghiệp và được sản xuất từ reforming khí tự nhiên và khí hóa lỏng nhập khẩu từ nước ngoài, được sử dụng cho mục đích năng lượng.

V.1. Mục tiêu và lộ trình

- Hỗ trợ phát triển công nghệ và nâng cao khả năng cạnh tranh công nghiệp: Nhật Bản là quốc gia đi đầu trong nền kinh tế hydrogen và dẫn đầu về R&D, đặc biệt là về pin nhiên liệu;

- Thiết lập chuỗi cung ứng hydrogen quốc tế: Nhật Bản có kế hoạch nhập khẩu hydrogen (ví dụ: từ Úc) và đã xây dựng cơ sở hạ tầng cần thiết. Quốc gia này cũng tổ chức các Hội nghị Bộ trưởng Năng lượng Hydrogen Quốc tế hàng năm kể từ năm 2018 để **tăng cường hợp tác quốc tế**;

- Đa dạng hóa nhập khẩu năng lượng: Chính sách năng lượng của Nhật Bản hướng tới an ninh năng lượng, hiệu quả kinh tế và phù hợp với môi trường trên cơ sở an toàn về nguồn cung năng lượng.

Lộ trình hiện thực hóa mục tiêu *một xã hội dựa trên cơ sở hydrogen* gồm ba giai đoạn sau:

- Giai đoạn 1 (từ 2017): Bằng cách mở rộng đáng kể việc sử dụng pin nhiên liệu cố định và phương tiện giao thông chạy bằng pin nhiên liệu (FCV), Nhật Bản sẽ chiếm lĩnh thị trường toàn cầu về pin nhiên liệu và hydrogen;

- Giai đoạn 2 (vào nửa cuối những năm 2020): Chính thức sản xuất điện từ hydrogen và thiết lập hệ thống cung cấp hydrogen quy mô lớn. Để tăng nhu cầu hydrogen hơn nữa, Nhật Bản sẽ tăng phạm vi của các nguồn hydrogen hiện tại để nhằm vào các nguồn năng lượng chưa sử dụng và thiết lập một cấu trúc năng lượng thứ cấp mới bao gồm hydrogen bên cạnh điện và nhiệt truyền thống;

- Giai đoạn 3 (vào khoảng năm 2040): Thiết lập hệ thống cung cấp hydrogen không thải CO₂ trên cơ sở tổng thể, kết hợp sản xuất hydrogen với CCS hoặc sử dụng hydrogen từ năng lượng tái tạo.

Theo Reuter, ngày 6/6/2023 Nhật bản đã công bố sửa đổi mục tiêu *Chiến lược* để tăng nguồn cung hydrogen [xxiv]:

- Cung cấp hydrogen ở Nhật Bản đạt 3 triệu tấn hàng năm vào năm 2030 (từ 2 triệu tấn hiện nay);

- Tăng nguồn cung hydrogen lên 12 Mt mỗi năm vào năm 2040;

- Đến năm 2050, Nhật Bản đặt mục tiêu sản xuất khoảng 20 Mt khi họ kỳ vọng thị trường hydrogen toàn cầu sẽ tạo ra doanh thu hàng năm là 2,5 nghìn tỷ USD.

Kế hoạch này cũng nhằm mục đích giúp các công ty Nhật Bản đóng vai trò trung tâm trong việc cung cấp các chất điện phân cần thiết để sản xuất hydrogen. Nó đặt mục tiêu cho các công ty liên kết của Nhật Bản trong và ngoài nước có tổng công suất điện phân là 15 GW vào cuối thập kỷ này từ mức dưới 1 GW hiện nay.

V.2. Biện pháp hỗ trợ

Kinh phí: Tổng ngân sách của Bộ Kinh tế Nhật Bản (METI) dành cho hydrogen trong năm tài chính 2018 là 260 triệu USD (không bao gồm trợ cấp cho

FSV); Ngân sách của NEDO dành cho R&D (một phần ngân sách của METI): 138 triệu USD;

- R&D: được đặc biệt khuyến khích cho lĩnh vực pin nhiên liệu (các ứng dụng hàng hải, vận tải và cố định) và Power-to-Gas;

- Chuỗi cung ứng và cơ sở hạ tầng cho nhập khẩu: Úc và Brunei là những nhà cung cấp hydrogen đầu tiên của Nhật Bản. Các dự án nghiên cứu & triển khai (R&D) và triển khai (D) về vận chuyển đường dài, tải và lưu trữ hydrogen hóa lỏng sẽ được triển khai;

- Giảm giá thành hydrogen: Dùng năng lượng không được sử dụng ở nước ngoài kết hợp CCS và năng lượng tái tạo sản xuất hydrogen;

- Phát triển chuỗi cung ứng quy mô thương mại vào khoảng năm 2030 để mua 300.000 tấn hydrogen hàng năm và giảm chi phí hydrogen xuống 30 yên/Nm³. (khoảng 2,35 USD/kg);

- Từ năm 2030, Nhật Bản sẽ mở rộng chuỗi cung ứng hydrogen quốc tế ở phía cung và phổ biến việc sử dụng hydrogen công nghiệp ở phía cầu (giao thông FCV, sản xuất điện) để tiếp tục giảm chi phí hydrogen nhằm thu hẹp khoảng cách chi phí với các nguồn năng lượng truyền thống;

- Vận chuyển hydrogen trong nước: khí nén và hóa lỏng;

- Vận chuyển từ hải ngoại: sử dụng các chất mang lỏng phù hợp hệ thống hạ tầng khí đã và đang được xây dựng của Nhật Bản.

Để thực hiện các mục tiêu của *Chiến lược* được sửa đổi năm 2023, Nhật Bản có kế hoạch đầu tư 15 nghìn tỷ yên (107,5 tỷ đô la) trong 15 năm tới để cung cấp hydrogen cho đất nước, trong đó, chính phủ cung cấp 6-8 nghìn tỷ yên và phần còn lại đến từ khu vực tư nhân.

VI. Úc

Chiến lược Hydrogen Quốc gia, do chính phủ Úc ban hành ngày 22.11.2019, nhằm mục đích thiết lập một ngành công nghiệp hydrogen sạch, đổi mới, an toàn và cạnh tranh ở Úc, mang lại lợi ích cho đất nước và đưa Úc trở thành một đối tác lớn về hydrogen trên toàn cầu vào năm 2030. Chiến lược hỗ trợ ***tất cả các lộ trình sản xuất hydrogen sạch, bao gồm hydrogen được sản xuất bằng cách sử dụng năng lượng tái tạo hoặc sử dụng nhiên liệu hóa thạch với khả năng thu hồi và lưu trữ carbon (CCS)***. Điều này mang lại sự linh hoạt cho ngành công nghiệp hydrogen mới để theo đuổi các lộ trình đáp ứng tốt nhất nhu cầu của khách hàng khi thị trường toàn cầu xuất hiện [xxv].

Chiến lược Hydrogen Quốc gia áp dụng cách tiếp cận thích ứng để phát triển công nghiệp hydrogen sạch, có khả năng mở rộng quy mô nhanh chóng khi nhu cầu quốc tế tăng lên, thị trường hydrogen phát triển [xxv], ***nhưng không quá cam kết với một ngành công nghiệp vẫn đang cần được hoàn thiện***. Điều này có nghĩa là hành động ngay bây giờ, nhưng cần tiếp tục tinh chỉnh kế hoạch khi thị trường và công nghệ thay đổi [xxvi].

VI.1. Mục tiêu

- Trở thành một trong ba nhà cung cấp hydrogen hàng đầu cho thị trường châu Á.
- Duy trì thành tích xuất sắc về an toàn liên quan đến hydrogen.
- Hydrogen mang lại lợi ích kinh tế và việc làm cho người Úc.
- Úc có một chương trình chứng nhận xuất xứ mạnh, được quốc tế chấp nhận.

Chìa khóa cho cách tiếp cận của Úc sẽ là tạo ra các ***trung tâm hydrogen***. Những ***trung tâm*** này sẽ giúp ngành công nghiệp hydrogen trong giai đoạn phát triển ban đầu, làm cho cơ sở hạ tầng trở nên kinh tế hơn, mang lại hiệu quả từ quy mô, thúc đẩy đổi mới, tạo điều kiện chia sẻ kiến thức chuyên môn và dịch vụ, đồng thời thúc đẩy liên kết ngành.

VI.2. Lộ trình thích ứng [xxv]

Quá trình phát triển trong thập kỷ tới có thể sẽ chia thành hai giai đoạn (phần lớn giống nhau đối với các kịch bản cho đến ít nhất là năm 2030)

Giai đoạn từ 2020 đến 2025: mục tiêu giai đoạn đầu tiên là thiết lập nền móng và trình diễn (đã được tiến hành), cụ thể là:

- Tạo, thử nghiệm và chứng minh chuỗi cung ứng hydro sạch của Australia.
- Khuyến khích thị trường toàn cầu hình thành phù hợp với lợi ích chung.
- Xây dựng năng lực sản xuất cạnh tranh về chi phí.

Các hành động ban đầu sẽ tập trung vào việc phát triển chuỗi cung ứng hydrogen sạch cho các mục đích sử dụng hydrogen mới và hiện tại (chẳng hạn như sản xuất amoniac) và phát triển năng lực để (có thể) mở rộng quy mô công nghiệp nhanh chóng.

Các trung tâm hydro quy mô trình diễn sẽ giúp chứng minh công nghệ, thử nghiệm các mô hình kinh doanh và xây dựng năng lực.

Các hoạt động trong giai đoạn này bao gồm:

- Phát triển cung và cầu;
- Rà soát và cải cách các khung pháp lý và quy định;
- Tiếp cận quốc tế có chiến lược và phối hợp, tập trung vào các thị trường trọng điểm, hài hòa các tiêu chuẩn và khuyến khích thương mại toàn cầu phát triển, cùng với các quốc gia khác xây dựng kế hoạch để theo dõi và chứng nhận nguồn gốc của hydrogen sạch thương mại quốc tế;
- Nâng cao kỹ năng của lực lượng lao động;
- Xây dựng niềm tin của cộng đồng vào hydrogen;
- Hỗ trợ Đổi mới và R&D.

Giai đoạn từ 2025 đến 2030: Kích hoạt thị trường quy mô lớn. Các hoạt động sẽ theo hướng mở rộng quy mô chuỗi cung ứng và kích hoạt thị trường quy mô lớn.

Các hoạt động trong giai đoạn này sẽ được xây dựng dựa trên các bài học từ các dự án ban đầu. Các hoạt động nhằm thúc đẩy cải cách pháp lý và quy định, tiếp cận quốc tế, xây dựng kỹ năng và năng lực của lực lượng lao động cũng như giành được sự tin tưởng của cộng đồng sẽ tiếp tục. Hỗ trợ có mục tiêu cho nghiên cứu và phát triển sẽ tập trung vào cải tiến công nghệ từng bước, giảm chi phí liên tục và hiệu quả hoạt động, và:

- Xác định các tín hiệu cho thấy thị trường hydrogen quy mô lớn đang nổi lên.
- Xây dựng và duy trì **thị trường và chuỗi cung ứng xuất khẩu và nội địa** mạnh và bền vững.
- Mở rộng quy mô các dự án để hỗ trợ xuất khẩu và nhu cầu trong nước .
- **Tạo điều kiện cho thị trường nội địa** cạnh tranh với các lợi ích công cộng rõ ràng.
- Xây dựng chuỗi cung ứng hydrogen của Úc và cơ sở hạ tầng công nghiệp xuất khẩu quy mô lớn.

Cơ sở hạ tầng chuỗi cung ứng bao gồm đường dây điện, đường ống, bể chứa, trạm tiếp nhiên liệu, cảng, đường bộ và đường sắt và bất kỳ phương tiện nào khác cần thiết để cung cấp hydrogen.

Các chính phủ sẽ xem xét sự hỗ trợ phù hợp nhất để mở rộng quy mô ngành và kích hoạt thị trường theo các tín hiệu toàn cầu. Hỗ trợ có thể bao gồm:

- Tài trợ cho chuỗi cung ứng hydrogen sạch hoặc các chính sách khác thu hút đầu tư tư nhân.

Các chính sách để **xây dựng nhu cầu hydrogen trong nước rộng rãi**, bao gồm các biện pháp cho phép:

- ✓ Sử dụng hydrogen sạch cho nguyên liệu công nghiệp và sưởi ấm.
- ✓ Pha trộn hydrogen trong mạng lưới khí đốt.
- ✓ Sử dụng hydrogen cho vận tải hạng nặng đường dài và phát triển cơ sở hạ tầng tiếp nhiên liệu liên quan.

- Đảm bảo sự an toàn và niềm tin của cộng đồng, mang lại lợi ích cho tất cả người dân Úc và bảo vệ môi trường.

- Cung cấp các cấu trúc quản trị dài hạn và hỗ trợ thiết lập thị trường để thúc đẩy tăng trưởng và cạnh tranh trong ngành

Nhiều dự án làm nền tảng cho giai đoạn này đã được lên kế hoạch nhưng sẽ cần đầu tư đáng kể và nhu cầu rõ ràng để biến chúng thành hiện thực. Tạo ra một môi trường hấp dẫn để mở rộng quy mô ngành và phát triển chuỗi cung ứng sẽ là trách nhiệm chung của chính phủ và ngành.

Vẫn còn quá sớm để nói liệu việc đặt mục tiêu sử dụng hydrogen trong bất kỳ lĩnh vực nào có được đảm bảo ở Úc hay không. Các chính phủ đã đồng ý rằng đặt các mục tiêu quốc gia bắt buộc sẽ chưa phù hợp ở thời điểm này, nhưng câu hỏi này sẽ được xem xét định kỳ khi thị trường phát triển.

VI.3. Dự đoán tương lai hydrogen

Bên cạnh kịch bản Thông thường, Chiến lược xem xét bốn kịch bản (Hình 3) cho sự phát triển hydrogen. Các kịch bản này đại diện cho các con đường khác nhau để phát triển công nghệ và thị trường. Theo đó, nhu cầu *hydrogen toàn cầu tăng thêm* trong khoảng từ 2 đến 9 Mt vào năm 2030; và từ khoảng 20 đến hơn 230 Mt vào năm 2050, tùy vào kịch bản (nhu cầu hiện tại toàn cầu khoảng 70 Mt/năm).

- Kịch bản Hydrogen: năng lượng của tương lai

Hydrogen được hấp thụ mạnh mẽ cho tất cả các mục đích sử dụng đầy hứa hẹn, bao gồm khí đốt trong đường ống, nhiên liệu vận chuyển, sản xuất thép và sưởi ấm công nghiệp và gia đình. Sự hấp thụ được thúc đẩy bởi các cam kết toàn cầu mạnh mẽ và sớm nhằm giảm lượng khí thải carbon, được hỗ trợ bởi quá trình khử cacbon sâu trong sản xuất điện. Úc hành động để tạo ra lợi thế về chi phí và đổi mới so với các đối thủ xuất khẩu trong một thị trường toàn cầu đang phát triển mạnh và cung cấp tới khoảng 30% nhu cầu ở một số thị trường châu Á.

- Kịch bản Triển khai mục tiêu

Kịch bản này dự kiến việc sử dụng hydrogen ngày càng tăng, được nhắm mục tiêu trong các lĩnh vực có giá trị cao. Ví dụ, các lĩnh vực có ít lựa chọn thay thế phát thải thấp hơn - chẳng hạn như sản xuất thép và các ứng dụng vận tải hạng nặng và công nghiệp thích hợp khác - có thể sử dụng hydrogen mạnh mẽ ngay cả khi mức độ hấp thụ thấp trong các lĩnh vực khác như phương tiện hạng nhẹ và sưởi ấm trong nước. Sự hấp thụ này được thúc đẩy bởi một bước tiến trong nỗ lực toàn cầu nhằm giảm lượng khí thải carbon, được hỗ trợ bởi tiến trình hướng tới điện năng phát thải thấp hơn. Úc là quốc gia dẫn đầu về xuất khẩu trong một thị trường hydrogen quốc tế nhỏ hơn nhưng năng động.

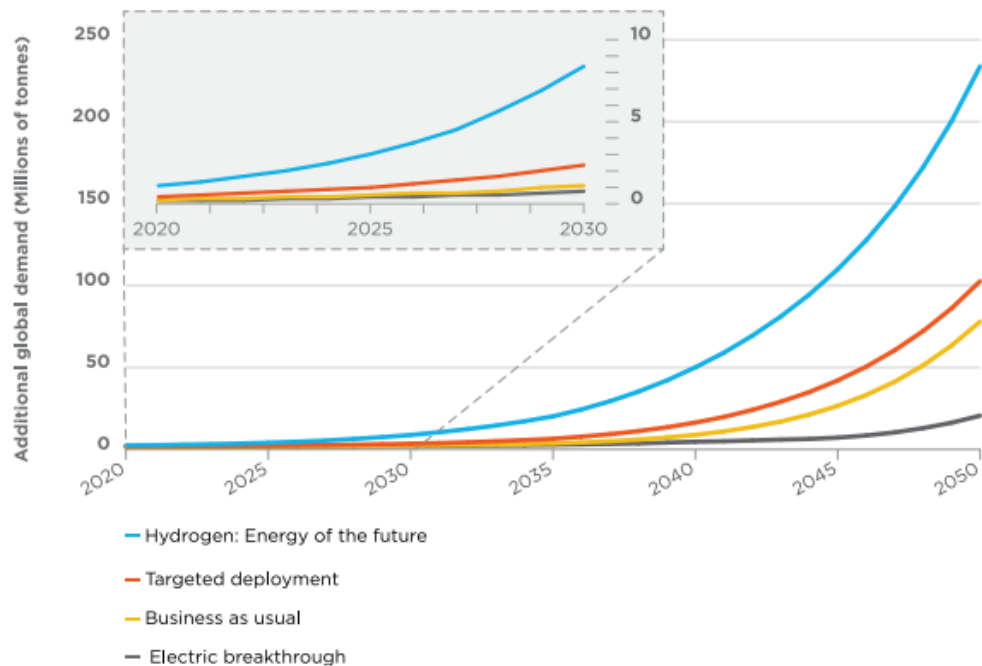
- Kịch bản Thông thường (BAU)

Kịch bản này giả định rằng thị trường toàn cầu phát triển phù hợp với những nỗ lực giảm phát thải hiện có, nhưng Úc tụt hậu so với các nước khác. Nếu không có sự lãnh đạo của một nhà cung cấp lớn tầm cỡ của Úc, triển vọng toàn cầu của hydrogen sẽ bị giảm sút. Đồng thời, các đối thủ xuất khẩu phát triển năng lực nhanh hơn. Công nghệ tiến chậm hơn, chi phí cao hơn và nhu cầu thấp hơn.

- Kịch bản Đột phá về điện

Kịch bản này tưởng tượng những đột phá về công nghệ có nghĩa là điện sạch (kết hợp với pin và thủy điện tích năng) có thể đáp ứng hầu hết mọi nhu cầu năng lượng. Điện thay thế việc sử dụng gas để sưởi ấm và nấu ăn, và sử dụng xăng và dầu diesel trong giao thông đường bộ. Do đó, mặc dù có những cam kết

mạnh mẽ trên toàn cầu nhằm giảm lượng khí thải carbon, nhưng việc sử dụng hydrogen để làm năng lượng là rất ít.



Hình 3: Kết quả kịch bản tăng trưởng thị trường hydrogen toàn cầu

Để theo dõi việc thực hiện tiến độ Chiến lược Hydro Quốc gia năm 2019, Bộ Biến đổi Khí hậu, Năng lượng, Môi trường và Nước đã mời Deloitte tiến hành đánh giá độc lập về tiến độ của ngành công nghiệp hydrogen của Úc. Đánh giá năm 2022 cho thấy việc sử dụng hydro của Úc đang tiến triển tốt. Một số tiêu chí của đánh giá này như sau:

Về sử dụng hydrogen làm nguyên liệu: sản xuất hydro và amoniac xanh, amoniac xanh cho sản xuất phân bón và vật liệu cho chất nổ cho lĩnh vực khai thác mỏ. Số lượng các dự án được đề xuất trong lĩnh vực này đã tăng gấp đôi ở Úc trong năm ngoái và dự án điện phân 10 MW đầu tiên ở Úc đã thông qua FID [xxvi].

Về quy mô dự án – Một trong các chỉ dấu để đánh giá sự phát triển hydrogen sạch, là quy mô dự án sản xuất hydrogen sạch, nếu tiến bộ nhanh, trong giai đoạn 2020-2025 các dự án sẽ ở mức 100-300 MW hoặc tương đương và nếu tiến bộ chậm, sẽ ở mức 1-10 MW. Giai đoạn 2025-2030 sẽ là 500-1000 MW nếu tiếp tục tiến bộ [xxv].

Ngành công nghiệp đã công bố các dự án toàn cầu của Úc về hydrogen và amoniac sạch quy mô gigawatt và đang hợp tác với chính phủ Úc trong việc thành lập các trung tâm hydrogen [xxvi].

Về tình hình đầu tư, Úc có một danh sách dài các dự án đã công bố, trị giá hơn 230-300 tỷ USD với 64 dự án mới được công bố sau báo cáo năm 2021 [xxvi]. Tuy nhiên, điều quan trọng cần lưu ý là kể từ tháng 12 năm 2022, chỉ có một dự án có công suất 10 MW trở lên được FID thông qua từ hệ thống đầu tư này. Các

chính phủ Úc đang tìm cách tạo ra một môi trường đầu tư thuận lợi thông qua việc cung cấp sự chắc chắn về quy định nâng cao và phát triển chương trình Đảm bảo nguồn gốc hydrogen trong nước cũng như các khoản tài trợ, khuyến khích và tiếp cận nguồn tài trợ lãi suất thấp hơn.

VII. Hàn Quốc

VII.1. Cung ứng và nhu cầu hydrogen

Hiện tại, hydrogen được sản xuất chủ yếu từ sản phẩm khí của các NMLD tại các khu tổ hợp lọc hóa dầu ở Ulsan, Yeosu, Seosan/Daesan, chiếm tới 85% sản lượng hydrogen sản xuất ở Hàn Quốc; khoảng 14% hydrogen từ công nghệ SMR quy mô lớn được xây dựng tại hoặc gần khách hàng; chưa đến 1% hydrogen từ quá trình điện phân nước.

Mô hình phân phối hydrogen hiện tại được vận chuyển bằng xe tải đến các Trạm tiếp Nhiên liệu Hydrogen (HRS), cách phân phối này đang gặp phải vấn đề về bền vững và khả năng mở rộng. Một phần nhỏ hydrogen được tiêu thụ qua HRS hoặc sản xuất pin nhiên liệu, hầu hết hydrogen được sản xuất từ các NMLD được tiêu thụ tại chỗ. Trung bình, các NMLD ở Hàn Quốc tiêu thụ khoảng 3.000-5.000 Nm³/h hydrogen, trong khi các nhà sản xuất thép sử dụng từ 1.000 Nm³/h đến 2.000 Nm³/h.

Nhu cầu trong nước:

Đối tượng khách hàng Hydrogen nhắm tới gồm công ty sản xuất điện; phương tiện chạy pin nhiên liệu (FCEV), Xe buýt chạy bằng pin nhiên liệu (FCEB), Vận chuyển hàng hóa (xe tải, máy bay không người lái, tàu hàng). Khách hàng công nghiệp có thép, xi măng, hóa chất và sản xuất phân bón, đang ngày càng chuyển sang thay thế hydrogen sạch bằng amoniac. Việc sử dụng Hydrogen xanh/NH₃ xanh đang được các công ty vận tải Hàn Quốc (gồm: Hyundai Merchant Marine (HMM), Lotte Fine Chemical, POSCO và Korea Shipbuilding & Offshore Engineering (KSOE)) hợp tác nghiên cứu phát triển tàu chạy nhiên liệu NH₃. Chính phủ cũng đang hỗ trợ sáng kiến này thông qua bãi bỏ quy định nhập khẩu NH₃ và phân bổ thêm kinh phí cho R&D về công nghệ NH₃.

VII.2. Lộ trình kinh tế hydrogen

Chính phủ Hàn Quốc đã công bố Lộ trình Kinh tế Hydrogen vào năm 2019 và Đạo luật Quản lý An toàn Hydrogen tạo tiền đề cho Hàn Quốc nhanh chóng hình thành một nền kinh tế Hydrogen [xxvii]. Với lợi thế có ngành công nghiệp ô tô phát triển mạnh mẽ, Hàn Quốc tìm cách định vị mình là quốc gia dẫn đầu toàn cầu trong việc sản xuất và triển khai các phương tiện bằng pin nhiên liệu (FCEV) và pin nhiên liệu quy mô lớn cho phát điện. Hàn Quốc có khoản đầu tư công lớn thứ ba vào hydrogen sau Đức và Nhật Bản. Hàn Quốc đang bắt đầu phát triển cơ sở hạ tầng trong nước để nhập khẩu hydrogen [xxviii].

Mục tiêu của chính phủ Hàn Quốc là thúc đẩy tăng số lượng ô tô chạy bằng hydrogen từ 2.000 vào năm 2018, 4.000 vào năm 2019 lên 6,2 triệu vào năm 2040 và đưa quốc gia này trở thành nhà sản xuất ô tô chạy bằng hydrogen và pin nhiên

liệu số 1 toàn cầu vào năm 2030. Hệ thống sản xuất xe hydrogen thương mại với công suất 100.000 chiếc mỗi năm sẽ được thiết lập vào năm 2025 để giảm giá xe hydrogen xuống mức xe động cơ đốt trong, đạt tỷ lệ nội địa hóa 100% các bộ phận chính (cụm điện cực màng, lớp khuếch tán khí,...) vào năm 2022. Đa dạng hóa các phương thức lưu trữ hydrogen từ chất lỏng công suất thấp và khí hiện tại sang chất lỏng hiệu suất cao, đồng thời thiết lập chuỗi cung ứng đường ống trên toàn quốc. Không chỉ hỗ trợ phát triển ô tô chạy bằng hydrogen mà chính phủ Hàn Quốc cũng sẽ hỗ trợ phát triển tàu thủy, xe lửa và máy móc chạy bằng hydrogen. Các mục tiêu cụ thể về phương tiện giao thông và pin nhiên liệu cho sản xuất điện được trình bày trong bảng sau.

Bảng 1: Mục tiêu về phương tiện giao thông và pin nhiên liệu cho sản xuất điện

Mục tiêu		2018	2019	2022 (+)	2040	
Phương tiện giao thông sử dụng hydrogen	Sản lượng tích lũy xe hydrogen FC	2000 xe			6,2 triệu	
					2,9 triệu chiếc dùng trong nước	3,3 triệu chiếc xuất khẩu
	Trạm hydrogen	14 trạm		310 trạm	1.200 trạm	
	Taxi hydrogen		Dự án thí điểm 10 xe	2021: phân phối tại các thành phố lớn	80.000 xe	
	Xe buýt		35 chiếc	2000 chiếc	40.000 xe	
	Xe tải	2020: triển khai và trình diễn	2021: phân phối trong khu vực công		30.000 xe	
	Cải thiện độ bền		200.000 km	2030: 500.000 km		
Pin nhiên liệu	Pin nhiên liệu để phát điện (kết nối hydrogen xanh sản xuất từ điện tái tạo).		0,3 GW	1,5 GW	Mở rộng lên hơn 15GW (bao gồm 7 GW cho xuất khẩu).	
	Cung cấp điện pin nhiên liệu các hộ gia đình và tòa nhà		5 MW	50 MW	2,1 GW	

Tăng tỷ lệ hydrogen xanh (Điện phân nước và nhập khẩu)	130.000 tấn (xám)			5,26 Mt (xanh)
Giá hydrogen				3.000 won/kg (2,2 euro/kg)

VII.3. Các chiến lược hỗ trợ ngành công nghiệp hydrogen

Chiến lược của Hàn Quốc là xây dựng cơ sở hạ tầng hydrogen hiệu quả về chi phí nhất trong ngắn hạn và 'giảm carbon' từ nguồn cung hydrogen vào một thời điểm sau, thay vì cố gắng bắt đầu với một chiến lược hydrogen xanh ngay từ đầu.

Chính phủ sẽ thành lập Hội đồng xúc tiến kinh tế hydrogen bao gồm sáu bộ khác nhau cộng với một số công ty tư nhân. Hội đồng sẽ do Thủ tướng lãnh đạo. Sau đó, chính phủ sẽ xây dựng Cụm công nghiệp hydrogen để thúc đẩy hợp tác R&D giữa các viện tri thức, công ty và tổ chức từ năm 2021. Nơi này sẽ là nơi thử nghiệm để trình diễn các công nghệ mới nhất. Hơn nữa, đến năm 2022, chính phủ sẽ chọn ba thành phố làm thành phố thử nghiệm H₂ quốc gia, sẽ là thành phố kiểu mẫu, nơi mà nhà ở, giao thông, công nghiệp,... được vận hành bằng năng lượng hydrogen.

Để dẫn đầu thị trường hydrogen, cả khu vực công và tư nhân ở Hàn Quốc sẽ tích cực tìm kiếm sự hợp tác quốc tế và tham gia vào các mạng lưới toàn cầu. Các công nghệ sản xuất, lưu trữ, vận chuyển, công nghệ thu giữ carbon cho nhà máy sản xuất hydrogen từ LNG, ứng dụng năng lượng hydrogen,... sẽ là chủ đề hợp tác. Cuối cùng, nhằm mục đích xuất khẩu sang thị trường châu Âu, chính phủ Hàn Quốc và khu vực tư nhân sẽ tích cực hợp tác với các công ty châu Âu.

Lộ trình phát triển Hydrogen của nước này bao gồm Kế hoạch Phát triển Công nghệ Cốt lõi Quốc gia về sản xuất hydrogen. Hàn Quốc đã nỗ lực trong hai thập kỷ qua để đảm bảo rằng họ có quyền truy cập vào các công nghệ nền tảng. Mặc dù đã đạt được những bước tiến lớn trong việc phát triển/mua lại các công ty nước ngoài về công nghệ pin nhiên liệu, Hàn Quốc vẫn chưa đạt được tiến bộ đối với các công nghệ sản xuất hoặc xử lý hydrogen. Một trong những mục tiêu chính của Kế hoạch Phát triển Công nghệ Cốt lõi Quốc gia là đảm bảo Hàn Quốc có khả năng cạnh tranh toàn cầu trong công nghệ SMR và điện phân quy mô nhỏ (gồm PEM và Alkaline) [xxix] Cụ thể:

- Công nghệ SMR: đến 2030 hiệu suất hệ thống đạt 78% (HHV);
- Công nghệ điện phân nước: đến năm 2030 hệ thống đạt 100 MW; Hiệu suất hệ thống 50 kWh/kg-H₂; Hàng chục MW phát triển công nghệ P2H kết nối năng lượng tái tạo.

VII.4. Các dự án hydrogen của Hàn Quốc

Bảng 2: Các dự án hydro của Hàn Quốc

STT	Dự án	Công suất (Nm ³ /h)	Status	Nhà đầu tư
-----	-------	--------------------------------	--------	------------

1	Incheon Hydrogen Cluster	460	Planned	MOTIE
2	Ansan Refuelling Station	300	On-going	MOTIE
3	DaejeOn Refueling Staten	600	On-going	MOTIE
4	Daegu Hydrogen Facility	920	Planned	MOTIE
5	Gwangju Hydrogen Facility	300	Planned	MOTIE
6	Busan Hydrogen Station	600	On-going	MOTIE
7	Sarncheok Hydrogen Facility	300	On-going	MOTIE
8	Ansan Hydrogen Facility	460	On-going	KOGAS
9	Pyeongtaek Hydrogen Facility	3.000	On-going	KOGAS
10	Daejeon Hydrogen Facility	460	Planned	KOGAS
11	Jeonju Hydrogen Facility	460	Planned	KOGAS
12	Gwangju Hygogen Facility	1.830	Planned	KOGAS
13	Changwon Hydreen Facility	1.830	On-going	KOGAS
14	Gimhae Hydrogen Facility	300	Planned	KOGAS
15	Busan Hydrogen Facility	460	On-going	KOGAS
16	Ulsan Hydrogen Facility	1.830	On-going	KOGAS
	TỔNG	14.110		

Nguồn: Ministry of Environment, Outlook on Korean Hydrogen Economy and Roadmap [xxix]

VII.5. Đánh giá điểm mạnh/yếu, cơ hội/thách thức thực hiện Lộ trình Kinh tế Hydrogen

- Điểm mạnh: Tiên phong trong công nghệ, Hàn Quốc đã chứng tỏ sự dẫn đầu trong lĩnh vực công nghệ, đặc biệt là trong việc phát triển các phương tiện chạy bằng hydrogen và fuel cells. Điều này sẽ hỗ trợ mạnh mẽ trong việc triển khai các ứng dụng hydrogen trên quy mô lớn; Kinh nghiệm trong ngành hóa dầu, với nền kinh tế lâu đời và sự phát triển mạnh mẽ trong ngành hóa dầu, Hàn Quốc đã sở hữu nhiều kỹ năng, kiến thức và kinh nghiệm quý giá, giúp họ dễ dàng tiếp cận và thích nghi với công nghệ mới; Cơ sở hạ tầng sẵn có, Hàn Quốc đã xây dựng được một mạng lưới đường ống LNG lớn, có thể tận dụng để vận chuyển hydrogen, giúp tiết kiệm chi phí và thời gian cho việc xây dựng hạ tầng mới [xxx];

- Điểm yếu: Công nghệ liên quan đến sản xuất, phân phối và lưu trữ hydrogen không thể cạnh tranh được với các đối thủ như Đan Mạch [xxix]; Nguồn

năng lượng tái tạo hạn chế, chi phí sản xuất nội địa có thể cao hơn so với nhập khẩu;

- Cơ hội: Phát triển nền kinh tế nhờ hydrogen, trong đó Hàn Quốc ước tính việc phát triển hydrogen có thể bổ sung nền kinh tế giá trị 43 nghìn tỷ won (43 tỷ USD) và 420.000 việc làm mới [xxviii]. Tiềm năng sử dụng hydrogen có thể đáp ứng được 5% năng lượng sử dụng ở Hàn Quốc, giảm lượng khí thải lên đến 27 triệu tấn vào năm 2040 [xxxi].

- Thách thức: Rào cản về kỹ thuật và chi phí có thể làm chậm quá trình ứng dụng hydrogen của Hàn Quốc; Cạnh tranh với các quốc gia khác như Nhật Bản và Đức, cũng đầu tư mạnh vào công nghệ.

VII.5. Cơ chế, chính sách phát triển kinh tế hydrogen

- *Khung chính sách*: bắt đầu từ năm 2017, chính phủ Hàn Quốc đã xác lập một khung chính sách rõ ràng để thúc đẩy sự chuyển đổi từ nhiên liệu hóa thạch sang năng lượng tái tạo. Năm 2020, Quốc hội Hàn Quốc đã thông qua Đạo luật Thúc đẩy Kinh tế Hydrogen và Quản lý An toàn Hydrogen ("Đạo luật Hydrogen"), có hiệu lực từ năm 2021, định rõ việc hỗ trợ các công ty trong lĩnh vực Hydrogen thông qua các chính sách như trợ cấp nghiên cứu và phát triển (R&D), các khoản vay và miễn thuế;

- *An toàn*: Đạo luật Hydrogen cũng định rõ các tiêu chuẩn an toàn cho các thiết bị liên quan đến Hydrogen và quy định quy trình chứng nhận, đồng thời làm rõ vai trò và trách nhiệm của các cơ quan chính phủ. Các thiết bị có liên quan đến Hydrogen và có áp suất thiết kế trên 10 bar cần phải được chứng nhận bởi Tập đoàn An toàn Khí Hàn Quốc (KGS);

- *Phát triển đồng bộ chuỗi giá trị*: Hàn Quốc đã hình thành lộ trình hỗ trợ cho tất cả các giai đoạn phát triển công nghệ trong toàn bộ chuỗi giá trị Hydrogen, từ việc phát triển công nghệ nguồn cho các phương tiện chạy bằng hydrogen, các thành phần cốt lõi của pin nhiên liệu, lưu trữ và vận chuyển, đến việc thương mại hóa và cải thiện tính ổn định;

- *Tạo ra một hệ sinh thái hydrogen*: Ủy ban Xúc tiến Kinh tế Hydrogen (Hydrogen Economy Promotion Committee) và các nhóm xúc tiến khác đã được thành lập để tiêu chuẩn hóa, đào tạo chuyên nghiệp, phát triển và hỗ trợ các công ty vừa và nhỏ, và hợp tác quốc tế;

- *Chương trình Green New Deal*: Chính phủ đã ra mắt Chương trình Green New Deal trị giá 118 tỷ Euro, với mục đích giảm lượng khí thải carbon trong nền kinh tế. Trong đó, khoảng 15 tỷ USD đã được dành riêng cho các dự án liên quan đến hydrogen. Các tổ chức công như KOGAS, KEPCO và các bộ ngành liên quan chịu trách nhiệm phân bổ nguồn ngân sách;

- *Nâng cao sự ổn định và an toàn*: Các tiêu chuẩn an toàn đã được đưa vào Đạo luật Hydrogen nhằm nâng cao sự ổn định và an toàn trong toàn bộ nền kinh tế Hydrogen. Sự hỗ trợ pháp lý và thể chế cũng được cung cấp thông qua việc ban hành "Đạo luật kinh tế Hydrogen";

- *Xây dựng nền kinh tế sản xuất Hydrogen và nhu cầu nội địa*: Chính phủ đã thúc đẩy các dự án liên quan đến Hydrogen, với chỉ tiêu cho các dự án này năm 2021 là 701,9 triệu USD, tăng 40% so với năm 2020 [xxviii]. Giảm 25% giá khí tự nhiên nội địa để sản xuất hydrogen [xxxii], giúp đảm bảo nguồn cung trong ngắn hạn. Bên cạnh đó, Chính phủ đã kêu gọi tỷ lệ sử dụng Hydrogen trong sản xuất điện và cung cấp trợ cấp từ 27.300 – 30.300 USD cho mỗi chiếc xe chạy bằng Hydrogen để giúp chúng có thể cạnh tranh về giá với các loại xe khác. Ngoài ra, chính phủ còn cung cấp các ưu đãi thuế như miễn phí đỗ xe công và sử dụng đường cao tốc [xxviii].

Như vậy, thông qua việc thiết lập cơ chế và chính sách phát triển kinh tế Hydrogen, Hàn Quốc đã tạo ra một khuôn khổ rõ ràng và hiệu quả để thúc đẩy sự phát triển và ứng dụng của công nghệ hydrogen, từ việc sản xuất, vận chuyển, đến việc sử dụng và lưu trữ.

VIII. Indonesia

Với 280 triệu dân Indonesia là quốc gia đông dân thứ tư, và là nước tiêu thụ năng lượng lớn thứ mười hai, và phát thải đứng thứ chín trên thế giới. GDP của Indonesia đạt 4.361 USD/người/năm (năm 2021). Ngày 22/6/2023, Cơ quan Nghiên cứu và Đổi mới Quốc gia Indonesia (BRIN) đã bắt đầu đánh giá toàn diện chiến lược quốc gia và lộ trình liên quan đến việc sử dụng hydrogen dài hạn, hướng tới năm 2060 [xxxiii]. Lộ trình chiến lược toàn diện này cung cấp thông tin chi tiết về ba khía cạnh quan trọng của việc sử dụng hydrogen: khởi xướng dự án thí điểm hoặc nhà máy thử nghiệm, thâm nhập thị trường, và tác động đối với giá trị kinh tế gia tăng. Khoảng 20 dự án công nghiệp đã tiến hành các nghiên cứu tiền khả thi về công nghệ hydrogen ở nhiều khu vực khác nhau bao gồm Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, Java, Sumba, East Nusa Tenggara và Papua. Tuy nhiên, sự tham gia của khu vực tư nhân vào các dự án như vậy ***đòi hỏi một lộ trình rõ ràng và cam kết vững chắc của chính phủ.***

Mục tiêu giảm thải của Chính phủ là cắt giảm thải 31,89 % CO₂ với nguồn lực trong nước, giảm 43,2 % với sự hỗ trợ quốc tế vào năm 2030, đạt Net Zero năm 2060. Theo *Lộ trình ngành năng lượng hướng tới Net Zero*, có thể thấy được vai trò của hydrogen sạch trong quá trình CDNL của Indonesia:

- Nhu cầu điện ở Indonesia dự kiến tăng hơn năm lần từ năm 2021 đến năm 2060 trong Kịch bản cam kết đã công bố (APS), một phần do các ứng dụng mới như xe điện và sản xuất hydrogen, nhưng được điều tiết bởi các chính sách hiệu quả mạnh mẽ. Công suất năng lượng tái tạo ngày càng thay thế than đá và khí đốt tự nhiên không giảm thải, chiếm từ gần 80% vào năm 2021 xuống còn 65% vào năm 2030 và gần như bằng không vào năm 2060, nhờ khai thác tiềm năng năng lượng tái tạo từ mặt trời, địa nhiệt và thủy điện. Nhiều nhà máy điện hiện tại có thể tương thích với mức phát thải ròng bằng không, với các tùy chọn phát thải thấp khác bao gồm CCUS, hydrogen và amoniac;

- Hydrogen được sản xuất ở những khu vực có điều kiện năng lượng mặt trời tốt có thể giảm chi phí xuống thấp hơn mức giá sản xuất từ khí tự nhiên không kết hợp giảm thải vào năm 2050;

- Điện chiếm gần một nửa nhu cầu năng lượng giao thông vận tải vào năm 2060, nhiên liệu sinh học và hydrogen chiếm 1/3. Việc sử dụng dầu vẫn tồn tại trong ngành hàng không và vận chuyển. Hydrogen và amoniac chiếm một nửa nhu cầu nhiên liệu vận tải biển (shipping) trong APS vào năm 2060. Việc sử dụng hydrogen chiếm 7% nhu cầu năng lượng vận tải đường bộ.

IX. Nam Phi

Vào tháng 2/2022, Lộ trình Xã hội Hydrogen Nam Phi (HSRM) đã được Chính phủ Nam Phi công bố, do Bộ Khoa học và Đổi mới, Hydrogen Nam Phi (HySA), và các bên liên quan của Chính phủ và ngành xây dựng [xxxiv, xxxv]. HSRM được thực hiện một cách chi tiết và toàn diện, phù hợp với Kế hoạch tài nguyên tích hợp, Kế hoạch năng lượng tích hợp và Chính sách năng lượng tái tạo của quốc gia, tất cả đều thừa nhận vai trò quan trọng của hydrogen trong quá trình chuyển đổi năng lượng công bằng của Nam Phi, nhằm đạt được mức phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050.

IX.1. Mục tiêu và lộ trình

HSRM vạch ra **mục tiêu**: Tăng trưởng kinh tế không carbon công bằng và toàn diện vì an sinh xã hội đến 2050. Các mục tiêu được thực hiện theo các mốc thời gian như sau:

- *Khử carbon trong ngành giao thông* (chiếm 11% GHG): xe hạng nặng, vận tải biển, hàng không, đường sắt. Trọng tâm *ban đầu* sẽ là vận tải đường bộ, chiếm phần lớn lượng khí thải vận tải và là nơi công nghệ được phát triển nhất để sử dụng hydrogen cung cấp năng lượng cho các *xe hạng nặng*. Đường sắt, vận tải biển và hàng không sẽ được giải quyết trong *trung hạn (2025-2030)*;

- *Khử carbon trong ngành sử dụng nhiều năng lượng* vào năm 2050 (thép, hóa chất, khai thác mỏ, nhà máy lọc dầu, xi măng);

- *Tạo thị trường xuất khẩu cho hydrogen* Nam Phi: Tận dụng các nguồn năng lượng tái tạo như gió và mặt trời, trọng tâm sẽ là sản xuất hydrogen xanh hoặc tái tạo với giá cạnh tranh toàn cầu và bán ra thị trường xuất khẩu dưới nhiều hình thức khác nhau bao gồm cả hóa chất xanh. Mục tiêu sẽ là tăng ít nhất gấp đôi thị phần hiện tại của Nam Phi trên thị trường toàn cầu (2%) dưới dạng xuất khẩu hydro xanh vào năm 2050. Nam Phi hiện đang sản xuất 2 Mt hydrogen xám, từ khí tự nhiên bởi Sasol, cho nhu cầu toàn cầu;

- *Trung tâm Xuất sắc* để sản xuất các sản phẩm hydrogen và linh kiện pin nhiên liệu. Trọng tâm sẽ là sản xuất các thành phần giá trị gia tăng cho chuỗi giá trị hydro và pin nhiên liệu, đặc biệt là ở những khu vực mà Nam Phi có thể có lợi thế cạnh tranh dựa trên tài nguyên thiên nhiên. Để thúc đẩy sự phát triển của lĩnh vực này, cần có một môi trường đầu tư và quy định rõ ràng để khuyến khích sản xuất các sản phẩm hydrogen và linh kiện;

- *Ngành điện tăng cường và xanh*: Trọng tâm sẽ là xanh hóa và ổn định ngành điện để hỗ trợ phục hồi kinh tế đồng thời giảm cường độ carbon trên một đơn vị điện năng sản xuất, nhằm giảm 43% lượng phát thải khí nhà kính hiện tại

từ sản xuất điện. Việc *sử dụng hydrogen xanh trong ngành điện* của Nam Phi có thể thay thế việc sản xuất điện và lưu trữ năng lượng bằng khí đốt tự nhiên, kích thích nhu cầu địa phương là 1,4 Mt hydrogen xanh vào năm 2050;

- *Sản xuất, lưu trữ và phân phối hydrogen*: Trọng tâm sẽ là mở rộng quy mô sản xuất, lưu trữ và phân phối *tất cả các dạng hydrogen để hỗ trợ HSRM* (bao gồm H₂ xám, xanh dương và xanh lục) trong ngắn hạn, sử dụng các dự án xúc tác để kích thích nhu cầu địa phương đối với tất cả các dạng hydrogen nhằm chứng minh khả năng thương mại và khả năng mở rộng. Điều này sau đó sẽ được sử dụng để chuẩn bị cho quốc gia đáp ứng nhu cầu toàn cầu về hydrogen xanh, Nam Phi có thể đặt mục tiêu tăng ít nhất gấp đôi thị phần hiện tại của mình (2 Mt) trong nhu cầu về hydrogen xanh toàn cầu vào năm 2050. Việc sử dụng hydrogen xanh trong ngành điện của Nam Phi được dự đoán là 1,4 Mt hydrogen xanh vào năm 2050.

IX.2. Các dự án quy mô lớn

Bốn dự án xúc tác quy mô lớn hiện đang được phát triển để *tạo thuận lợi* cho lộ trình hydrogen và amoniac xanh ở Nam Phi (Cụm công nghiệp và khu trình diễn):

- Sáng kiến Thung lũng Bạch kim (PVI) - Thung lũng Hydrogen của Nam Phi đã được đưa ra để phát triển các trung tâm hydrogen xanh xúc tác và thiết lập một "Hành lang Hydrogen". Hành lang Hydrogen theo kế hoạch sẽ liên kết Mỏ bạch kim Mokopane của Anglo American với Johannesburg và Durban và xác định chín dự án công nghiệp, xây dựng và giao thông liên quan đến hydrogen có thể được sử dụng để khởi động Thung lũng Hydrogen. PVI sẽ hỗ trợ tăng mức tiêu thụ hydrogen thông qua việc đưa vào xe tải hạng nặng chạy bằng pin nhiên liệu, cũng như góp phần vào quá trình chuyển đổi năng lượng công bằng, tạo điều kiện tạo việc làm và tăng GDP;

- Dự án *COALCO2-X* ở Mpumalanga có kế hoạch sử dụng hydrogen xanh và các chất gây ô nhiễm khí thải của nhà máy điện than tạo ra các sản phẩm có giá trị gia tăng, chẳng hạn như muối phân bón để xuất khẩu;

- Sasol đang triển khai *Dự án phát triển hydrogen xanh Boegoebaai*, nằm trong Đặc khu kinh tế Namakwa ở Northern Cape. Dự án có một nhà máy sản xuất hydrogen được thành lập và là một Dự án Tích hợp Chiến lược (SIP) được chỉ định trong Kế hoạch Phát triển Quốc gia Nam Phi. Nó sẽ bao gồm bảy cơ sở chính, trong đó có việc xây dựng một cảng nước sâu, sử dụng 30 GW năng lượng gió và mặt trời, và một bãi pin để cung cấp năng lượng cho 10 GW máy điện phân vào năm 2030. Dự án cũng sẽ bao gồm việc sản xuất amoniac xanh liên kết với hydrogen xanh để xuất khẩu và sử dụng làm nhiên liệu và nguyên liệu hàng hải;

- Sasol cũng đang đóng vai trò dẫn đầu trong dự án *Nhiên liệu Hàng không Bền vững (SAF)*. SAF là chìa khóa để giảm phát thải khí nhà kính, cải thiện chất lượng không khí tại địa phương, giảm tiếp xúc với nguồn cung cấp nhiên liệu máy bay và biến động giá, đồng thời khử cacbon cho nhiên liệu hàng không.

Vào tháng 4 năm 2022, Sasol xác nhận trước tiên họ sẽ sản xuất hydrogen từ điện phân và nhà máy amoniac hiện có. Sasol đặt mục tiêu sản xuất 3,5 tấn/ngày để sử dụng trong nước và sau đó sẽ xây dựng các dự án lĩnh vực xanh dành riêng cho hydrogen xanh cho mục đích xuất khẩu, bao gồm cả việc tham gia chương trình đấu giá H2Global của chính phủ Đức.

Một số dự án hydrogen quan trọng khác: Chính phủ Nam Phi gần đây đã lưu ý rằng việc lắp đặt pin nhiên liệu hydrogen để cung cấp năng lượng cho các trung tâm dữ liệu, để thay thế các máy phát điện diesel hiện đang được sử dụng, đang được xem xét cho Công viên Khoa học và Công nghệ Limpopo. Ngoài ra, đầu năm nay, các kế hoạch đã được công bố để phát triển một nhà máy amoniac xanh ở Vịnh Nelson Mandela vào năm 2025.

IX.3. Hợp tác quốc tế

Vào ngày 18 tháng 5 năm 2022, Nam Phi, cùng với Ai Cập, Kenya, Maroc, Mauritania và Namibia, đã thành lập Liên minh Hydrogen Xanh Châu Phi, với mục đích thúc đẩy sự hợp tác và đảm bảo lục địa này có thể dẫn đầu trong việc phát triển hydrogen xanh để chuyển đổi năng lượng. Chính phủ Nam Phi đã lưu ý rằng các hành động chính của HSRM sẽ được hỗ trợ bởi một nhóm chuyên gia từ ngành công nghiệp, học viện và chính phủ. Chính phủ cũng đã thiết lập quan hệ đối tác với Tổ chức Phát triển Công nghiệp Liên hợp quốc (UNIDO) để giúp thành lập Trung tâm Năng lượng Hydrogen Quốc gia nhằm thể chế hóa việc thực hiện HSRM và đảm bảo lộ trình hydrogen của quốc gia được vạch ra rõ ràng./.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- ⁱ U.S. Department of Energy, “*U.S. National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap*”
- ⁱⁱ China’s Emerging Hydrogen Economy: Policies, Institutions and Actors, Xiaohan Gong & Rainer Quitzow, KAS-CUHK-IASS Webinar on, China in the Emerging Hydrogen Economy“ December 12th, 2022
- ⁱⁱⁱ Hydrogen Industrial Reports published by Leadleo Industry Research Institute and AskCI Consulting in 2021
- ^{iv} Haitong Securities, “*Hydrogen Energy: Challenges and Opportunities*”, 2021
- ^v BJX Hydrogen Energy, “*The Layout of Hydrogen Pipelines in China*”, 2022
- ^{vi} The Mid-and-Long-Term Hydrogen Industrial Development Plan (2021-2035) (2022)
- ^{vii} The Implementation Plan of Carbon Peaking of Industry (2022)
- ^{viii} The Mid-and-Long-Term Hydrogen Industrial Development Plan (2021-2035) (2022)
- ^{ix} The 14th Five-Year Plan of Energy Technology Innovation (2022)

- ^x <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0301>
- ^{xi} [electroliser target of EU in 2030 \(phind.com\)](https://phind.com/electroliser-target-of-EU-in-2030)
- ^{xii} Hydrogen Council, “Hydrogen insight 2023”
- ^{xiii} The Federal Government, “*The national Hydrogen strategy*”, 2020
- ^{xiv} <https://www.csis.org/analysis/germanys-hydrogen-industrial-strategy>
- ^{xv} <https://www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/EN/Newsletter/2020/06/Meldung/topthema.html>
- ^{xvi} <https://monacolife.net/explained-h2med-project-and-marseille-barcelona-hydrogen-pipeline/>
- ^{xvii} <https://www.rechargenews.com/energy-transition/germany-to-triple-renewables-build-out-by-2030-with-new-auction-permitting-and-legal-rules/2-1-1198442>
- ^{xviii} <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/electric-power/112421-german-coalition-agrees-2030-coal-exit-aims-for-80-share-of-renewables>.
- ^{xix} [Green refinery hydrogen for Europe – Analysis - IEA.](#)
- ^{xx} [Lingen Refinery Green Hydrogen Project - NS Energy \(nsenergybusiness.com\).](#)

-
- xxi <https://www.rechargenews.com/energy-transition/germany-to-triple-renewables-build-out-by-2030-with-new-auction-permitting-and-legal-rules/2-1-1198442>
- xxii [decarbonization of the electrical system in Germany \(phind.com\)](#)
- xxiii Basic Hydrogen Strategy Ministerial Council on Renewable Energy, Hydrogen and Related Issues
- xxiv [https://www.reuters.com/business/energy/japan-invest-107-bln-hydrogen-supply-over-15-years-2023-06-06/#:~:text=TOKYO%2C%20June%206%20\(Reuters\),to%20a%20low%20carbon%20economy.](https://www.reuters.com/business/energy/japan-invest-107-bln-hydrogen-supply-over-15-years-2023-06-06/#:~:text=TOKYO%2C%20June%206%20(Reuters),to%20a%20low%20carbon%20economy.)
- xxv National Hydrogen Strategy of Australia, 2019
- xxvi State of Hydrogen, 2021
- xxvii http://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_cd_n=81&cate_n=1&bbs_seq_n=161262
- xxviii CSIS, "*South Korea's Hydrogen Industrial Strategy*" 2021. [Online]. Available: <https://www.csis.org/analysis/south-koreas-hydrogen-industrial-strategy>. [Accessed 5 7 2023]
- xxix M. o. H. e. a. s. Denmark and M. o. F. A. o. Denmark, "*Outlook on Hydrogen Economy and Roadmap*" 2022.
- xxx <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/south-korea-energy-carbon-neutrality-initiatives>
- xxxi <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/south-korea-energy-carbon-neutrality-initiatives>
- xxxii S. Global, "*South Korea cuts price of domestic natural gas for hydrogen production by 25%*" 2021. [Online]. Available: <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/energy-transition/110421-south-korea-cuts-price-of-domestic-natural-gas-for-hydrogen-production-by-25>.
- xxxiii <https://energynews.biz/indonesias-strategy-for-a-hydrogen-economy/>
- xxxiv <https://www.bakermckenzie.com/en/insight/publications/2022/06/south-africa-hydrogen-roadmap>
- xxxv **Hydrogen Society Roadmap for South Africa 2021 Department of Science and Innovation**