

BỘ CÔNG THƯƠNG

CẨM NANG ĐIỆN TỬ

# Năng lượng CÓ NGUỒN GỐC HYDROGEN

trong xu hướng chuyển đổi  
nhiên liệu toàn cầu  
và các bài học kinh nghiệm



NHÀ XUẤT BẢN CÔNG THƯƠNG

Đơn vị chủ trì: **Cục Đổi mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công**

Đơn vị thực hiện: **Trung tâm Thông tin Công nghiệp và Thương mại,  
phối hợp cùng Vụ Dầu khí và than - Bộ Công Thương**

Thuộc: **Chương trình Quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả  
giai đoạn 2019-2030**

# MỤC LỤC

|                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <u>LỜI NÓI ĐẦU</u> .....                                                                                                                        | 5  |
| <b><u>PHẦN A. TỔNG QUAN VỀ NĂNG LƯỢNG CÓ NGUỒN GỐC HYDROGEN - UỖ VÀ NHƯỢC ĐIỂM</u></b> .....                                                    | 7  |
| <u>I. PHÂN LOẠI HYDROGEN</u> .....                                                                                                              | 7  |
| <u>II. ỨNG DỤNG CỦA HYDROGEN</u> .....                                                                                                          | 9  |
| <u>III. TỔNG QUAN LĨNH VỰC HYDROGEN TẠI VIỆT NAM</u> .....                                                                                      | 11 |
| <u>1. Về sản xuất hydrogen</u> .....                                                                                                            | 11 |
| <u>2. Về sử dụng hydrogen</u> .....                                                                                                             | 12 |
| <u>3. Về cơ sở hạ tầng tồn trữ, vận chuyển và phân phối sử dụng hydrogen và hệ thống cơ sở hạ tầng có thể chuyển đổi sử dụng hydrogen</u> ..... | 13 |
| <b><u>PHẦN B. CÁC BÀI HỌC KINH NGHIỆM VỀ VIỆC CHUYỂN ĐỔI NHIÊN LIỆU CÓ NGUỒN GỐC HYDROGEN CỦA CÁC QUỐC GIA TRÊN THẾ GIỚI</u></b> .....          | 18 |
| <u>I. HOA KỲ</u> .....                                                                                                                          | 18 |
| <u>II. CHI LÊ</u> .....                                                                                                                         | 21 |
| <u>III. CANADA</u> .....                                                                                                                        | 33 |
| <u>IV. CHÂU ÂU</u> .....                                                                                                                        | 41 |
| <u>V. CHLB ĐỨC</u> .....                                                                                                                        | 48 |
| <u>VI. HÀ LAN</u> .....                                                                                                                         | 53 |
| <u>VII. NEW ZEALAND</u> .....                                                                                                                   | 61 |
| <u>VIII. TRUNG QUỐC</u> .....                                                                                                                   | 74 |
| <u>IX. NHẬT BẢN</u> .....                                                                                                                       | 83 |
| <u>X. ẤN ĐỘ</u> .....                                                                                                                           | 89 |

|                                                                                                                    |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <u>XI. HÀN QUỐC .....</u>                                                                                          | 111        |
| <u>XII. ASEAN.....</u>                                                                                             | 120        |
| <b><u>PHẦN C. TÌNH HÌNH PHÁT TRIỂN NĂNG LƯỢNG HYDROGEN TẠI VIỆT NAM .....</u></b>                                  | <b>128</b> |
| <u>I. THỰC TRẠNG VIỆC TIẾP CẬN VÀ SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG HYDROGEN TẠI VIỆT NAM.....</u>                                | 128        |
| <u>1. TÌNH HÌNH SẢN XUẤT HYDROGEN.....</u>                                                                         | 128        |
| <u>2. VỀ SỬ DỤNG HYDROGEN .....</u>                                                                                | 130        |
| <u>3. THỰC TRẠNG TIẾP CẬN VÀ DỰ BÁO NHU CẦU HYDROGEN TẠI VIỆT NAM .....</u>                                        | 131        |
| <u>II. HẠN CHẾ TRONG QUÁ TRÌNH PHÁT TRIỂN NĂNG LƯỢNG HYDROGEN TẠI VIỆT NAM.....</u>                                | 133        |
| <b><u>PHẦN D. ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN NĂNG LƯỢNG CÓ NGUỒN GỐC HYDROGEN CỦA VIỆT NAM TRONG THỜI GIAN TỚI.....</u></b> | <b>144</b> |
| <u>I. QUAN ĐIỂM PHÁT TRIỂN .....</u>                                                                               | 144        |
| <u>II. MỤC TIÊU VÀ ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN .....</u>                                                                 | 145        |
| <u>III. NHIỆM VỤ VÀ GIẢI PHÁP .....</u>                                                                            | 148        |

## LỜI NÓI ĐẦU

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu toàn cầu ngày càng diễn biến phức tạp, cạn kiệt tài nguyên thiên nhiên và áp lực bảo đảm an ninh năng lượng quốc gia tăng, chuyển dịch năng lượng theo hướng xanh, sạch và bền vững đã trở thành xu thế tất yếu của hầu hết các quốc gia trên thế giới. Việc từng bước thay thế các nguồn nhiên liệu hóa thạch truyền thống bằng các dạng năng lượng phát thải thấp và không phát thải carbon không chỉ là yêu cầu mang tính cam kết quốc tế, mà còn là điều kiện quan trọng để bảo đảm phát triển kinh tế - xã hội ổn định, lâu dài.

Việt Nam đã thể hiện cam kết mạnh mẽ trong ứng phó với biến đổi khí hậu thông qua việc tham gia và đưa ra các tuyên bố quan trọng tại các Hội nghị của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu, đặc biệt là mục tiêu đạt phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050. Trong bối cảnh đó, việc nghiên cứu, tiếp cận và từng bước triển khai các giải pháp năng lượng mới, trong đó có năng lượng có nguồn gốc hydrogen, đóng vai trò then chốt nhằm hiện thực hóa các mục tiêu chuyển dịch năng lượng, giảm phát thải khí nhà kính và nâng cao năng lực cạnh tranh của nền kinh tế.

Hydrogen được đánh giá là một trong những trụ cột quan trọng của hệ thống năng lượng tương lai, nhờ đặc tính linh hoạt, khả năng lưu trữ năng lượng quy mô lớn và tiềm năng ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như công nghiệp nặng, giao thông vận tải, phát điện và sản xuất nhiên liệu tổng hợp. Trên thế giới, nhiều quốc gia và khu vực đã ban hành chiến lược, lộ trình phát triển hydrogen quốc gia, đồng thời triển khai các cơ chế chính sách, ưu đãi tài chính và dự án thí điểm nhằm từng bước hình thành thị trường và chuỗi giá trị hydrogen. Những kinh nghiệm thực tiễn này là nguồn tham khảo quan trọng đối với Việt Nam trong quá trình xây dựng và hoàn thiện định hướng phát triển năng lượng hydrogen phù hợp với điều kiện trong nước.

Tại Việt Nam, hydrogen hiện nay chủ yếu được sản xuất và sử dụng trong một số ngành công nghiệp truyền thống như lọc hóa dầu và sản xuất phân đạm, với quy mô còn hạn chế và chủ yếu là hydrogen từ nhiên liệu hóa thạch. Chuỗi giá trị hydrogen xanh chưa được hình thành đầy đủ; cơ sở hạ tầng về sản xuất, lưu trữ, vận chuyển và phân phối còn thiếu và chưa đồng bộ. Tuy nhiên, Việt Nam lại sở hữu tiềm năng lớn về năng lượng tái tạo, đặc biệt là điện gió ngoài khơi, điện mặt

trời và sinh khối, tạo nền tảng thuận lợi cho việc phát triển hydrogen xanh trong trung và dài hạn nếu có định hướng và chính sách phù hợp.

Xuất phát từ yêu cầu thực tiễn đó, Cẩm nang điện tử **“Năng lượng có nguồn gốc hydrogen trong xu hướng chuyển đổi nhiên liệu toàn cầu và các bài học kinh nghiệm”** được biên soạn nhằm cung cấp cái nhìn tổng quan, có hệ thống về năng lượng hydrogen, bao gồm các khái niệm cơ bản, phân loại, đặc điểm kỹ thuật, lĩnh vực ứng dụng, chuỗi giá trị cũng như tình hình triển khai hydrogen tại Việt Nam và một số quốc gia, khu vực tiêu biểu trên thế giới. Thông qua việc phân tích các mô hình, chính sách và kinh nghiệm quốc tế, Cẩm nang hướng tới việc rút ra những bài học tham khảo có giá trị cho Việt Nam trong quá trình xây dựng lộ trình chuyển đổi nhiên liệu và phát triển năng lượng hydrogen phù hợp với điều kiện kinh tế - xã hội trong nước.

Cẩm nang điện tử này được xây dựng trong khuôn khổ nhiệm vụ **“Nghiên cứu, khảo sát, xây dựng tài liệu hướng dẫn và phổ biến về chuyển đổi nhiên liệu và sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả”**. Nội dung tài liệu hướng tới phục vụ các cơ quan quản lý nhà nước, tổ chức nghiên cứu, doanh nghiệp và các bên liên quan, góp phần nâng cao nhận thức, cung cấp thông tin tham khảo và hỗ trợ quá trình hoạch định chính sách, xây dựng kế hoạch và triển khai các hoạt động liên quan đến năng lượng hydrogen tại Việt Nam.

Ban biên soạn hy vọng rằng Cẩm nang điện tử sẽ trở thành tài liệu tham khảo hữu ích, góp phần thúc đẩy quá trình chuyển dịch năng lượng theo hướng xanh và bền vững, đồng thời hỗ trợ Việt Nam từng bước tiếp cận, làm chủ và khai thác hiệu quả các cơ hội từ năng lượng có nguồn gốc hydrogen trong bối cảnh chuyển đổi nhiên liệu toàn cầu.

# **PHẦN A**

## **TỔNG QUAN VỀ NĂNG LƯỢNG CÓ NGUỒN GỐC HYDROGEN - ƯU VÀ NHƯỢC ĐIỂM**

Trước xu hướng chuyển dịch năng lượng toàn cầu, cũng như những cam kết của Việt Nam tại Hội nghị lần thứ 26 Các bên tham gia Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu (COP26) về lộ trình giảm phát thải chống biến đổi khí hậu đến năm 2050 và Tuyên bố chung Hội nghị COP28 về việc cắt giảm và dần loại bỏ nhiên liệu hóa thạch, việc chuyển dịch năng lượng từ nhiên liệu có mức độ phát thải các-bon lớn (nhiên liệu hóa thạch,...) sang các nguồn nhiên liệu sạch là vấn đề tất yếu đối với Việt Nam trong giai đoạn tới. Trong bối cảnh đó, phù hợp với Chiến lược, Quy hoạch phát triển năng lượng quốc gia, hydrogen đang được xem là nguồn năng lượng ưu tiên phát triển nhằm thay thế cho các nguồn nhiên liệu hóa thạch và dự báo sẽ chiếm tỷ lệ đáng kể trong cơ cấu năng lượng của Việt Nam trong tương lai.

Trên thế giới, hydrogen đã được xem là nguồn năng lượng sạch, không thể thiếu trong cơ cấu năng lượng của nhiều quốc gia để thực hiện mục tiêu trung hòa các-bon vào năm 2050. Tính đến đầu năm 2023, đã có hơn 40 quốc gia ban hành Chiến lược quốc gia về hydrogen cùng các chính sách hỗ trợ về tài chính lớn nhằm hình thành và phát triển ngành công nghiệp hydrogen. Các quốc gia điển hình và đi đầu như EU, Đức, Đan Mạch, Hà Lan, Úc, Canada, Hoa Kỳ, Hàn Quốc và Nhật Bản. EU tập trung phát triển hydrogen xanh và đặt mục tiêu đạt 13-14% trong cơ cấu năng lượng vào năm 2050. Nhật Bản và Hàn Quốc phát triển hydrogen sạch, bao gồm cả hydrogen xanh và hydrogen lam, với mục tiêu đạt lần lượt là 10% và 33% cơ cấu năng lượng quốc gia vào năm 2050. Mới đây, Hoa Kỳ đã công bố chiến lược phát triển hydrogen với mục tiêu đạt 10 triệu tấn hydrogen sạch/năm vào năm 2030 để loại bỏ các-bon trong các lĩnh vực sản xuất amoniac và lọc dầu, và tăng lên 50 triệu tấn/năm để mở rộng phạm vi ứng dụng hydrogen vào năm 2050.

### **I. PHÂN LOẠI HYDROGEN**

Hydrogen là nguyên tố xếp đầu tiên trong bảng tuần hoàn nguyên tố hóa học. Hydrogen nhẹ và là nguyên tố phổ biến nhất trong vũ trụ. Hydrogen được xem

là nguyên tố then chốt trong việc chuyển đổi năng lượng trên thế giới. Hydrogen có thể sử dụng trực tiếp ở dạng tinh khiết hoặc là cơ sở để tổng hợp nhiên liệu hydrogen ở các dạng lỏng, khí cũng như cho các chất mang năng lượng khác như ammonia ( $\text{NH}_3$ ), mê-tan tổng hợp hoặc diesel tổng hợp.

Tùy vào phương pháp sản xuất, hydrogen có thể được phân thành nhiều loại màu nhưng thường được phân vào ba nhóm màu phổ biến nhất là xám, lam và xanh.



*Hình. Sự khác nhau giữa hydrogen xám - hydrogen lam - hydrogen xanh và xu hướng sản xuất hydrogen trong tương lai<sup>1</sup>*

- Hydrogen xám (hay hydrogen từ nhiên liệu hóa thạch) sử dụng nhiên liệu hóa thạch như khí tự nhiên, hydrocacbon lỏng hoặc than đá là nguồn năng lượng để sản xuất. Hydrogen xám được sử dụng chủ yếu trong ngành công nghiệp hóa chất để sản xuất phân bón và công nghiệp lọc dầu. Trong quá trình chiết xuất,  $\text{CO}_2$  trực tiếp thải ra khí quyển với tỷ lệ khoảng 10kg/1kg hydrogen được tạo ra. Loại này đang là loại phổ biến nhất trên thị trường hiện nay.

- Hydrogen lam (hydro các-bon thấp) được tạo ra theo quy trình tương tự hydrogen xám. Khác biệt ở chỗ, hầu hết các-bon thải ra trong quá trình sản xuất được thu giữ, giảm phát thải  $\text{CO}_2$ . Đó là lý do tại sao hydro lam được xem là loại khí phát thải thấp. Tuy nhiên, việc bổ sung hệ thống thu gom và lưu trữ  $\text{CO}_2$  sẽ làm tăng chi phí sản xuất hydrogen khoảng 1,5 lần so với hydrogen xám.

- Hydrogen xanh (hay hydrogen khử các-bon) là hydrogen được sản xuất bằng công nghệ điện phân nước sử dụng nguồn điện từ năng lượng tái tạo, không phát thải khí  $\text{CO}_2$ .

<sup>1</sup> <https://www.theworldofhydrogen.com/gasunie/what-is-hydrogen/>

## II. ỨNG DỤNG CỦA HYDROGEN

- Hydrogen được sử dụng phổ biến hiện nay trong các lĩnh vực gồm:

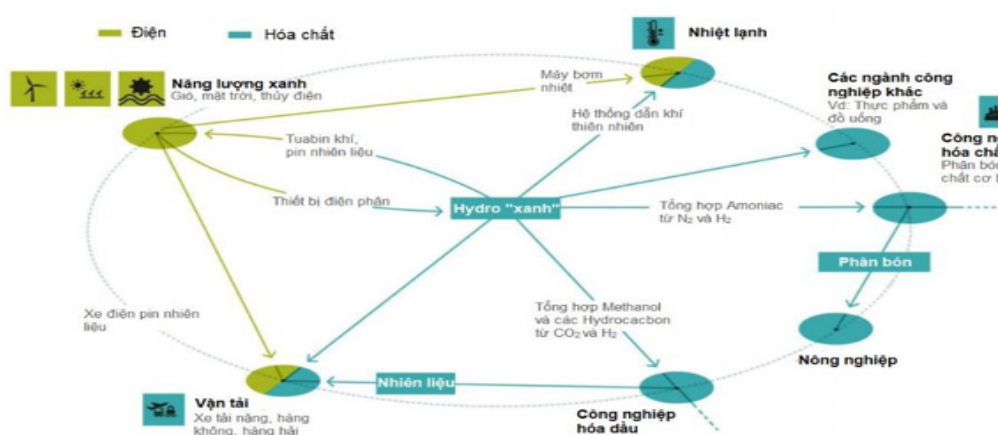
+ Sử dụng trực tiếp làm nhiên liệu: cung cấp năng lượng cho các phương tiện giao thông vận tải (đường bộ, đường sắt, tàu hàng hải đường biển hoặc đường thủy nội địa, máy bay hàng không) hoặc phát điện (pin nhiên liệu/ tuabin khí/ động cơ khí trong nhà máy điện), trong sản xuất hóa chất cơ bản (amoniac, urê, methanol, hydro peroxide, ...).

+ Sử dụng trực tiếp làm chất khử, thay thế các nguyên liệu nạp hydrogen hiện có: lọc/ hóa dầu, thép, thủy tinh, luyện kim, xi măng...

+ Sưởi ấm cho các tòa nhà dân dụng và thương mại.

- Trong tương lai, để đảm bảo mục tiêu nền kinh tế không phát thải, hydrogen xanh sẽ được nghiên cứu sản xuất để thay thế nguồn hydrogen xám hiện đang được sử dụng cũng như một số ứng dụng mới. Ứng dụng tiềm năng hydrogen xanh cho các ngành kinh tế và tiềm năng sản xuất hydrogen xanh được mô tả trong sơ đồ dưới đây.

Biểu đồ này cho thấy một số cách sử dụng sẽ trở nên ít phù hợp hơn và những cách sử dụng khác phù hợp hơn nhưng việc sử dụng hydrogen xanh trong các nhà máy nhiệt điện đường như không được coi là phương án thay thế quan trọng.



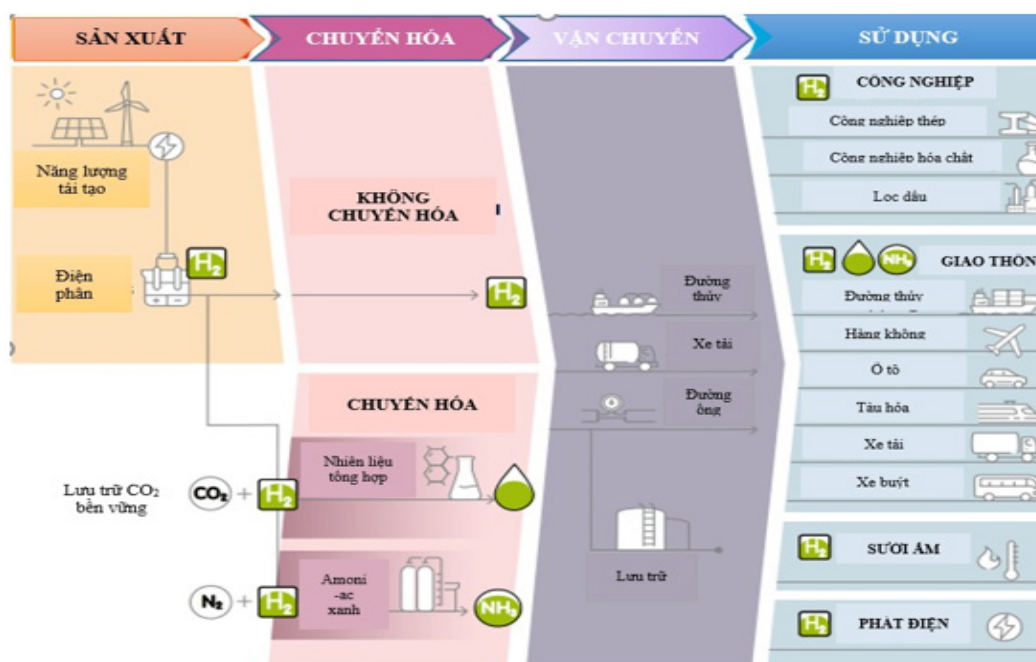
*Hình. Vai trò của Hydrogen xanh trong liên kết ngành hướng tới nền kinh tế trung hòa các-bon<sup>2</sup>*

2 <https://www.siemens-energy.com/global/en/news/magazine/2019/the-path-to-a-co2-free-future.html>

Hiện nay, việc vận chuyển và phân phối hydrogen rất đa dạng phụ thuộc vào dạng hydrogen cung cấp và mục đích sử dụng để lựa chọn phương pháp vận chuyển phù hợp đảm bảo dễ vận chuyển, an toàn và tối ưu chi phí và khi đưa vào sử dụng. Ngoài ra với trọng lượng nhẹ, mật độ năng lượng thấp nên việc lưu chứa Hydrogen xanh cũng là một vấn đề đáng bàn đối với cơ sở sản xuất và tiêu thụ Hydrogen xanh lớn.

Mỗi phương pháp vận chuyển và phân phối Hydrogen xanh đều có các vấn đề riêng cần lưu ý nên phụ thuộc vào mỗi dự án cụ thể, nhà sản xuất có thể lựa chọn những phương án vận chuyển và lưu giữ hydrogen tối ưu theo tiêu chí chi phí tối thiểu cho toàn bộ chuỗi cung ứng. Các dạng hydrogen và phương án vận chuyển hiện nay đang áp dụng phổ biến được liệt kê và mô tả trong sơ đồ bên dưới:

- Dạng khí (nén): bằng đường ống, đường bộ, đường sắt hoặc đường thủy.
- Dạng lỏng (đông lạnh): bằng đường bộ, đường sắt hoặc đường thủy.
- Dạng liên kết hóa học: bằng đường bộ, đường sắt hoặc đường thủy.



Hình. Chuỗi sản xuất, chuyển đổi và sử dụng Hydrogen xanh theo hệ thống năng lượng

### III. TỔNG QUAN LĨNH VỰC HYDROGEN TẠI VIỆT NAM

#### 1. Về sản xuất hydrogen

Ở Việt Nam, hydrogen hiện đang được sản xuất chủ yếu là từ quá trình lọc hóa dầu và sản xuất phân đạm để phục vụ cho chính hoạt động của các ngành công nghiệp này nhằm loại bỏ lưu huỳnh và các tạp chất N, O, kim loại... ra khỏi các dòng nguyên liệu hoặc bán thành phẩm, khử xúc tác các oxide kim loại hoạt động, hoặc no hóa các hợp chất chưa bão hòa (hydrogen hóa). Hydrogen này được gọi là hydrogen xám và hydrogen nâu<sup>3</sup> với tổng sản lượng sản xuất đạt khoảng 500 nghìn tấn/năm (KTA), giá khoảng từ 1 - 2,5 USD/kg. Trong đó, nhu cầu hydrogen của Việt Nam, thông qua nhu cầu hydrogen của PVN năm 2020 cung cấp cho các nhà máy sản xuất phân đạm, khoảng 316.000 tấn hydrogen, các nhà máy lọc dầu Dung Quất và Nghi Sơn tiêu thụ lần lượt là 39.000 tấn và 139.000 tấn/năm<sup>4</sup>. Tổng nhu cầu hydrogen dự kiến sẽ tăng lên khoảng 4.000 KTA vào năm 2050.

Việc sản xuất và sử dụng hydrogen và dẫn xuất hydrogen trong các lĩnh vực khác như giao thông, công nghiệp năng lượng, nhiệt... hầu như chưa phát triển. hydrogen xanh được sản xuất từ nguồn năng lượng tái tạo chưa được sản xuất và sử dụng tại Việt Nam.

Có thể nói, chuỗi giá trị hydrogen hoàn chỉnh chưa được hình thành tại thị trường Việt Nam trong giai đoạn này. Vì vậy, khi đưa hydrogen xanh vào sản xuất, việc phát triển và hoàn thiện cơ sở hạ tầng và chuỗi giá trị hydrogen là vấn đề cần được quan tâm. Thời gian gần đây, một vài doanh nghiệp đã bắt đầu quan tâm nghiên cứu tiềm năng sản xuất hydrogen xanh và amoniac xanh để xuất khẩu. Một số dự án sản xuất hydrogen xanh điển hình đã được đề xuất như:

- Dự án đầu tư Thăng Long Wind 2 (TLW2) sản xuất hydrogen từ điện phân nước biển phục vụ xuất khẩu tại khu vực dự án điện gió ngoài khơi Thăng Long (mũi Kê Gà, tỉnh Bình Thuận) với quy mô 2.000MW, tổng mức đầu tư khoảng 5 tỷ USD, thời gian triển khai dự kiến từ 2022 đến 2030.

- Dự án Nhà máy sản xuất khí hydrogen xanh Trà Vinh tại xã Đông Hải, tỉnh Vĩnh Long phục vụ nhu cầu nội địa và xuất khẩu tới Nhật Bản, Hàn Quốc,

---

3 Hydrogen xám và Hydrogen nâu được sản xuất bằng năng lượng từ nhiên liệu hóa thạch như khí đốt tự nhiên, hydro cacbon, than đá.

4 <https://congthuong.vn/toa-dam-trien-vong-hydrogen-xanh-trong-nen-kinh-te-carbon-thap-cua-viet-nam-223744.html>

Singapore và Châu Âu. Ngày 20/5/2025, UBND tỉnh Trà Vinh cũ, nay là tỉnh Vĩnh Long đã chấp thuận điều chỉnh chủ trương đầu tư dự án Nhà máy sản xuất hydro xanh do Công ty Cổ phần TGS Trà Vinh Green Hydrogen làm chủ đầu tư, mở rộng lên khoảng 52,76 ha, với tổng mức đầu tư gần 8.000 tỷ đồng. Theo thiết kế, nhà máy có công suất sản xuất 24.000 tấn hydro mỗi năm, 182.500 tấn amoniac/năm và 195.000 tấn oxy/năm. Amoniac sẽ đóng vai trò như phương tiện lưu trữ và vận chuyển hydro hiệu quả, nhằm giảm chi phí logistics và tăng độ an toàn trong vận hành. Công nghệ được sử dụng là điện phân nước biển, khai thác từ nguồn nước biển gần bờ với lưu lượng khoảng 20.000 m<sup>3</sup>/ngày đêm. Dự án phát sinh lượng nước thải công nghiệp lên đến 5.200 m<sup>3</sup>/ngày đêm, đi kèm là yêu cầu xử lý nước thải theo quy chuẩn kỹ thuật quốc gia trước khi xả ra môi trường. Giai đoạn đầu của dự án đã được khởi công từ tháng 3/2023 trên diện tích khoảng 21 ha, với thời gian thi công 24 tháng. Toàn bộ công tác thi công xây dựng phần nhà máy được dự kiến hoàn thành vào quý 2/2027. Sau đó, hệ thống đường ống xuất khí và bến phao sẽ được hoàn thiện vào quý 3/2027. Giai đoạn chạy thử sẽ diễn ra từ quý 3 đến quý 4/2027, trước khi dự án chính thức vận hành thương mại từ cuối năm 2027.

## 2. Về sử dụng hydrogen

Nhu cầu hydrogen của Việt Nam, thông qua nhu cầu hydrogen của PVN năm 2020 cung cấp cho các nhà máy sản xuất phân đạm, khoảng 316.000 tấn hydrogen, các nhà máy lọc dầu Dung Quất và Nghi Sơn tiêu thụ lần lượt là 39.000 tấn và 139.000 tấn/năm<sup>5</sup>. Tổng nhu cầu hydrogen dự kiến sẽ tăng lên khoảng 4.000 KTA vào năm 2050. Hình 4 trình bày sản lượng hydrogen sản xuất và tiêu thụ tại các nhà máy lọc dầu và nhà máy phân đạm thuộc PVN năm 2020. Trong đó, sản lượng cao nhất là Nhà máy lọc hóa dầu Nghi Sơn.

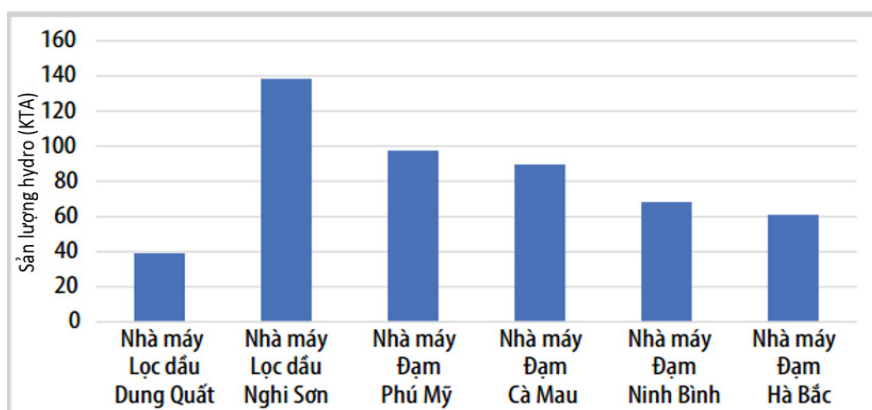
Ngoài ra, trên thị trường hiện nay còn có một lượng rất nhỏ hydrogen cũng được sử dụng tại các nhà máy sản xuất thép, kính nổi, điện tử và thực phẩm, chiếm khoảng 0,5% tổng nhu cầu hydrogen hiện tại của Việt Nam<sup>6</sup>.

---

<sup>5</sup> <https://congthuong.vn/toa-dam-trien-vong-hydrogen-xanh-trong-nen-kinh-te-carbon-thap-cua-viet-nam-223744.html>

<sup>6</sup> Nguyễn Hữu Lương (2021). Thị trường tiềm năng và tác động của sự phát triển hydro xanh đến năm 2050 tại Việt Nam. Tạp chí Dầu khí. Số 12-2021, 40-47

**Biểu đồ: Sản lượng hydrogen sử dụng tại một số đơn vị nhà máy lọc dầu và sản xuất phân đạm (KTA)<sup>7</sup>**



### 3. Về cơ sở hạ tầng tồn trữ, vận chuyển và phân phối sử dụng hydrogen và hệ thống cơ sở hạ tầng có thể chuyển đổi sử dụng hydrogen

Hiện tại ở Việt Nam, hệ thống phân phối và lưu trữ gần như chưa phát triển vì hầu hết hydrogen sản xuất ra được sử dụng trực tiếp, tại chỗ trong các nhà máy lọc dầu, nhà máy phân đạm, được vận chuyển thông qua đường ống nội bộ, không qua quá trình lưu trữ. Chỉ một phần nhỏ nhu cầu hydrogen cho các ngành công nghiệp, các phòng thí nghiệm được cung cấp từ các địa điểm sản xuất nhỏ hoặc mua trên thị trường. Trong trường hợp này, hydrogen từ nơi sản xuất hoặc từ điểm chiết xuất được lưu trữ dưới dạng khí nén trong các bình chịu áp suất và được vận chuyển đến hộ dùng cuối bằng xe tải. Chỉ một lượng nhỏ hydrogen cung cấp cho một số mục đích tiêu thụ trong ngành hàng không được vận chuyển từ cơ sở sản xuất đến nơi tiêu thụ bằng xe tải ở dạng khí nén hoặc dạng lỏng. Như vậy cơ sở hạ tầng và công nghệ sẵn có để vận chuyển, phân phối và lưu trữ hydrogen xanh hầu như chưa có ở Việt Nam, trong tương lai cần thiết phải xây dựng và phát triển để phù hợp với nhu cầu thực tế về tiêu dùng hydrogen xanh.

Tùy mục đích sử dụng của hydrogen, hydrogen xanh và các dẫn xuất của nó, hydrogen xanh có thể được phân phối và lưu trữ theo nhiều dạng khác nhau như dạng khí nén, chất lỏng, ammoniac hoặc LOHC<sup>8</sup>:

- Nén là hình thức phổ biến để lưu trữ hydrogen ở áp suất khoảng 200 bar, công nghệ này được sử dụng rộng rãi trong nhiều thập kỷ qua (vận tải bằng đường bộ, đường sắt, đường thủy và đường ống), là công nghệ vận chuyển hydrogen chính ngày nay và sẽ tiếp tục trong ngắn hạn và trung hạn.

<sup>7</sup> Nguyễn Hữu Lương (2021). Thị trường tiềm năng và tác động của sự phát triển hydro xanh đến năm 2050 tại Việt Nam. Tạp chí Dầu khí. Số 12-2021, 40-47

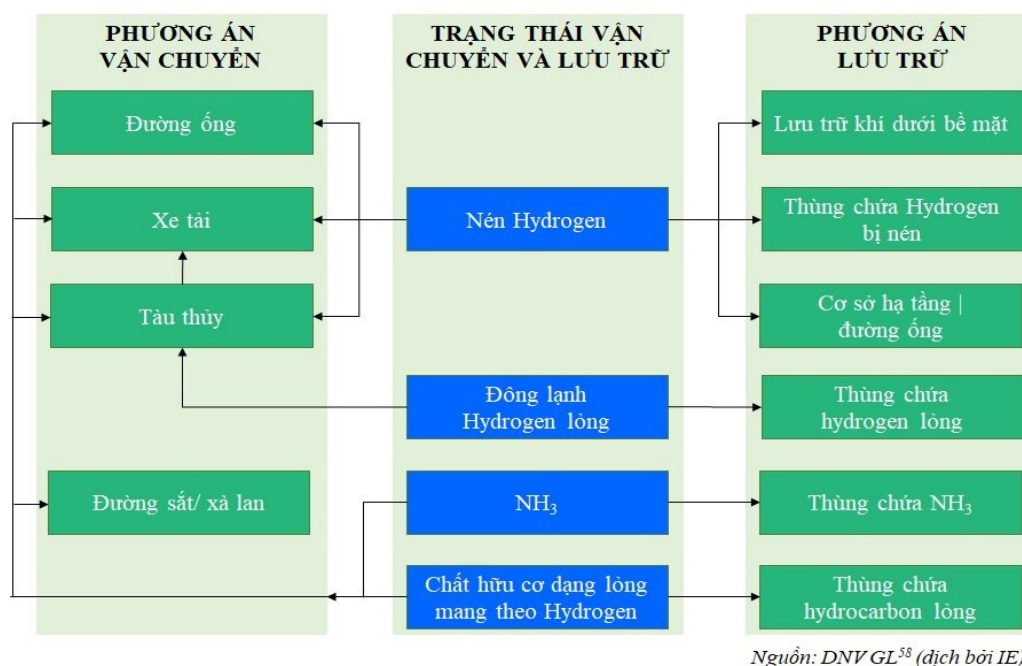
<sup>8</sup> <https://petrotimes.vn/h2-nang-luong-tuong-lai-ky-7-572938.html>

- Hydrogen lỏng được bảo quản trong bình lạnh dưới  $-253^{\circ}\text{C}$ . Công nghệ này đang được phát triển gần đây và vẫn còn hạn chế trong ứng dụng. Hydrogen dạng này thường được vận chuyển bằng đường biển và vận tải thủy.

- Hydrogen còn được biến đổi thành amoniac để lưu trữ và bảo quản dưới nhiệt độ  $-33^{\circ}\text{C}$ . Loại này được ứng dụng rộng rãi trong các quá trình công nghiệp. Để chuyển đổi amoniac trở lại hydrogen, có thể một lò phản ứng phân hủy được lắp đặt tại địa điểm cung cấp cho người dùng cuối. Đây cũng là phương án đang được các nhà sản xuất hydrogen xem xét về khả năng xuất khẩu hydrogen khi lưu trữ hydrogen xanh dưới dạng amoniac lỏng để vận chuyển loại hóa chất này. Sau đó, tách hydrogen khỏi amoniac và phân phối amoniac như một sản phẩm độc lập.

- LOHC, chất mang hydrogen hữu cơ lỏng, là công nghệ mới nhất để lưu trữ hydrogen bằng cách sử dụng hợp chất hữu cơ để hấp thụ hydrogen tại nơi sản xuất và giải phóng hydrogen tại nơi cung cấp cho hộ dùng cuối bằng cách khử cặn. Ví dụ, có thể sử dụng phương pháp hydrogen hóa toluene thành methyl cyclohexane, sau đó vận chuyển methylcyclohexane và tách hydrogen sau đó.

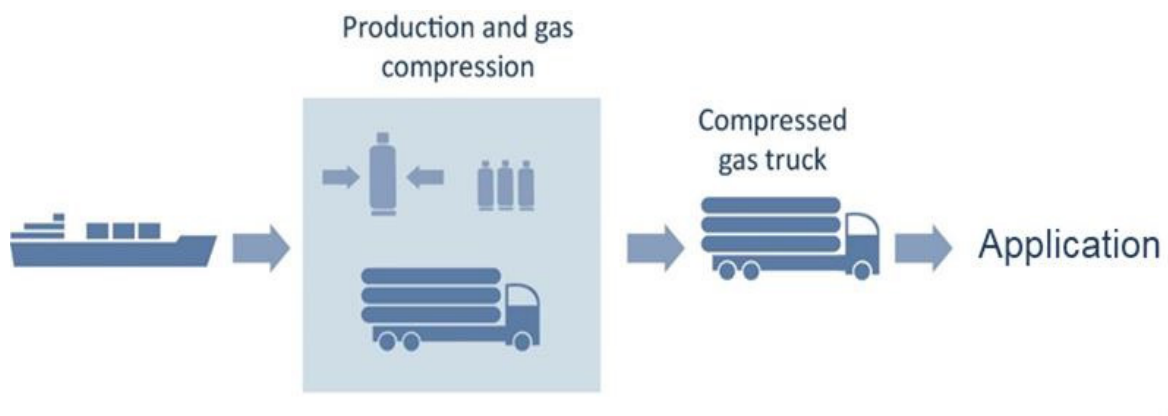
Trong các hình thức vận chuyển, vận tải biển và vận tải thủy hydrogen hiện nay rất phổ biến. Hydrogen được vận chuyển dưới dạng khí nén, khí hóa lỏng và thành phần chất mang theo sơ đồ mô tả dưới đây.



Hình. Các phương pháp vận chuyển hydrogen <sup>9</sup>

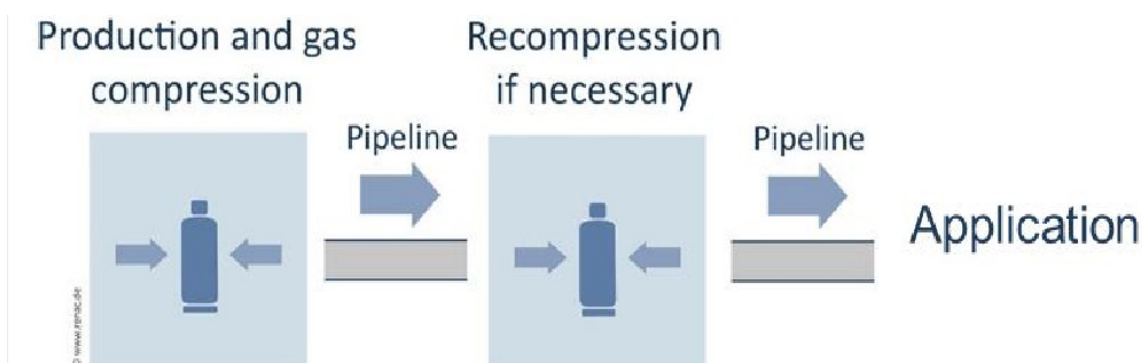
Hydrogen sau khi được sản xuất sẽ được sử dụng trực tiếp hoặc vận chuyển đến điểm sử dụng cuối cùng theo một trong những cách thức sau:

*(i) Nén và vận chuyển hydrogen trong các bình chứa khí bằng đường bộ*



*Hình. Mô hình vận chuyển hydrogen bằng đường bộ*

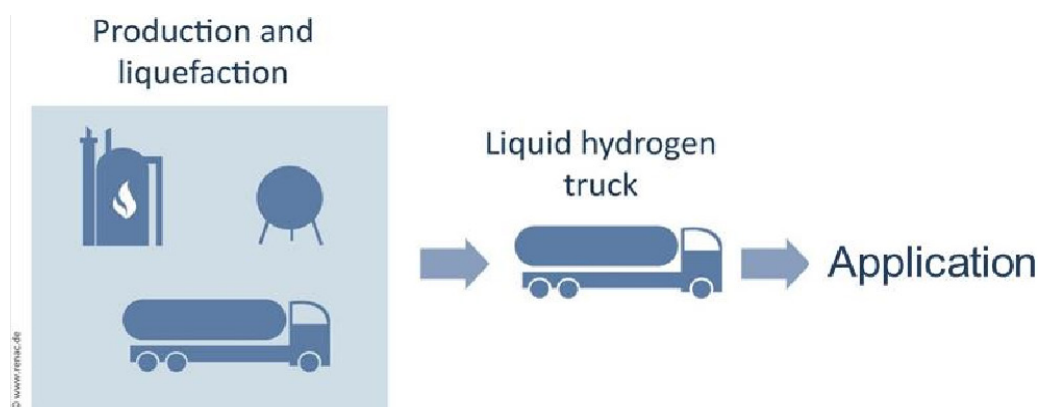
*(ii) Nén và vận chuyển hydrogen qua đường ống*



*Hình. Mô hình vận chuyển hydrogen bằng đường ống*

Việc vận chuyển qua đường ống là một giải pháp thay thế rẻ hơn so với vận tải đường bộ, đặc biệt khi có một lượng lớn hydrogen được sản xuất và một mạng lưới kết nối tốt đã được thiết lập. Ngoài việc phát triển cơ sở hạ tầng mới, việc tái sử dụng mạng lưới đường ống dẫn khí đốt tự nhiên hiện có là một trong những giải pháp thay thế khả thi để vận chuyển khí hydrogen trên một khoảng cách dài. Tuy nhiên, các đường ống hiện tại chỉ có thể xử lý một phần hạn chế của hydrogen, ví dụ: hỗn hợp khí tự nhiên và hydrogen do vì các phân tử hydrogen rất nhỏ và có khả năng bị thất thoát do rò rỉ đường ống trong quá trình bơm & nén.

### (iii) Hóa lỏng hydrogen

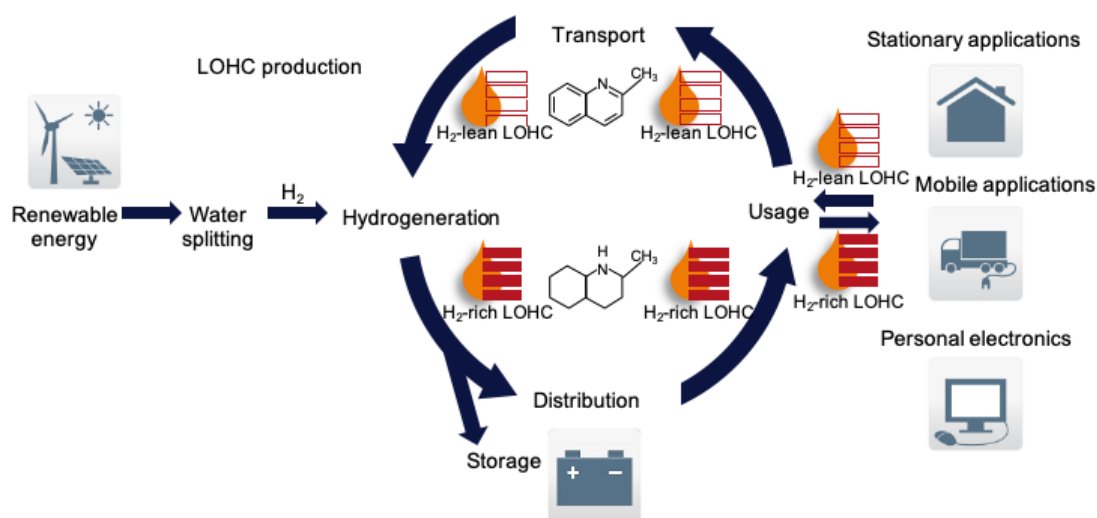


Hình. Mô hình hóa lỏng hydrogen

Khi được làm lạnh đến nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ sôi của hydrogen, hydrogen chuyển sang trạng thái lỏng và có thể được lưu trữ trong các bồn lạnh. Ưu điểm của phương pháp này là hydrogen ở dạng lỏng chiếm ít thể tích hơn so với ở dạng khí. Nhược điểm của điều này là việc làm mát và tái sử dụng hydrogen có liên quan đến tổn thất năng lượng đáng kể trong quá trình chuyển đổi và chi phí vốn cũng tương đối cao hơn.

Hydrogen lỏng cũng có thể được vận chuyển trong các tàu được chế tạo đặc biệt cho mục đích này. Đây có thể sẽ trở thành một lộ trình khả thi cho hydrogen được sản xuất trong các trang trại gió ngoài biển.

### (iv) Sử dụng chất mang hydrogen hữu cơ lỏng (LOHC)



Hình. Mô hình sử dụng chất mang hydrogen hữu cơ lỏng

Việc lưu trữ và vận chuyển hydrogen thường là kém hiệu quả và gây thất thoát năng lượng. Để giải quyết vấn đề này, các nhà nghiên cứu đã đề xuất sử dụng chất mang hydrogen hữu cơ lỏng (LOHC).

Việc sử dụng LOHC dựa trên nguyên lý theo đó các phân tử hydrogen liên kết hóa học với các chất mang dạng lỏng để giúp lưu trữ và vận chuyển dễ dàng hơn trong khoảng cách xa hơn. Phản ứng hóa học này được tạo điều kiện bởi một chất xúc tác. LOHC có mật độ lưu trữ cao 1,9 MWh/m<sup>3</sup> và có thể được lưu trữ ở áp suất và nhiệt độ thường. LOHC không dễ cháy, độc hại hoặc nổ. Quá trình liên kết hydrogen với LOHC được gọi là quá trình hydrogen hóa và có thể lưu trữ tới 57 kg hydrogen trên mỗi mét khối được sử dụng. Khi hydrogen được kết hợp với LOHC, nó thường được gọi là LOHC giàu hydrogen.

Khi có nhu cầu, liên kết giữa các phân tử hydrogen và môi trường mang chất lỏng có thể bị phá vỡ thông qua phản ứng xúc tác khử hydrogen để giải phóng các phân tử hydrogen. Ứng dụng này đặc biệt hứa hẹn cho một loạt các ứng dụng tích hợp hệ thống bao gồm pin nhiên liệu và lưu trữ năng lượng cũng như các quy trình hóa học và công nghiệp.

Ưu điểm của phương pháp vận chuyển LOHC là ở chỗ do không có phân tử hydrogen nào được lưu trữ nên khả năng thất thoát hydrogen do bay hơi trong các đơn vị lưu trữ là rất thấp. Hơn nữa, việc có thể lưu trữ hydro ở nhiệt độ từ -39 đến 390°C và áp suất thường giúp dễ dàng vận chuyển hydrogen trên một khoảng cách dài do có thể sử dụng cơ sở hạ tầng nhiên liệu thông thường. Bên cạnh đó quá trình này sử dụng các hợp chất không độc hại cũng không nguy hiểm. Hiện công nghệ này đang trong quá trình nghiên cứu & thử nghiệm. Top of Form

## **PHẦN B**

# **CÁC BÀI HỌC KINH NGHIỆM VỀ VIỆC CHUYỂN ĐỔI NHIÊN LIỆU CÓ NGUỒN GỐC HYDROGEN CỦA CÁC QUỐC GIA TRÊN THẾ GIỚI**

### **I. HOA KỲ**

Hoa Kỳ là nước phát thải khí nhà kính nhiều thứ hai 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 bao gồm:

- + Giảm 50% đến 52% lượng phát thải khí nhà kính của Hoa Kỳ từ mức năm 2005 vào năm 2030;
- + 100% điện không gây ô nhiễm carbon vào năm 2035;
- + Đạt Netzero trước năm 2050;
- + 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 [11]. 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.

## **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 CO<sub>2</sub> 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 hang 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.

## **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<sub>4</sub> 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<sub>2</sub> 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.

## **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.

## **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.

### **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. CHI LÊ**

### **1. Tình hình triển khai năng lượng hydrogen Chile**

Chile được xác định là cường quốc toàn cầu về sản xuất hydro xanh, chủ yếu do lợi thế cạnh tranh của sản xuất năng lượng tái tạo chi phí thấp. Với số bức

xạ mặt trời mạnh nhất thế giới ở các vùng phía bắc và gió ven biển, Chile đặt mục tiêu tận dụng tối đa các điều kiện tự nhiên. Nước này có tiềm năng sản xuất hơn 1.800 GW năng lượng tái tạo, gấp 70 lần nhu cầu tiêu thụ nội địa của đất nước. Chile đặt mục tiêu lắp đặt 300 GW công suất phát điện năng lượng tái tạo để sản xuất hydro xanh vào năm 2050, tạo ra thị trường xuất khẩu trị giá 24 tỷ USD và thị trường nội địa trị giá 9 USD. Nguồn tài nguyên năng lượng mặt trời và năng lượng tái tạo dồi dào của Chile dự kiến sẽ giúp Chile đạt được chi phí sản xuất hydro xanh bình quân thấp nhất thế giới vào năm 2030, khoảng 1 USD/kg H<sub>2</sub>.

Đến nay có khoảng 75 dự án hydro xanh được đề xuất tại Chile, bao gồm 7 nhà máy quy mô thương mại hiện đang được đánh giá tác động môi trường, với tổng vốn đầu tư được bảo đảm khoảng 40 tỷ USD. Ngành này được hỗ trợ thông qua một hệ sinh thái chính sách toàn diện, các tiêu chuẩn môi trường và cấp phép nghiêm ngặt, cùng một số ưu đãi tài chính chung và có mục tiêu.

Ngành hydro xanh của Chile đang hướng tới sự phát triển cùng có lợi với các ngành khác, bao gồm công nghiệp nặng, vận tải biển, nuôi cá hồi và sản xuất phân bón nông nghiệp. Các trung tâm hydro xanh tại Chile cũng có tiềm năng hỗ trợ ngành công nghiệp tiếp nhiên liệu và trung tâm dự trữ. Để những tham vọng này trở thành hiện thực, cần có sự đầu tư đáng kể vào xây dựng và cung cấp dịch vụ, đặc biệt là nâng cấp cơ sở hạ tầng và xây dựng nhà máy ở vùng cực nam Chile.

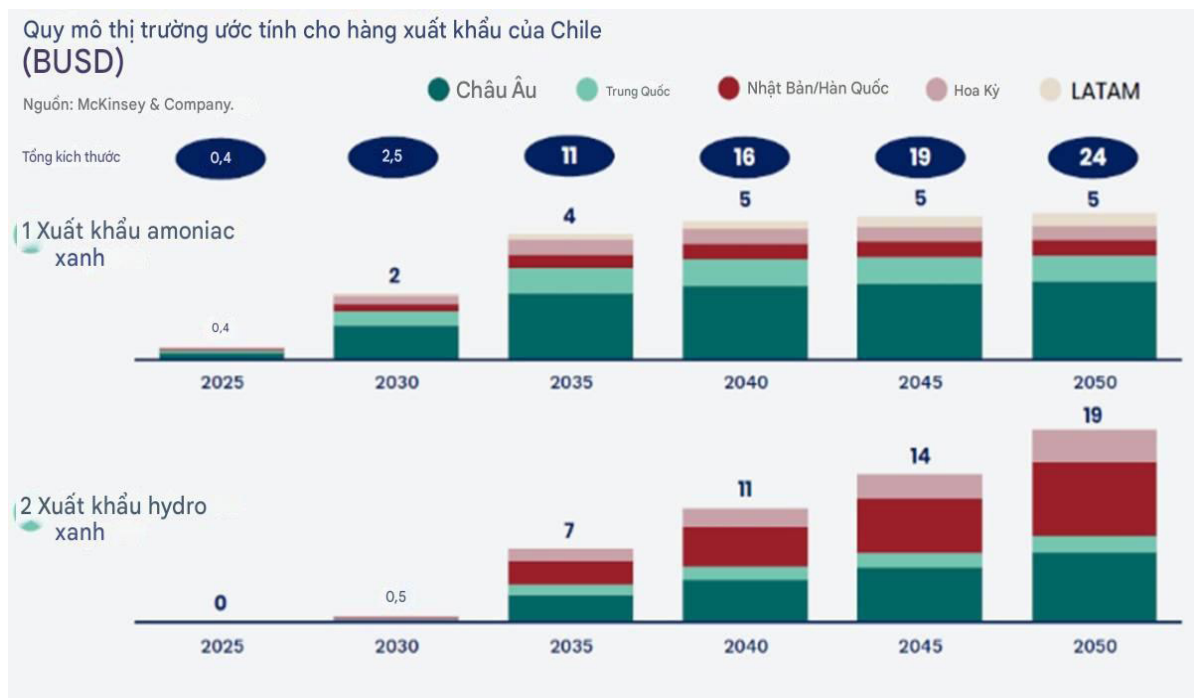
Tham vọng của Chile được hỗ trợ bởi môi trường kinh doanh cởi mở, ổn định chính trị, mạng lưới hiệp định thương mại tự do rộng khắp, trình độ giáo dục cao và năng lực kỹ thuật hiện có.

Tham vọng trở thành nước xuất khẩu hydro xanh của Chile là một kịch bản “lật ngược tình thế”. Ngành năng lượng của Chile hiện chiếm 64% lượng khí thải nhà kính của cả nước do tỷ lệ điện khí hóa thấp (22% vào năm 2022), tỷ lệ sử dụng năng lượng tái tạo và năng lượng sạch trong ma trận năng lượng thấp (22% vào năm 2022) và nhập khẩu khoảng 98% lượng tiêu thụ nhiên liệu hóa thạch.

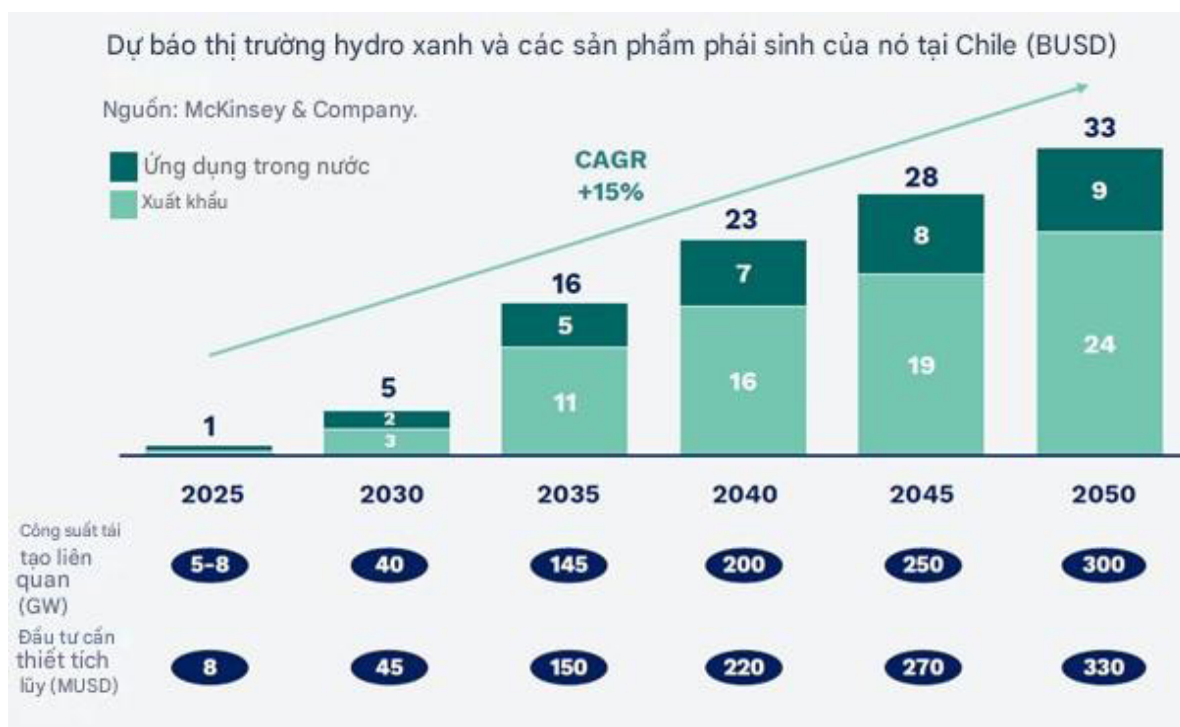
Chile cam kết mạnh mẽ chuyển đổi xanh cho cả nhu cầu tiêu dùng trong nước (với mục tiêu đạt mức trung hòa carbon vào năm 2050) và đáp ứng nhu cầu và yêu cầu toàn cầu. Chile có tiềm năng to lớn về sản xuất năng lượng tái tạo, với công suất tiềm năng ước tính đạt 2.000 GW - gấp khoảng 80 lần công suất lắp đặt hiện tại. Ngành năng lượng tái tạo của Chile đã chứng kiến sự phát triển vượt bậc trong thập kỷ qua (từ 720 MW lên 4.509 MW công suất điện gió và từ 225 MW

lên 8.938 MW công suất điện mặt trời) và xếp hạng 15 toàn cầu trong báo cáo Chỉ số Hấp dẫn Quốc gia về Năng lượng Tái tạo (RECAI) năm 2024 của EY về mức độ hấp dẫn đầu tư vào năng lượng tái tạo.

Một nghiên cứu của Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA) cho thấy Chile có tiềm năng sản xuất tới 160 triệu tấn hydro xanh mỗi năm. Chiến lược Hydro Xanh Quốc gia 2020 của Chile đặt ra tham vọng phát triển ngành này trong giai đoạn 2025-2050, từ 5 GW công suất năng lượng tái tạo được sử dụng để sản xuất hydro xanh vào năm 2025 lên 300 GW vào năm 2050. Bộ Năng lượng Chile dự đoán rằng đến năm 2030, quốc gia này sẽ đảm bảo mức chi phí bình quân thấp nhất thế giới (không tính đến mục đích sử dụng cuối cùng) ở mức 0,8 USD cho mỗi kg hydro xanh ở phía bắc và 1,0 USD cho mỗi kg hydro xanh ở phía nam.



Trong Chiến lược 2020, Chile dự kiến phát triển hydro xanh theo ba đợt. Ban đầu, hydro xanh sẽ được sử dụng tại thị trường nội địa với các ngành có nhu cầu năng lượng lớn hiện tại, chẳng hạn như thay thế amoniac nhập khẩu và tăng cường sử dụng hydro xanh trong vận tải hạng nặng. Hoạt động xuất khẩu dự kiến sẽ bắt đầu vào năm 2030, sau đó sẽ mở rộng quy mô khi các thị trường xuất khẩu mới mở ra và các sáng kiến đổi mới đang được triển khai để chuyển đổi các ngành công nghiệp khó điện khí hóa. Nếu thành hiện thực, thị trường xuất khẩu Hydro xanh của Chile dự kiến đạt 24 tỷ USD vào năm 2050, có quy mô tương tự như ngành công nghiệp khai khoáng khổng lồ của quốc gia này, hiện đang cung cấp 60% kim ngạch xuất khẩu và 12% GDP của Chile.



### *Các trung tâm hydro xanh theo khu vực của Chile*

Sự đa dạng về địa lý khu vực của Chile hỗ trợ cho việc đa dạng hóa sản lượng hydro xanh và các sản phẩm phái sinh của nó, thông qua các nguồn năng lượng tái tạo, công nghiệp địa phương và cơ sở hạ tầng địa phương. Chile có ba trung tâm khu vực cho phát triển hydro xanh: trung tâm phía bắc tập trung quanh vùng Antofagasta, trung tâm trung tâm tập trung quanh vùng Biobio, Valparaíso và vùng đô thị, và trung tâm phía nam tập trung quanh vùng Magallanes. Bên cạnh một hiệp hội công nghiệp hydro xanh quốc gia, nơi quy tụ các bên liên quan trên toàn bộ chuỗi cung ứng, Antofagasta, Biobio và Magallanes đều có các hiệp hội hydro xanh khu vực để kết nối doanh nghiệp, học viện và khu vực công, thúc đẩy vị thế và sự phát triển của khu vực, đồng thời xây dựng một ngành công nghiệp bền vững cho cả nền kinh tế và cộng đồng.

- Magallanes: Khu vực Magallanes đã thu hút khoảng một phần ba số nhà máy hydro xanh được đề xuất và 80% vốn đầu tư hiện có. Khu vực cực nam có công suất tiềm năng 200GW điện gió trên bờ, nơi các tua-bin gió có thể đạt hệ số công suất trên 60%, bên cạnh việc có đất đai rộng lớn và khả năng tiếp cận đại dương.

Khu vực này có nhà máy thí điểm nhiên liệu điện tử Haru Oni (HIF Chile) đầu tiên trên thế giới đang hoạt động, với kế hoạch xây dựng một nhà máy thương

mai, sản xuất 55 triệu lít nhiên liệu điện tử mỗi năm. Một liên doanh gồm bảy công ty đang lên kế hoạch cho chín dự án amoniac xanh, dự kiến thu hút 70 tỷ USD đầu tư, với kế hoạch xây dựng trong giai đoạn 2028-2032 và ước tính tổng công suất lắp đặt khoảng 20 GW điện năng tái tạo và sản xuất mười một triệu tấn amoniac xanh mỗi năm.

Để hỗ trợ sản xuất hydro xanh, khu vực sẽ cần những nâng cấp cơ sở hạ tầng đáng kể (cùng với các điều chỉnh khác) để quản lý quá trình chuyển đổi. Việc lập kế hoạch và đầu tư cho việc này đang được chuyển hướng thông qua các chương trình của khu vực công và một liên minh công-tư được gọi là Hiệp ước Magallanes, với các luồng công việc tập trung vào: quản trị, liên minh và quan hệ đối tác công-tư; phát triển xã hội, môi trường và kinh tế; vốn con người và đổi mới sáng tạo; cơ sở hạ tầng; và các quy định, giấy phép và tiêu chuẩn.

Antofagasta: Khoảng một phần ba các dự án hydro xanh được đề xuất khác nằm ở khu vực Antofagasta, với một số dự án thí điểm đã được đưa vào vận hành. Các khu vực phía bắc Chile là nguồn bức xạ mặt trời mạnh nhất hành tinh, nơi có thể lắp đặt khoảng 1.700 GW, và hệ số công suất có thể đạt tới 35%. Nằm ở sa mạc Atacama, đất đai rộng rãi, và hoạt động khai thác mỏ của khu vực này đồng nghĩa với việc đã có sẵn cơ sở hạ tầng hỗ trợ. Ngành công nghiệp khai thác mỏ địa phương cũng sẽ là một đối tác quan trọng cho hệ sinh thái hydro xanh của Chile, do mức tiêu thụ năng lượng cao của ngành này trong các hoạt động khó điện khí hóa.

Khu vực Trung tâm (Metropolitana, Valparaiso và Biobio): Đây là nơi sinh sống của khoảng 50% dân số Chile, được dự đoán sẽ chiếm tỷ trọng lớn trong nhu cầu hydro xanh nội địa cuối cùng. Có một số dự án thí điểm đang hoạt động tại các khu vực này nhằm hỗ trợ quá trình chuyển đổi xanh của các công ty quốc tế, chẳng hạn như sự hợp tác của Anglo American Mining trong việc chế tạo xe buýt chạy bằng hydro xanh đầu tiên của Chile, và việc Walmart sử dụng pin nhiên liệu hydro cho cần cẩu xe nâng của mình. Mặc dù có quy mô nhỏ hơn so với khu vực Antofagasta và Magallanes, khu vực Biobio được dự đoán sẽ là trung tâm hydro xanh của Chile, tập trung vào nhu cầu nội địa, phục vụ cho các ngành công nghiệp như chế tạo thủy tinh và sản xuất hydrogen peroxide.

### *Tình hình phát triển các dự án Hydrogen tại Chile*

Tính đến tháng 9 năm 2024, có khoảng 75 dự án hydro xanh được đăng ký tại Chile, ở mọi giai đoạn phát triển, mặc dù tình trạng của một số dự án vẫn chưa

được biết rõ và có thể một số dự án đã bị tạm dừng hoặc ngừng hoạt động. Hiện có khoảng 10 dự án thí điểm đang hoạt động, sử dụng khoảng 1.000 MW năng lượng tái tạo để sản xuất hydro xanh. Theo dự báo hiện tại, khoảng 20 dự án đang được triển khai ở quy mô công nghiệp và 20 dự án ở quy mô “giga”.

Đối với các nhà máy quy mô thương mại, mốc thời gian ước tính để chuyển từ giai đoạn khả thi sang giai đoạn vận hành một nhà máy hydro xanh ở Chile được ước tính mất 10 năm.

Quy trình Đánh giá tác động môi trường nghiêm ngặt của Chile là cột mốc pháp lý chính để kiểm tra tính khả thi của các dự án hydro xanh, tiếp theo là quy trình cấp phép. Tính đến đầu tháng 6, Cơ quan Đánh giá Môi trường đã liệt kê bảy dự án hydro xanh đang trong quá trình Đánh giá Tác động Môi trường. Các dự án này có tổng vốn đầu tư khoảng 40 tỷ USD, với sản lượng dự kiến trong tương lai là hơn 1,2 triệu tấn hydro xanh mỗi năm và khoảng 5,7 triệu tấn amoniac xanh.

Các dự án hydro xanh ở giai đoạn nộp Đánh giá tác động môi trường đang đầu tư khoảng 20-30 triệu USD mỗi năm chỉ riêng cho quá trình này, thuê ngoài các nghiên cứu và phân tích đáng kể và (theo lời của họ) thiết kế “rất nhiều kỹ thuật mới”. Đáp lại yêu cầu từ lâu của khu vực tư nhân, vào tháng 5, Bộ trưởng Tài chính Chile đã công bố kế hoạch ban hành chỉ thị của Tổng thống nhằm đẩy nhanh hơn 100 dự án đầu tư, đồng thời trình dự luật lên Quốc hội nhằm tạo điều kiện cho các khoản đầu tư khử cacbon tập trung vào các dự án hydro xanh, bao gồm thống nhất các tiêu chí đánh giá môi trường và tránh những thay đổi về quy định tác động đến các dự án đang được đánh giá. Ngoài ra, một dự luật nhằm giảm thời hạn xử lý giấy phép theo ngành (bước tiếp theo sau Đánh giá tác động môi trường) từ 30-70% đã được cả hai viện của Quốc hội thông qua và hiện đang chờ giai đoạn cuối cùng trong quy trình lập pháp trước khi trở thành luật.

Các cơ quan quản lý và các nhà đầu tư hydro xanh tại Chile đều tập trung vào truyền thông chiến lược và tiếp cận cộng đồng, bao gồm cả việc quy trình Đánh giá Tác động Môi trường cho phép cộng đồng đóng góp ý kiến. Trong trường hợp đánh giá một dự án hydro xanh, quá trình tham vấn cộng đồng đã xác định những tác động tiêu cực tiềm ẩn đối với một lĩnh vực khác của Chile. Điều này đã mở ra một cuộc tranh luận công khai về việc liệu dự án có nên tiếp tục hay không, nhưng quyết định vẫn chưa được đưa ra. Vẫn còn nhiều câu hỏi về phân tích chi phí-lợi ích của ngành hydro xanh, đặc biệt là từ các tổ chức phi chính phủ về môi trường.

Tuy nhiên, không phải tất cả các đề xuất quy mô thương mại đều sẽ được đưa vào vận hành. Tiến độ của Chile đã bị ảnh hưởng bởi sự chậm lại chung của toàn cầu trong phát triển hydro xanh, với một số khoản đầu tư quốc tế bị tạm dừng hoặc tái định hướng. Nhưng nhìn chung, tỷ lệ chuyển đổi 30-50% từ các đề xuất thành hiện thực sẽ tạo ra động lực đáng kể cho Chile trong mục tiêu khử cacbon trong nước và tạo ra thị trường xuất khẩu. Kiên định trong việc thúc đẩy tiềm năng hydro xanh của đất nước, Chile đã tập trung vào việc phát triển các chính sách công và công cụ tài chính, phối hợp chặt chẽ và tham vấn với khu vực tư nhân, giới học thuật và cộng đồng nói chung, đồng thời thúc đẩy quan hệ đối tác công tư cho các sáng kiến phát triển ngành ở cấp quốc gia và khu vực.

Hiện khu vực công và tư của Chile đang triển khai một số quan hệ đối tác giữa hydro xanh và các lĩnh vực khác, bao gồm thí điểm sử dụng hydro xanh trong ngành khai khoáng, đổi mới nhiên liệu cho các ngành công nghiệp nặng, đánh giá bốn hành lang hàng hải xanh tiềm năng từ Chile, cung cấp oxy dư thừa cho nuôi cá hồi, và tính khả thi của việc phát triển phân bón hoặc hợp chất phân bón cho xuất khẩu nông sản (hiện đang được nhập khẩu vào Chile). Một nghiên cứu hợp tác với Liên minh Châu Âu và GIZ đã đề xuất rằng khu vực Magallanes có thể là ứng cử viên cho các ngành công nghiệp liên quan đến hydro xanh như “tiếp nhiên liệu” cho nhiên liệu sạch và trung tâm dữ liệu.

Sự phát triển của ngành hydro xanh sẽ kéo theo sự phát triển của các ngành công nghiệp hỗ trợ, đặc biệt là xây dựng và dịch vụ. Các nhà máy lớn nhất dự kiến sẽ cần hơn 5.000 nhân công xây dựng và 1.500 nhân công vận hành. Việc phân lập các khu vực dự kiến xây dựng nhà máy hydro xanh sẽ đòi hỏi các nhà máy phải tự cung tự cấp điện và nước trong cả quá trình xây dựng và vận hành. Các rào cản về mặt cấu trúc như sử dụng đất, nâng cấp cơ sở hạ tầng lạc hậu, và tình trạng khan hiếm nước sẽ cần được giải quyết. Điều này đặc biệt đúng với khu vực Magallanes, nơi các quan hệ đối tác công tư đang tìm cách giải quyết các nhu cầu về cơ sở hạ tầng bao gồm 120 km đường cao tốc mới, nâng cấp cảng và nâng cấp sân bay.

## **2. Chính sách nổi bật của Chile trong việc triển khai năng lượng hydrogen**

Chile đã xây dựng một hệ sinh thái chính sách toàn diện về chuyển đổi xanh, hỗ trợ sự phát triển của ngành công nghiệp hydro xanh tại Chile. Chính sách Năng lượng Quốc gia của Chile được xây dựng dưới dạng chính sách “Nhà

nước”, nghĩa là không liên quan đến bất kỳ chính quyền cụ thể nào.

| Các tổ chức                        | Luật pháp                                                                                | Chính sách và chiến lược quốc gia                                                                                                       | Ưu đãi tài chính                                                                                                                                         |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bộ Năng lượng<br>Bộ Môi trường     | Luật Khung về Biến đổi Khí hậu<br>Luật Chuyển đổi Năng lượng                             | Chính sách năng lượng quốc gia<br>Chương trình nghị sự năng lượng                                                                       | Chương trình Cơ sở H2V vì sự bền vững                                                                                                                    |
| CORFO - Tập đoàn xúc tiến sản xuất | Luật Khung về Biến đổi Khí hậu<br>Luật Chuyển đổi Năng lượng<br>Luật Hiệu quả Năng lượng | Kế hoạch Hiệu quả Năng lượng<br>Kế hoạch Giảm phát thải Carbon<br>Chiến lược Hydro Xanh 2020<br>Kế hoạch Hành động Hydro Xanh 2023-2030 | Chương trình cơ sở hạ tầng H2V cho phát triển sản xuất bền vững<br>Nhượng bộ đất đai nhà nước<br>Ưu đãi thuế cho R&D<br>Ưu đãi thuế cho vùng sâu vùng xa |

### ***2.1. Chiến lược Hydrogen Quốc gia của Chile***

Bộ Năng lượng Chile đã công bố Chiến lược Hydrogen Quốc gia vào cuối năm 2020 với mục tiêu đưa Chile trở thành quốc gia dẫn đầu trong sản xuất và xuất khẩu hydro xanh. Chiến lược này đề cập đến các chính sách và khuôn khổ pháp lý sẽ được ban hành để khuyến khích sự phát triển của ngành. Chile dự kiến có thể sản xuất tới 1,6 triệu tấn hydro xanh mỗi năm và trở thành nước xuất khẩu hydrogen giá rẻ hàng đầu vào năm 2040, khi thị trường nội địa ước tính trị giá 33 tỷ USD (bao gồm 24 tỷ USD xuất khẩu).

Chiến lược này hình dung ba giai đoạn: Giai đoạn I - kích hoạt ngành công nghiệp trong nước và phát triển thị trường xuất khẩu thông qua các ưu đãi sản xuất, hỗ trợ việc tạo ra kiến thức, cơ sở hạ tầng và chuỗi cung ứng; và Giai đoạn II và III - mở rộng quy mô sản xuất, đạt được sự hội nhập mạnh mẽ trên thị trường quốc tế, chủ yếu dựa trên việc phát triển các công nghệ mới và sử dụng amoniac xanh trong các ngành công nghiệp bao gồm vận tải biển, hàng không và lưu trữ năng lượng.

Để đạt được điều này, Chile, thông qua các bộ: Bộ Năng lượng, Bộ Khai thác mỏ và Bộ Giao thông vận tải, đã vạch ra lộ trình quản lý, trong đó dự kiến ban hành một loạt các quy định, cụ thể là: (i) Quy định chung về Cơ sở Hydrogen;

(ii) Quy định về Trạm dịch vụ đa nhiên liệu; (iii) Quy định về Yêu cầu kỹ thuật, xây dựng và an ninh đối với Xe chạy bằng nhiên liệu GH2 (hydrogen thể khí); và (iv) Quy định về Hệ thống Hydrogen cho Hoạt động khai thác mỏ, cùng một số quy định khác.

## ***2.2. Kế hoạch Hành động Hydrogen***

Kế hoạch Hành động Hydrogen được xây dựng dựa trên Chiến lược Hydrogen Quốc gia, với mục tiêu chính là trở thành nhà xuất khẩu hydrogen. Kế hoạch Hành động Hydrogen của Chile nêu chi tiết hai giai đoạn triển khai. Trong giai đoạn 2023-2026, trọng tâm là thúc đẩy các tín hiệu đầu tư, quy tắc, quy định và củng cố mối quan hệ với các nhà đầu tư tiềm năng. Trong giai đoạn 2026-2030, trọng tâm là hiện thực hóa phát triển năng suất và giảm thiểu carbon. Là cơ quan phát triển kinh tế của Chile, Tập đoàn Xúc tiến Sản xuất (CORFO) đóng vai trò trung tâm trong việc hỗ trợ ngành công nghiệp hydro xanh tại Chile trên nhiều phương diện, bao gồm: điều phối và truyền thông; hỗ trợ cơ sở hạ tầng; đổi mới; nguồn nhân lực; và tài chính.

## ***2.3. Chính sách về tài chính***

Chile có một số ưu đãi tài chính cụ thể để cải thiện sự phát triển và khả năng cạnh tranh của ngành hydro xanh. Những ưu đãi này dựa trên sự gia tăng khả năng tiếp cận nguồn tài chính xanh và các lợi ích thuế hiện có như khấu trừ thuế cho các hoạt động nghiên cứu và phát triển (R&D), miễn thuế VAT và thuế nhập khẩu cho các vùng sâu vùng xa. Ví dụ, vào năm 2021, một quỹ do CORFO xét xử trị giá 50 triệu đô la đã hỗ trợ giai đoạn khởi động của sáu dự án hydro xanh trên khắp cả nước, hiện có công suất điện phân lắp đặt hơn 45 MW trong giai đoạn đầu. Quỹ này được tiếp nối bằng một khoản tài trợ trị giá 1 tỷ đô la với sự hỗ trợ từ các ngân hàng đa phương, tập trung vào việc phát triển năng lực sản xuất hydro xanh quốc gia cùng với việc tạo ra thị trường tiêu thụ trong nước. Vào tháng 5, Bộ trưởng Tài chính đã công bố kế hoạch trình một dự luật lên Quốc hội để cung cấp các ưu đãi thuế cho các dự án hydro xanh, kết hợp tín dụng tài chính với hỗ trợ nhu cầu trong các ngành sản xuất, khai thác mỏ và vận tải.

Chương trình phát triển năng suất bền vững đa bộ của Chile đã dành nhiều nguồn quỹ đáng kể để hỗ trợ phát triển hydro xanh, bao gồm hơn 6 triệu USD cho Trung tâm công nghệ hydro xanh đặt tại khu vực Magallanes; một Trung tâm do Hải quân đứng đầu tập trung vào việc sử dụng hydro xanh trong ngành hàng hải;

Kế hoạch phát triển hậu cần cho Magallanes; và một số chương trình công nghệ chuyên đề thúc đẩy quá trình chuyển đổi của ngành sang hydro xanh và hỗ trợ các sáng kiến khả thi.

Bộ Tài sản Quốc gia Chile giám sát chương trình “Cửa sổ Tương lai”, tạo điều kiện thuận lợi cho việc nhượng quyền đất công cho các nhà máy năng lượng tái tạo hoặc hydro xanh. Quy trình phân bổ đất đầu tiên đã cấp giấy phép sử dụng đất cho các dự án thành công, tập trung vào khu vực Antofagasta; quy trình phân bổ đất thứ hai đang được xây dựng.

#### ***2.4. Các chính sách khác***

Chile đang xây dựng phương pháp tiếp cận chứng nhận hydro xanh và đã tham gia chương trình khu vực tự nguyện CertHiLAC, đồng thời tích cực tham gia các cuộc thảo luận đa phương thông qua Đối tác Quốc tế về Hydro và Pin Nhiên liệu trong Nền Kinh tế, APEC và Cơ quan Năng lượng Quốc tế. Tổ chức Hợp tác Quốc tế Đức (GIZ) gần đây đã hoàn thành một nghiên cứu do Chile ủy nhiệm nhằm xem xét sự phù hợp giữa các yêu cầu hiện tại của thị trường xuất khẩu và hệ sinh thái chính sách hiện tại của Chile. Chile đang nỗ lực xây dựng lộ trình chứng nhận, phù hợp với Kế hoạch Hành động Hydro Xanh của mình, với khung thời gian dự kiến triển khai từ năm 2028.

Chile cũng đã đưa Dự luật Thúc đẩy Công nghiệp Hydro Xanh trị giá 2,8 tỷ USD ra Quốc hội xem xét. Theo dự luật, các công ty sản xuất, lưu trữ và xuất khẩu hydro xanh tại Chile sẽ được miễn giảm và hoàn thuế đầu tư lên đến 2,8 tỷ USD trong vòng 10 năm, tùy theo quy mô, vị trí và mức độ giảm phát thải CO<sub>2</sub> của dự án. Các khoản tín dụng thuế (tax credits) được thiết kế nhằm:

- + Khuyến khích đầu tư vào sản xuất hydro xanh, amoniac xanh và e-fuels,
- + Giảm chi phí vốn (CAPEX) cho các nhà đầu tư quốc tế,
- + Thúc đẩy năng lực cạnh tranh của Chile trong chuỗi cung ứng năng lượng sạch toàn cầu.

Đây được kỳ vọng là một trong những chính sách năng lượng mang tính bước ngoặt, giúp Chile trở thành trung tâm sản xuất hydro xanh hàng đầu Nam Mỹ.

Sau khi được Ủy ban Tài chính phê duyệt, dự luật sẽ chuyển sang Hạ viện để thảo luận chi tiết, trước khi được trình lên Thượng viện (Senate) bỏ phiếu thông qua cuối năm 2025. Nếu được thông qua, các ưu đãi thuế đầu tiên có thể được triển khai ngay từ năm tài chính 2026. Chính phủ Chile kỳ vọng dự luật này sẽ kích hoạt hơn 15 tỷ USD đầu tư tư nhân trong giai đoạn đầu, và tạo hàng nghìn việc làm xanh mới, đặc biệt tại vùng Antofagasta và Magallanes, nơi tập trung nhiều dự án hydro và amoniac xanh.

### ***2.5. Quan hệ đối tác quốc tế***

Quan hệ đối tác quốc tế được coi là chìa khóa cho sự phát triển ngành Hydrogen của Chile, trên mọi phương diện chính sách, đổi mới sáng tạo và đầu tư. Các đối tác mà Chile có thỏa thuận hợp tác chính thức bao gồm Singapore, Vương quốc Anh, Hàn Quốc, Liên minh Châu Âu (bao gồm cả việc hài hòa hóa chứng nhận), Đức, Pháp, Hà Lan và Nhật Bản, cùng với các cảng Rotterdam (Hà Lan), Amberes và Zeerbrugge (Bỉ), Hamburg (Đức) và Trung tâm Vận tải Biển Không Carbon Mærsk Mc-Kinney Møller (Đan Mạch).

## **3. Bài học kinh nghiệm**

Chile hiện được xem là một trong những quốc gia tiên phong về hydro xanh tại Nam Mỹ, nhờ tiềm năng năng lượng tái tạo khổng lồ (đặc biệt là gió ở phía nam và mặt trời ở sa mạc Atacama), chính sách mở cửa đầu tư nước ngoài và mục tiêu xuất khẩu năng lượng sạch sang châu Âu và châu Á trước năm 2030. Các yếu tố thúc đẩy ngành công nghiệp Hydrogen Chile phát triển có thể kể đến:

- Chiến lược Hydro Xanh Quốc gia của Chile, được triển khai vào năm 2020 đã định vị quốc gia này là quốc gia có tiềm năng dẫn đầu thế giới về xuất khẩu hydro. Đến năm 2030, chi phí sản xuất dự kiến sẽ giảm xuống dưới 1.5 USD/kg, đưa Chile trở thành một trong những nhà cung cấp hydro cạnh tranh nhất toàn cầu. Các khu vực Magallanes và Antofagasta đã thu hút các dự án thí điểm quy mô lớn từ các nhà đầu tư châu Âu và châu Á. Hơn 40 sáng kiến về hydrogen tại Chile đang được phát triển, từ các nhà máy điện phân sử dụng năng lượng tái tạo đến sản xuất amoniac và nhiên liệu tổng hợp. Các dự án này phù hợp với mục tiêu đạt được mức trung hòa carbon của Chile vào năm 2050.

- Chile đã tập trung vào việc phát triển các chính sách công và công cụ tài chính, phối hợp chặt chẽ và tham vấn với khu vực tư nhân, giới học thuật và cộng

đồng nói chung, đồng thời thúc đẩy quan hệ đối tác công tư cho các sáng kiến phát triển ngành ở cấp quốc gia và khu vực. Theo đó, Chile đã thiết lập một khuôn khổ pháp lý mạnh mẽ để khuyến khích tích hợp năng lượng tái tạo, đồng thời hỗ trợ ngành công nghiệp Hydrogen. Luật 20.571 hỗ trợ phát điện phân tán và thanh toán ròng, cho phép người tiêu dùng bán điện dư thừa cho lưới điện. Ngoài ra, lộ trình Quy hoạch Năng lượng Dài hạn 2050 cũng đặt ra các mục tiêu rõ ràng cho việc giảm phát thải carbon và phát triển lưu trữ. Các dự án đường dây truyền tải điện lớn, bao gồm hành lang Kimal-Lo Aguirre, đang cải thiện việc vận chuyển năng lượng từ các sa mạc phía bắc đến các khu vực tiêu thụ trung tâm. Việc mở rộng này đảm bảo sự ổn định của lưới điện và tạo điều kiện cho sự tham gia của khu vực tư nhân vào các dự án năng lượng tái tạo quy mô lớn.

- Hệ sinh thái năng lượng tái tạo của Chile cũng đang thúc đẩy quá trình đổi mới công nghệ. Việc giới thiệu các hệ thống giám sát dựa trên AI, giải pháp lưu trữ năng lượng và bản sao kỹ thuật số đang nâng cao hiệu quả hệ thống. Các trường đại học và trung tâm nghiên cứu đang hợp tác với ngành công nghiệp để phát triển vật liệu tiên tiến cho tấm pin quang điện và máy điện phân thể hệ tiếp theo. Những sự hợp tác này củng cố năng lực của đất nước trong việc nội địa hóa công nghệ, đào tạo các chuyên gia lành nghề và tăng cường sản xuất có giá trị gia tăng liên quan đến năng lượng sạch.

Ngành năng lượng tái tạo và hydro của Chile đang bước vào một thập kỷ củng cố. Quy định ổn định, nguồn tài nguyên dồi dào và quan hệ hợp tác quốc tế sẽ tiếp tục thúc đẩy khả năng cạnh tranh. Việc mở rộng cơ sở hạ tầng xuất khẩu hydro - đặc biệt là tại các cảng và kho cảng amoniac - sẽ mở ra những thị trường mới trên khắp châu Á và châu Âu. Bằng cách kết hợp đổi mới, tính bền vững và hợp tác toàn cầu, Chile đang củng cố vị thế là quốc gia đi đầu về năng lượng sạch ở Mỹ Latinh và là nước đóng góp quan trọng vào các mục tiêu khử cacbon của thế giới.

Từ những thành công của ngành Hydrogen Chile, có thể đưa ra những bài học kinh nghiệm với Việt Nam như sau:

Thứ nhất, Chile đã thành công vì có nguồn tài nguyên gió và năng lượng mặt trời lớn, là yếu tố cốt lõi để sản xuất Hydrogen xanh. Việt Nam có thể áp dụng bài học này bằng cách đẩy mạnh khai thác tiềm năng năng lượng tái tạo dồi dào của mình (gió, mặt trời, thủy điện) để phát triển ngành công nghiệp Hydrogen.

Thứ hai: Chile đã xây dựng các lộ trình và chính sách hỗ trợ rõ ràng để thúc đẩy sự phát triển của ngành công nghiệp Hydrogen. Việt Nam cần xây dựng hệ thống chính sách đủ mạnh để khuyến khích và hỗ trợ ngành công nghiệp hydrogen bao gồm các cơ chế khuyến khích, ưu đãi thuế, và quy định rõ ràng để tạo động lực cho các doanh nghiệp tham gia vào chuỗi giá trị Hydrogen.

Thứ ba: Để phát triển ngành Hydrogen, Việt Nam cũng cần thúc đẩy quá trình đổi mới công nghệ trong hoạt động sản xuất, lưu trữ, vận chuyển hydrogen. Tập trung vào hoạt động nghiên cứu và đào tạo nguồn nhân lực nhằm nâng cao khả năng nội địa hóa công nghệ, từng bước góp phần giảm giá thành sản xuất, nâng cao khả năng cạnh tranh với các nguồn năng lượng khác và trên thị trường thế giới.

### **III. CANADA**

#### **1. Thực trạng tình hình triển khai năng lượng hydrogen (hydro xanh) tại Canada trong thời gian qua.**

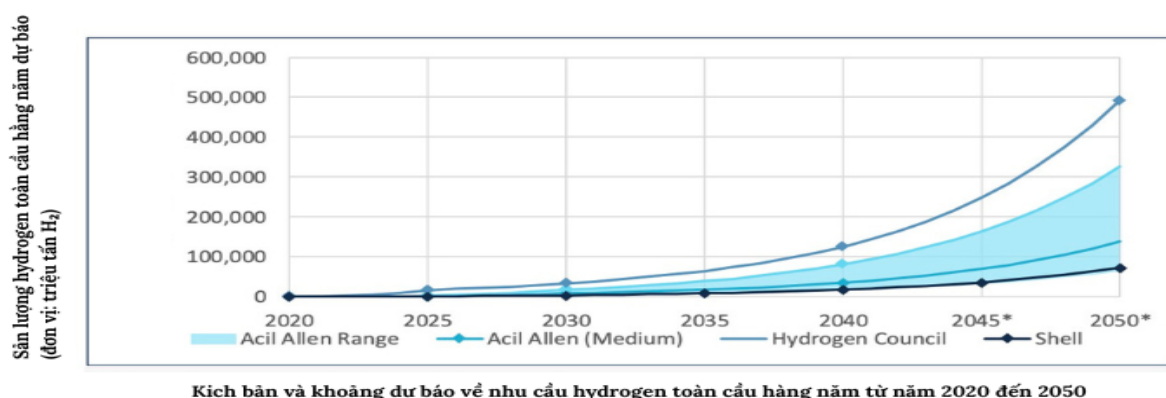
Chiến lược phát triển năng lượng hydrogen xanh của Canada được xây dựng trên một tầm nhìn dài hạn, coi hydrogen không chỉ là giải pháp công nghệ mà là một trụ cột chiến lược trong tiến trình chuyển dịch sang nền kinh tế carbon thấp và mục tiêu phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050. Trọng tâm cốt lõi của chiến lược này nằm ở việc tận dụng lợi thế tự nhiên hiếm có của Canada là nguồn thủy điện quy mô lớn, ổn định và giá thành tương đối thấp, cùng tiềm năng gió và mặt trời trải rộng khắp các vùng để có thể phát triển hydrogen xanh thông qua điện phân nước. Khác với cách tiếp cận chỉ tập trung vào sản xuất, Canada lựa chọn xây dựng toàn bộ chuỗi giá trị hydrogen, từ nghiên cứu, đổi mới công nghệ, sản xuất, lưu trữ, vận chuyển, cho đến ứng dụng cuối cùng trong công nghiệp nặng, giao thông vận tải và xuất khẩu năng lượng sạch.

Chiến lược quốc gia về hydrogen đóng vai trò như khung định hướng, trong đó chính phủ liên bang giữ vai trò kiến tạo thị trường thông qua chính sách thuế, ưu đãi đầu tư, quỹ hỗ trợ đổi mới và cơ chế chia sẻ rủi ro với khu vực tư nhân, còn các tỉnh bang được trao quyền linh hoạt để phát triển mô hình hydrogen phù hợp với lợi thế riêng của mình. Cách tiếp cận phi tập trung nhưng đồng bộ này cho phép các tỉnh như Quebec và British Columbia tập trung vào hydrogen xanh phục vụ nhu cầu nội địa và khử carbon ngành công nghiệp, trong khi các tỉnh ven Đại Tây Dương định vị mình như trung tâm sản xuất và xuất khẩu hydrogen

xanh sang thị trường châu Âu. Tuy nhiên, chiến lược của Canada cũng thể hiện sự thận trọng khi thừa nhận những rào cản hiện hữu, đặc biệt là chi phí sản xuất cao, hạ tầng chưa hoàn thiện và thị trường tiêu thụ còn non trẻ. Do đó, hydrogen xanh được xác định là giải pháp mang tính trung và dài hạn hơn là trong ngắn hạn. Chính sự kết hợp giữa tham vọng dài hạn, vai trò dẫn dắt của nhà nước và sự tham gia ngày càng sâu của khu vực tư nhân đã tạo nên nét đặc trưng cho chiến lược hydrogen xanh của Canada, đó là phương châm không chạy theo tốc độ bằng mọi giá, mà hướng tới xây dựng một nền tảng bền vững để hydrogen xanh có thể thực sự trở thành động lực cho tăng trưởng xanh và năng lực cạnh tranh quốc gia trong tương lai.

Canada là quốc gia có nguồn điện tái tạo dồi dào, trong đó thủy điện chiếm tỉ trọng lớn nhất trong cơ cấu cung cấp điện. Chính phủ nước này đã đặt hydrogen xanh vào trung tâm chiến lược chuyển dịch năng lượng và giảm phát thải. Theo báo cáo chính thức của Natural Resources Canada<sup>10</sup>, đến nay Canada có 13 cơ sở sản xuất khí hydrogen thấp carbon đang hoạt động, với tổng công suất hơn 3.450 tấn/năm sản xuất hydrogen sạch thông qua điện phân và các công nghệ giảm phát thải khác và khoảng 80 dự án hydrogen được công bố dự kiến đem lại hơn 5 triệu tấn sản lượng mỗi năm nếu hoàn tất.

**Biểu đồ: Kịch bản và khoảng dự báo về nhu cầu hydrogen toàn cầu hàng năm từ năm 2020 đến 2050 do các tổ chức và công ty lớn (Acil Allen, Hydrogen Council, Shell) đưa ra.**



*Nguồn: Bộ Tài nguyên Thiên nhiên Canada<sup>11</sup>*

<sup>10</sup> <https://natural-resources.canada.ca/energy-sources/clean-fuels/hydrogen-strategy/hydrogen-strategy-canada-progress-report>

<sup>11</sup> [https://natural-resources.canada.ca/sites/nrcan/files/environment/hydrogen/NRCan\\_Hydrogen-Strategy-Canada-na-en-v3.pdf](https://natural-resources.canada.ca/sites/nrcan/files/environment/hydrogen/NRCan_Hydrogen-Strategy-Canada-na-en-v3.pdf)

Trong số các dự án được triển khai và lên kế hoạch, nhiều dự án quy mô lớn tập trung vào điện phân với nguồn năng lượng tái tạo đi kèm. Ví dụ, dự án Mauricie tại Québec, dự kiến đi vào hoạt động vào năm 2028, sẽ sử dụng 800 MW gió và 200 MW điện mặt trời để cung cấp điện cho hệ thống điện phân, tạo ra 70.000 tấn hydrogen xanh mỗi năm. Dự án này là một dấu hiệu rõ rệt của việc mở rộng quy mô sau giai đoạn thí điểm<sup>12</sup>. Bên cạnh đó, các khu vực khác như British Columbia và Nova Scotia cũng đang phát triển nhiều dự án điện phân tầm vài chục đến hàng trăm MW, cho thấy sự đa dạng hóa nguồn lực và lợi thế từng tỉnh trong ngành.

Tuy nhiên, mặc dù tiềm năng xanh của Canada là rất lớn, hiện hydrogen sản xuất tại Canada vẫn chủ yếu từ nguồn khí tự nhiên (gray hydrogen) hoặc được giảm phát thải thông qua công nghệ carbon capture and storage (CCS). Canada hiện là một trong những quốc gia sản xuất hydrogen truyền thống lớn nhất thế giới với khoảng 4 triệu tấn hydrogen<sup>13</sup> mỗi năm, trong đó phần đáng kể vẫn đến từ nhiên liệu hóa thạch, chỉ một phần rất nhỏ trong tổng sản lượng này là green hydrogen thực sự.

Một trong những thách thức hàng đầu là chi phí sản xuất hydrogen xanh vẫn còn cao so với hydrogen từ nguồn khí đốt, đòi hỏi công nghệ điện phân và nguồn điện tái tạo phải đủ rẻ để cạnh tranh. Đồng thời, hệ thống hạ tầng phân phối và thị trường tiêu thụ nội địa cho hydrogen xanh vẫn rất hạn chế, khiến nhiều dự án đặt trọng tâm vào xuất khẩu hoặc sử dụng trong các ngành công nghiệp trọng điểm như luyện thép, hóa chất và vận tải nặng.

Do đó, hiện trạng triển khai hydrogen xanh tại Canada đang ở giai đoạn chuyển tiếp từ thử nghiệm và quy hoạch sang giai đoạn mở rộng thương mại hóa, với các tập đoàn năng lượng và chính quyền các cấp đẩy mạnh đầu tư, hợp tác và phát triển khuôn khổ pháp lý để khắc phục rào cản chi phí, thu hút đầu tư tư nhân, và xây dựng chuỗi cung ứng bền vững cho tương lai năng lượng carbon thấp.

## **2. Một số chính sách nổi bật của cơ quan quản lý nhà nước tại Canada trong việc triển khai năng lượng hydrogen.**

Canada đã triển khai một bộ chính sách nhà nước mang tính hệ thống nhằm hỗ trợ phát triển năng lượng hydrogen xanh như một trụ cột trong tiến trình

<sup>12</sup> <https://renewablesassociation.ca/statement-canrea-welcomes-tes-canadas-green-hydrogen-project-in-quebec>

<sup>13</sup> <https://www.cer-rec.gc.ca/en/data-analysis/energy-markets/market-snapshots/2025/market-snapshot-hydrogen-update-a-small-molecules-role-in-canadas-energy-system>

chuyển dịch năng lượng sạch và đạt mục tiêu giảm phát thải ròng. Các chính sách này không chỉ tập trung vào hỗ trợ tài chính trực tiếp cho sản xuất hydrogen xanh mà còn thiết lập khung khuyến khích đầu tư, cải thiện tiêu chuẩn kỹ thuật và mở rộng thị trường trong nước lẫn quốc tế.

Trong đó, chính sách nổi bật là *Clean Hydrogen Investment Tax Credit*<sup>14</sup> (CHITC) (Tạm dịch: Tín dụng thuế đầu tư có hoàn thuế dành cho những dự án sản xuất hydrogen sạch), dựa trên cường độ carbon trong suốt vòng đời của sản phẩm. Mức hỗ trợ thuế dao động từ 15% đến 40% chi phí dự án hợp lệ. Trong đó những dự án có mức phát thải thấp nhất nhận được ưu đãi cao nhất. CHITC được kỳ vọng cung cấp khoảng 17,7 tỉ CAD tín dụng thuế cho ngành đến năm 2035, tạo động lực lớn cho các nhà đầu tư và doanh nghiệp trong lĩnh vực điện phân và sản xuất hydrogen xanh.

Bên cạnh đó, Canada triển khai hàng loạt cơ chế tài chính công tư khác nhau. *Clean Fuels Fund* (Quỹ Nhiên liệu Sạch) cam kết đầu tư 1,5 tỉ CAD nhằm tăng sản lượng nhiên liệu sạch trong nước, trong đó hydrogen là một trong những trọng tâm chính; quỹ này hỗ trợ các dự án sản xuất, lưu trữ và ứng dụng hydrogen để giảm phát thải trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Chương trình *Strategic Innovation Fund - Net Zero Accelerator*<sup>15</sup> tài trợ vốn trực tiếp cho các dự án hydrogen quy mô lớn, giúp tạo dựng giá trị gia tăng trong chuỗi cung ứng hydro xanh và phát triển hệ thống nhiên liệu thay thế.

Canada cũng sử dụng công cụ điều tiết môi trường để thúc đẩy áp dụng hydrogen thông qua *Clean Fuel Regulations* (Tạm dịch: Bộ tiêu chuẩn nhiên liệu sạch) yêu cầu nhà sản xuất và nhập khẩu nhiên liệu giảm cường độ carbon trong nhiên liệu tiêu thụ. Cơ chế này vừa hỗ trợ giảm phát thải vừa thúc đẩy tạo thị trường cho hydrogen sạch tại nội địa.

Về mặt hợp tác quốc tế và mở rộng thị trường, chính phủ Canada đã ký kết nhiều thỏa thuận song phương, tiêu biểu như *Canada-Germany Hydrogen Alliance*. Trong đó Canada cam kết khoảng 300 triệu CAD để phát triển cơ chế thương mại hydrogen sạch với Đức. Đây là một bước đi chiến lược nhằm đảm bảo thị trường xuất khẩu cho hydrogen xanh sản xuất tại Canada khi thị trường châu Âu đầy mạnh chuyển dịch năng lượng.

14 <https://natural-resources.canada.ca/energy-sources/clean-fuels/hydrogen-strategy/hydrogen-strategy-canada-progress-report>

15 <https://www.canada.ca/en/innovation-science-economic-development/news/2025/03/investing-in-canadas-hydrogen-potential.html>

Ngoài ra, phía chính phủ liên bang Canada còn thành lập các cơ quan và ủy ban chỉ đạo chiến lược như *Hydrogen Strategy Steering Committee* để hướng dẫn triển khai Chiến lược Hydrogen quốc gia, phối hợp giữa chính quyền liên bang, các tỉnh bang, cộng đồng bản địa và khu vực tư nhân, nhằm đảm bảo sự phát triển đồng bộ giữa cung và cầu, và theo dõi tiến độ thực thi các mục tiêu dài hạn của chiến lược này.

### **3. Tác động của các chính sách đến tình hình triển khai năng lượng hydrogen tại Canada**

#### *- Tác động tích cực*

Các chính sách của cơ quan quản lý nhà nước Canada đã tạo ra những tác động tích cực rõ rệt đối với tình hình triển khai năng lượng hydrogen xanh, đóng vai trò quan trọng trong việc thu hút đầu tư, mở rộng quy mô sản xuất và hình thành thị trường cho giải pháp năng lượng sạch này. Trước hết, Clean Hydrogen Investment Tax Credit (CHITC) là một công cụ tài khóa mạnh mẽ, cung cấp tín dụng thuế hoàn lại từ 15 % đến 40 % chi phí dự án cho các dự án sản xuất hydrogen có cường độ carbon thấp, với mức ưu đãi lớn nhất dành cho những dự án sản xuất hydrogen xanh sạch nhất. Biện pháp này được dự báo sẽ hỗ trợ tới khoảng 17,7 tỉ CAD cho ngành đến năm 2035, giảm đáng kể chi phí vốn ban đầu và cải thiện tính khả thi kinh tế của các cơ sở điện phân quy mô lớn.

Bên cạnh ưu đãi thuế, chính phủ liên bang thông qua *Clean Fuels Fund* (Quỹ Nhiên liệu sạch) và Chương trình *Strategic Innovation Fund - Net Zero Accelerator* đã cung cấp vốn trực tiếp cho các dự án, hỗ trợ giai đoạn phát triển ban đầu và thúc đẩy triển khai các trung tâm hydrogen quy mô lớn. Những chương trình này không chỉ giảm gánh nặng tài chính cho nhà đầu tư mà còn thúc đẩy xây dựng cơ sở hạ tầng cần thiết và gia tăng năng lực sản xuất trong nước. Ngoài ra, Clean Fuel Regulations (Bộ tiêu chuẩn Nhiên liệu Sạch) và cơ chế Carbon Pollution Pricing đã tạo ra môi trường thị trường tích cực cho hydrogen xanh bằng cách khuyến khích các bên liên quan giảm cường độ carbon của nhiên liệu sử dụng, từ đó tạo cầu cho hydrogen xanh trong các ngành công nghiệp và giao thông vận tải.

Những chính sách này đã có tác động tích cực đa chiều, giúp giảm chi phí đầu tư cho doanh nghiệp, tạo ưu thế cạnh tranh cho nguồn hydrogen xanh so với các nguồn năng lượng carbon cao hơn, thu hút dòng vốn tư nhân vào lĩnh vực mới mẻ và rủi ro, đồng thời thúc đẩy hình thành thị trường hydrogen xanh nội địa cũng

như mở rộng cơ hội xuất khẩu sang các thị trường quốc tế. Nhờ các công cụ chính sách này, Canada không chỉ nâng cao triển vọng thực thi Chiến lược Hydrogen mà còn góp phần đạt được mục tiêu giảm phát thải khí nhà kính trong dài hạn, thúc đẩy chuyển dịch sang nền kinh tế carbon thấp một cách bền vững.

Ở chiều sâu hơn, tác động tích cực của chính sách Canada đối với phát triển hydrogen xanh không chỉ thể hiện ở việc gia tăng số lượng dự án hay quy mô vốn đầu tư, mà còn ở sự chuyển biến về cấu trúc và động lực của toàn bộ hệ sinh thái năng lượng hydrogen. Thông qua việc kết hợp đồng bộ các công cụ chính sách, từ ưu đãi thuế, hỗ trợ tài chính trực tiếp, cơ chế định giá carbon đến tiêu chuẩn nhiên liệu sạch, Chính phủ Canada đã góp phần làm giảm đáng kể mức độ bất định vốn là rào cản lớn nhất đối với các công nghệ mới nổi như hydrogen xanh. Quan trọng hơn, chính sách của Canada không chỉ tập trung vào cung mà còn từng bước kích hoạt cầu thị trường, giúp hydrogen xanh thoát khỏi vai trò thử nghiệm công nghệ để tiến gần hơn tới thương mại hóa, đặc biệt trong các ngành khó giảm phát thải như công nghiệp nặng, hóa chất và vận tải đường dài.

#### *- Tác động tiêu cực*

Bên cạnh những tác động tích cực rõ rệt, các chính sách phát triển năng lượng hydrogen tại Canada cũng bộc lộ một số tác động tiêu cực và hạn chế, ảnh hưởng đến tốc độ và hiệu quả triển khai hydrogen xanh trên thực tế. Trước hết, việc thiết kế chính sách theo hướng trung lập công nghệ, trong đó hydrogen xanh được đặt ngang hàng với hydrogen phát thải thấp sản xuất từ khí tự nhiên kèm công nghệ thu giữ và lưu trữ carbon được cho là đã vô tình làm pha loãng động lực ưu tiên cho hydrogen xanh thuần túy. Chính việc này đã khiến một phần đáng kể nguồn lực tài chính công và ưu đãi thuế chảy vào các dự án hydrogen “xanh lam”, vốn có lợi thế chi phí và hạ tầng sẵn có, từ đó làm chậm quá trình hình thành lợi thế cạnh tranh cho hydrogen xanh dựa trên điện tái tạo.

Bên cạnh đó, các chính sách hỗ trợ mạnh về tài chính như tín dụng thuế đầu tư và trợ cấp vốn tuy giúp giảm rủi ro cho nhà đầu tư nhưng cũng tạo ra sự phụ thuộc đáng kể vào hỗ trợ của Nhà nước, khiến nhiều dự án chỉ khả thi trong điều kiện có trợ cấp kéo dài; làm gia tăng gánh nặng ngân sách và đặt câu hỏi về tính bền vững tài khóa trong dài hạn. Một hạn chế khác nằm ở sự thiếu đồng bộ giữa chính sách liên bang và chính sách cấp tỉnh, dẫn đến khác biệt về tiêu chuẩn, thủ tục cấp phép và ưu tiên phát triển, làm gia tăng chi phí tuân thủ và kéo dài

thời gian triển khai dự án. Ngoài ra, việc chính sách tập trung mạnh vào khâu sản xuất trong khi cầu thị trường nội địa cho hydrogen xanh còn yếu đã khiến nhiều dự án phụ thuộc vào triển vọng xuất khẩu, làm tăng rủi ro trước biến động chính sách và nhu cầu của thị trường quốc tế. Những tác động tiêu cực này cho thấy rằng dù khung chính sách của Canada mang tính hỗ trợ và tham vọng, song việc chưa phân biệt đủ rõ giữa các loại hydrogen, cùng sự phụ thuộc vào trợ cấp và thiếu gắn kết chặt chẽ giữa cung và cầu, có thể làm chậm quá trình thương mại hóa hydrogen xanh và hạn chế vai trò thực chất của nó trong hệ thống năng lượng quốc gia trong ngắn và trung hạn.

#### **4. Kinh nghiệm cho Việt Nam và những bài học từ việc triển khai hydrogen xanh tại Canada có thể áp dụng được vào thực tiễn của Việt Nam.**

Tình hình triển khai phát triển hydrogen xanh tại Canada cho thấy một mô hình chuyển dịch năng lượng được dẫn dắt mạnh mẽ bởi chính sách, dựa trên lợi thế tài nguyên và tầm nhìn dài hạn, qua đó cung cấp nhiều kinh nghiệm có giá trị cho Việt Nam trong bối cảnh đang tìm kiếm các giải pháp năng lượng sạch mới. Canada đã sớm xác định hydrogen xanh là một cấu phần chiến lược của lộ trình phát thải ròng bằng “0”, đồng thời triển khai đồng bộ các công cụ chính sách như chiến lược quốc gia, ưu đãi thuế đầu tư, quỹ hỗ trợ đổi mới và cơ chế định giá carbon để giảm rủi ro cho doanh nghiệp và khuyến khích hình thành chuỗi giá trị hydrogen. Tuy nhiên, thực tiễn Canada cũng cho thấy hydrogen xanh không thể phát triển nhanh nếu thiếu nền tảng hạ tầng điện tái tạo đủ lớn, thị trường tiêu thụ rõ ràng và sự phối hợp hiệu quả giữa Trung Ương và địa phương. Phần lớn dự án vẫn đang ở giai đoạn quy hoạch hoặc thí điểm, chi phí sản xuất còn cao và phụ thuộc đáng kể vào hỗ trợ của Nhà nước.

Từ kinh nghiệm này, bài học quan trọng cho Việt Nam là cần tiếp cận hydrogen xanh theo hướng thận trọng nhưng có chiến lược, coi đây là giải pháp trung và dài hạn thay vì kỳ vọng đóng góp lớn ngay trong ngắn hạn. Việt Nam có thể học hỏi Canada ở cách xây dựng khung chính sách nhất quán, tạo tín hiệu dài hạn cho thị trường và gắn phát triển hydrogen xanh với lợi thế sẵn có về năng lượng tái tạo, đặc biệt là điện gió và điện mặt trời. Đồng thời, kinh nghiệm Canada cũng cảnh báo Việt Nam tránh dàn trải nguồn lực và cần ưu tiên các ứng dụng có tính khả thi cao, như sử dụng hydrogen xanh trong công nghiệp khó giảm phát thải hoặc làm nhiên liệu xuất khẩu gắn với các trung tâm năng lượng tái tạo ven biển. Những bài học này có thể áp dụng cho Việt Nam bởi hai quốc gia có điểm

tương đồng ở chỗ đều đang trong quá trình tái cấu trúc hệ thống năng lượng, cần thu hút mạnh mẽ vốn tư nhân và công nghệ quốc tế, nhưng nguồn lực tài chính công còn hạn chế. Do đó, việc thiết kế chính sách hợp lý, tập trung vào tạo thị trường và giảm rủi ro đầu tư thay vì chạy theo quy mô hình thức sẽ quyết định liệu hydrogen xanh có thể trở thành một trụ cột thực chất trong chiến lược tăng trưởng xanh của Việt Nam trong tương lai hay không.

Xét một cách tổng quát hơn, kinh nghiệm phát triển hydrogen xanh tại Canada cho thấy bản chất của quá trình này không chỉ là vấn đề công nghệ hay nguồn lực, mà trước hết là bài toán chuyển dịch năng lượng trong dài hạn. Canada đã lựa chọn cách tiếp cận từng bước, ưu tiên xây dựng khung chính sách, thể chế và niềm tin thị trường trước khi mở rộng quy mô sản xuất, qua đó giảm thiểu rủi ro của việc đầu tư ồ ạt vào một công nghệ còn chưa chín muồi. Cách tiếp cận này gợi mở cho Việt Nam tầm quan trọng của việc đồng bộ hóa giữa chiến lược quốc gia, quy hoạch năng lượng và chính sách ngành, tránh tình trạng phát triển hydrogen xanh tách rời khỏi cấu trúc hệ thống điện và nhu cầu thực tế của nền kinh tế. Đồng thời, thực tiễn Canada cũng cho thấy hydrogen xanh chỉ có thể phát huy vai trò khi được đặt đúng vị trí, như một công cụ hỗ trợ cho quá trình khử carbon ở những lĩnh vực khó thay thế bằng điện trực tiếp thay vì được kỳ vọng trở thành giải pháp bao quát. Bài học chung rút ra là Việt Nam cần tiếp cận hydrogen xanh với tư duy linh hoạt, vừa học hỏi kinh nghiệm quốc tế, vừa điều chỉnh phù hợp với điều kiện trong nước, để hydrogen xanh trở thành một phần hợp lý và bền vững trong lộ trình chuyển dịch năng lượng quốc gia.

Nhìn chung, quá trình ứng dụng và phát triển năng lượng hydrogen xanh tại Canada trong thời gian qua đã cho thấy một lộ trình chuyển dịch năng lượng mang tính chiến lược, thận trọng và dựa trên nền tảng khoa học, chính sách vững chắc. Canada đã sớm xây dựng khung chiến lược quốc gia, huy động đồng bộ các công cụ chính sách và tận dụng lợi thế vượt trội về tài nguyên năng lượng tái tạo để từng bước hình thành hệ sinh thái hydrogen xanh. Tuy nhiên, thực tiễn triển khai cũng cho thấy hydrogen xanh hiện vẫn đang ở giai đoạn chuyển tiếp, với khoảng cách đáng kể giữa tiềm năng lý thuyết và mức độ thương mại hóa thực tế, do các rào cản về chi phí, hạ tầng và thị trường tiêu thụ. Dù vậy, những nỗ lực chính sách nhất quán, các dự án thí điểm quy mô ngày càng lớn và sự tham gia sâu rộng của khu vực tư nhân đã tạo nền tảng quan trọng để hydrogen xanh trở thành một cấu phần thực chất trong hệ thống năng lượng carbon thấp của Canada trong trung và dài hạn. Kinh nghiệm từ Canada cho thấy rằng sự thành công của

hydrogen xanh không chỉ phụ thuộc vào tiến bộ công nghệ, mà còn gắn chặt với năng lực điều phối chính sách, tạo dựng thị trường và định vị đúng vai trò của hydrogen trong chiến lược khử carbon tổng thể. Những kết quả và thách thức này không chỉ có ý nghĩa đối với Canada, mà còn cung cấp cơ sở tham khảo có giá trị cho các quốc gia đang tìm kiếm con đường phát triển hydrogen xanh phù hợp với điều kiện kinh tế, kỹ thuật và mục tiêu phát triển bền vững của mình.

#### IV. 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 [16].

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 CO<sub>2</sub>. 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 CO<sub>2</sub> 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.

### **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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 mê-tan 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

## 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 các-bon, đặc biệt là để hỗ trợ sản xuất thép tái chế và các-bon 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.

## 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 [17] 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

---

17 [\*electroliser target of EU in 2030 \(phind.com\)\*](#)

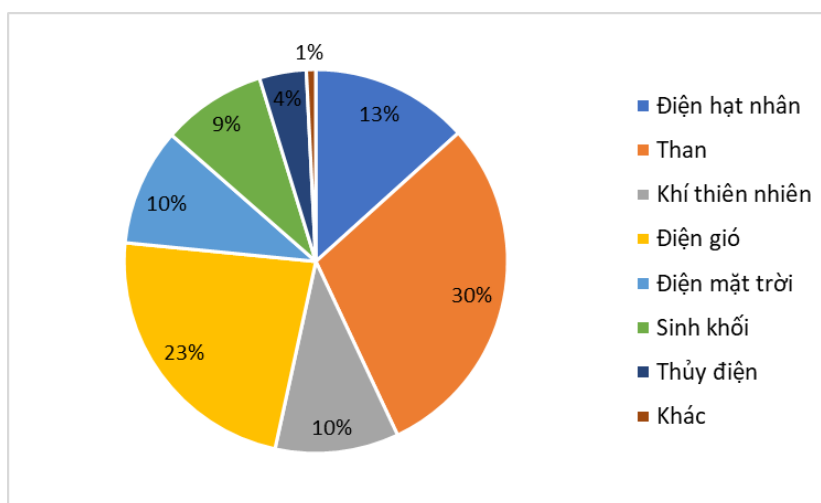
án Hydrogen xanh. Tuy nhiên, chỉ mới 10% đầu tư được thông qua FID<sup>18</sup>. Có lẽ một câu hỏi được đặt ra rằng phần lớn khoản đầu tư còn lại sẽ đến từ đâu và khi nào sẽ thực hiện.

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

## V. CHLB ĐỨC

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<sup>19</sup>. 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%<sup>20</sup>. Hình sau trình bày cơ cấu nguồn sản xuất điện tại Đức năm 2021.

**Biểu đồ. Cơ cấu nguồn sản xuất điện tại Đức năm 2021**



*Nguồn: ISE, 2022*

18 *Hydrogen Council, “Hydrogen insight 2023”*

19 *The Federal Government, “The national Hydrogen strategy”, 2020*

20 <https://www.csis.org/analysis/germanys-hydrogen-industrial-strategy>

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. Một số mục tiêu của chiến lược Hydrogen quốc gia Đức bao gồm:

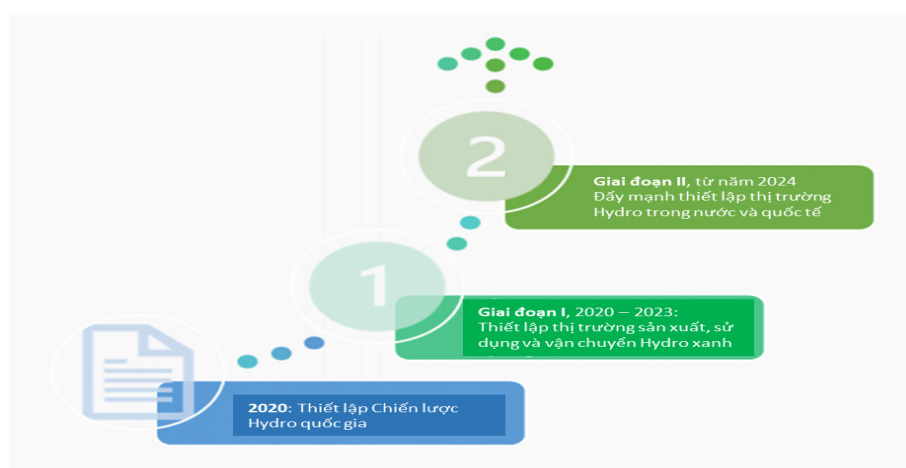
- Sản xuất Hydrogen theo hướng thân thiện với khí hậu, cụ thể là phương pháp điện phân nước sử dụng điện năng lượng tái tạo. Hydrogen xanh này sẽ góp phần giảm phát thải carbon trong các lĩnh vực công nghiệp và tiến tới trung hòa carbon;
- Quá trình sản xuất Hydrogen tiêu hao tương đối nhiều năng lượng,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

### **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.

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 <sup>21</sup>. 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. 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 <sup>22</sup>. Ước tính rằng một diện tích 2.250 km<sup>2</sup> 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 <sup>23</sup>.



Hình. Lộ trình phát triển hydrogen tại Đức

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

<sup>21</sup> <https://www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/EN/Newsletter/2020/06/Meldung/topthema.html>

<sup>22</sup> <https://monacolife.net/explained-h2med-project-and-marseille-barcelona-hydrogen-pipeline/>

<sup>23</sup> <https://www.rechargenews.com/energy-transition/germany-to-triple-renewables-build-out-by-2030-with-new-auction-permitting-and-legal-rules/2-1-1198442>

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 CO<sub>2</sub> 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<sup>24</sup>. 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<sup>25, 26</sup>.

## 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;

---

24 <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>.

25 [\*Green refinery hydrogen for Europe – Analysis - IEA.\*](#)

26 [\*Lingen Refinery Green Hydrogen Project - NS Energy \(nsenergybusiness.com\).\*](#)

- 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 đấu nối 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 [27]. Đến nay, nước Đức chiếm 20% thị phần máy điện phân toàn cầu, dẫn đầu là công ty con của Thyssenkrupp, Uhde [28].

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

27 <https://www.rechargenews.com/energy-transition/germany-to-triple-renewables-build-out-by-2030-with-new-auction-permitting-and-legal-rules/2-1-1198442>

28 [decarbonization of the electrical system in Germany \(phind.com\)](#)

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.

- Để 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.

### **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.

## **VI. HÀ LAN**

### **1. Thực trạng tình hình triển khai năng lượng hydrogen (hydro xanh) tại Hà Lan trong thời gian qua**

Hiện nay, Hà Lan là một trong những quốc gia dẫn đầu châu Âu trong phát triển năng lượng hydrogen, đặc biệt là hydrogen xanh, và đất nước này cũng coi

đây là một trụ cột quan trọng trong chiến lược chuyển dịch năng lượng quốc gia. Vai trò của hydrogen xanh trở nên nổi bật trong bối cảnh Hà Lan đặt mục tiêu giảm mạnh phát thải khí nhà kính, tăng cường khả năng tự chủ năng lượng, đồng thời tối ưu hóa việc khai thác nguồn điện tái tạo, nhất là điện gió ngoài khơi (off-shore). Với việc sản xuất hydrogen thông qua điện phân nước sử dụng hoàn toàn điện tái tạo, quốc gia này kỳ vọng tạo ra một nguồn nhiên liệu sạch có thể thay thế hydrogen xám hiện vẫn chiếm tỷ trọng lớn trong ngành công nghiệp lọc dầu và hóa chất.

Chiến lược hydrogen của Hà Lan được thiết kế theo hướng phát triển toàn bộ chuỗi giá trị, chứ không chỉ tập trung vào sản xuất. Theo European Hydrogen Observatory, quốc gia này đang đồng thời triển khai các dự án nâng công suất điện phân, xây dựng cơ sở lưu trữ, phát triển mạng lưới vận chuyển và mở rộng ứng dụng trong công nghiệp, giao thông và hàng hải. Việc đầu tư đồng bộ như vậy giúp giảm thiểu các điểm nghẽn thường gặp trong quá trình thương mại hóa hydrogen, nơi nguồn cung, hạ tầng vận chuyển và nhu cầu tiêu thụ thường không phát triển cân bằng.

Một trong những điểm nhấn của Hà Lan là mô hình “hydrogen valley”<sup>29</sup> - khu vực kết hợp đầy đủ các mắt xích của chuỗi giá trị, từ sản xuất, nghiên cứu, logistics đến tiêu thụ. Cụm hydrogen valley tại miền Bắc Hà Lan, với tổng vốn đầu tư ước tính 9 tỷ euro, được xem là mô hình quy mô và hệ thống nhất tại châu Âu. Hơn 50 dự án trong cụm này hoạt động như một nền tảng thử nghiệm công nghệ và mô hình kinh doanh mới, tạo điều kiện để doanh nghiệp, viện nghiên cứu và cơ quan quản lý phối hợp trong việc triển khai giải pháp điện phân, tối ưu hóa lưu trữ, phát triển đường ống và thử nghiệm các ứng dụng hydrogen trong công nghiệp nặng cũng như giao thông sạch. Theo New Energy Coalition, chính các “hydrogen valley” này là bước đệm quan trọng để tạo ra kinh nghiệm thực tiễn và chuẩn hóa mô hình trước khi mở rộng trên quy mô quốc gia.

Về năng lực sản xuất, Hà Lan đặt mục tiêu đạt 3-4 GW công suất điện phân vào năm 2030. Con số này phản ánh quyết tâm của Hà Lan trong việc sản xuất hydrogen xanh quy mô lớn để phục vụ nhu cầu trong nước và định vị mình như một trung tâm cung ứng hydrogen cho châu Âu. Việc mở rộng các trang trại điện

---

29 *Hydrogen Valley là mô hình phát triển kinh tế dựa trên hydro trong một vùng, thường bao gồm nhiều mắt xích: Sản xuất hydro xanh từ năng lượng tái tạo thông qua điện phân nước. Lưu trữ hydro bằng pin nhiên liệu, bồn nén hoặc chuyển đổi thành dẫn xuất như amoniac xanh, methanol xanh ...*

gió ngoài khơi cũng đóng vai trò then chốt, vì chúng tạo ra lượng điện sạch dồi dào làm đầu vào cho quá trình điện phân. Trong chiến lược dài hạn, Hà Lan muốn vừa sản xuất hydrogen xanh nội địa, vừa nhập khẩu hydrogen hoặc dẫn xuất hydrogen (ammonia, methanol) thông qua hệ thống cảng biển Rotterdam - vốn là cửa ngõ năng lượng của châu Âu.

Cùng với đó, Hà Lan đầu tư mạnh vào tái cấu trúc hạ tầng năng lượng hiện hữu. Gasunie - nhà vận hành hệ thống khí đốt - đang chuyển đổi một phần mạng lưới đường ống khí tự nhiên sang mạng lưới hydrogen quốc gia (Hydrogen Backbone). Cách tiếp cận này giúp tiết kiệm chi phí so với việc xây dựng đường ống hoàn toàn mới, đồng thời rút ngắn thời gian triển khai. Các cơ sở lưu trữ ngầm, kho cảng và hệ thống bồn chứa tại Rotterdam cũng đang được nâng cấp để xử lý hydrogen và các dẫn xuất của hydrogen với khối lượng lớn, nhằm chuẩn bị cho giai đoạn thương mại hóa rộng rãi.

Trong số các dự án tiên phong, PosHYdon<sup>30</sup> là ví dụ nổi bật về khả năng đổi mới công nghệ của Hà Lan. Dự án này tích hợp điện phân 1 MW ngay trên giàn khai thác dầu khí ngoài khơi, sử dụng điện gió để sản xuất hydrogen xanh tại chỗ. Hydrogen sau đó được đưa vào đường ống sẵn có cùng với khí tự nhiên và vận chuyển vào đất liền. PosHYdon được xem là bước thử nghiệm quan trọng để đánh giá khả năng điện phân ngoài khơi quy mô lớn - một giải pháp có thể giảm áp lực lên hệ thống truyền tải điện và tận dụng tối đa hạ tầng dầu khí đang dần đi vào giai đoạn ngừng khai thác.

Tuy nhiên, quá trình thương mại hóa hydrogen xanh của Hà Lan vẫn đang trong giai đoạn đầu và gặp nhiều thách thức. Chi phí sản xuất hydrogen xanh hiện vẫn cao hơn đáng kể so với hydrogen xám, thị trường tiêu thụ chưa đủ lớn để đảm bảo dòng tiền ổn định cho các nhà máy điện phân, và một số hạ tầng đường ống cần được kiểm định kỹ lưỡng để tránh nguy cơ giòn kim loại. TNO và nhiều tổ chức nghiên cứu nhấn mạnh rằng việc mở rộng hydrogen xanh phải song hành với tăng trưởng điện tái tạo, nếu không hydrogen sẽ thiếu nguồn cung điện sạch thực sự.

Dù còn nhiều trở ngại, Hà Lan đang triển khai một chiến lược kép rõ ràng: đó là vừa mở rộng năng lực sản xuất hydrogen xanh trong nước, vừa xây dựng mạng lưới logistics và hạ tầng cảng để trở thành trung tâm hydrogen của châu Âu. Cách tiếp cận hệ thống này giúp Hà Lan không chỉ hướng đến mục tiêu giảm phát

---

30 Tham khảo tại <https://poshydon.com/en/home-en/>

thải mà còn tạo lập vị thế chiến lược trong chuỗi cung ứng năng lượng mới của khu vực. Với động lực từ các dự án lớn, hạ tầng cảng biển mạnh và chính sách hỗ trợ nhất quán, Hà Lan đang định hình mình như một “điểm tựa” trong cấu trúc năng lượng xanh châu Âu trong những thập kỷ tới.

## **2. Một số chính sách nổi bật của cơ quan quản lý nhà nước tại Hà Lan trong việc triển khai năng lượng hydrogen.**

Hà Lan đã triển khai một loạt chính sách và cơ chế hỗ trợ chiến lược nhằm thúc đẩy phát triển hydrogen xanh và xây dựng hạ tầng liên quan, thể hiện cam kết mạnh mẽ của nhà nước trong việc chuyển dịch năng lượng bền vững. Các chính sách này không chỉ tập trung vào hỗ trợ tài chính, mà còn bao gồm phát triển hạ tầng, quy định bắt buộc, cơ chế thử nghiệm và hợp tác công - tư, nhằm tạo ra một hệ sinh thái hydrogen đồng bộ và khả thi về kinh tế.

- Một trong những động thái nổi bật nhất là Gói hỗ trợ tài chính lớn. Chính phủ Hà Lan cam kết dành khoảng 2,1 tỷ euro để thúc đẩy sản xuất hydrogen xanh và khuyến khích việc sử dụng hydrogen trong các ngành công nghiệp. Đồng thời, một quy định pháp lý quan trọng đã được ban hành, bắt buộc sử dụng ít nhất 4% hydrogen xanh trong các ứng dụng công nghiệp, tạo ra thị trường tiêu thụ nội địa ổn định và thúc đẩy doanh nghiệp đầu tư vào công nghệ điện phân và các giải pháp hydrogen xanh (H2 View).
- Bên cạnh đó, nhà nước còn triển khai các cơ chế hỗ trợ sản xuất và dự án thử nghiệm, như Chương trình SDE++ (subsidy scheme) là một ví dụ điển hình, mang đến trợ cấp cho các nhà đầu tư để xây dựng và vận hành nhà máy điện phân, giúp giảm chi phí đầu tư ban đầu và tăng tính khả thi của các dự án hydrogen xanh (European Hydrogen Observatory). Các dự án này đóng vai trò quan trọng trong việc thử nghiệm công nghệ mới, phát hiện vấn đề kỹ thuật, và tạo niềm tin cho các nhà đầu tư và nhà quản lý chính sách.
- Về hạ tầng vận chuyển và lưu trữ, chính phủ Hà Lan giao trách nhiệm phát triển mạng lưới đường ống hydrogen cho các doanh nghiệp chuyên ngành. Điển hình là tổ chức Gasunie, được giao xây dựng mạng lưới hydrogen quốc gia, bao gồm việc tận dụng một phần mạng lưới khí gas hiện có để chuyển đổi sang vận chuyển hydrogen. Một đoạn đường ống đầu tiên dài hơn 30 km, nối khu công nghiệp Tweede Maasvlakte - Pernis tại Rotterdam, dự kiến đi vào vận hành vào năm 2025. Toàn bộ hệ thống được dự kiến có chiều dài khoảng 1.200 km, đủ khả năng kết nối các trung tâm sản xuất, kho

lưu trữ và các khu công nghiệp lớn (Offshore Energy).

- Ngoài ra, chiến lược hydrogen quốc gia của Hà Lan còn đề ra mục tiêu dài hạn bao quát về công suất sản xuất, cơ sở hạ tầng, thị trường trong nước và nhập khẩu, cùng với các quy định an toàn và cơ chế điều tiết để đảm bảo các vấn đề về an ninh và chi phí (European Hydrogen Observatory). Đây là cách tiếp cận tổng thể, giúp tạo ra một thị trường hydrogen ổn định, có thể dự đoán và thu hút đầu tư tư nhân.

Đáng chú ý, Hà Lan đặc biệt nhấn mạnh phối hợp công - tư, quốc gia - doanh nghiệp. Chính sách không chỉ dừng ở hỗ trợ tài chính, mà còn khuyến khích hợp tác giữa nhà nước, doanh nghiệp, viện nghiên cứu và các trường đại học trong việc hình thành các “hydrogen valley” - được thiết kế như các hệ sinh thái tích hợp, từ nghiên cứu, thử nghiệm, sản xuất, vận chuyển đến ứng dụng hydrogen, hướng tới cả thị trường nội địa và quốc tế (RVO.nl).

Tóm lại, những chính sách và cơ chế của Hà Lan thể hiện một tầm nhìn chiến lược: hydrogen không chỉ là một dự án năng lượng đơn lẻ, mà là nền tảng công nghiệp - năng lượng mới cần sự can thiệp đồng bộ từ tài chính, hạ tầng, luật lệ đến thị trường. Cách tiếp cận này giúp Hà Lan vừa thúc đẩy chuyển dịch năng lượng bền vững, vừa đặt nền móng cho vị thế trung tâm hydrogen của châu Âu.

### **3. Tác động của các chính sách đến tình hình triển khai năng lượng hydrogen tại Hà Lan.**

Chính sách và cơ chế hỗ trợ mạnh mẽ từ phía cơ quan quản lý nhà nước đã tạo ra những tác động mạnh mẽ đối với tiến trình triển khai hydrogen xanh tại Hà Lan trong những năm gần đây. Những tác động này thể hiện trên ba phương diện chính: thu hút đầu tư, hình thành hạ tầng - thị trường, và định hình vị thế chiến lược của Hà Lan trong hệ sinh thái hydrogen châu Âu. Tuy nhiên, song song với những bước tiến rõ rệt ấy, hệ thống chính sách cũng bắt đầu bộc lộ một số thách thức mới, đòi hỏi sự điều chỉnh kịp thời để quá trình mở rộng hydrogen xanh không bị gián đoạn.

#### ***a. Về mặt tích cực***

Các chính sách hỗ trợ tài chính quy mô lớn, cùng ưu đãi đầu tư và chương trình trợ cấp như SDE++, đã tạo ra sức hút mạnh mẽ đối với dòng vốn tư nhân. Nhờ đó, hàng loạt doanh nghiệp có điều kiện triển khai các dự án điện phân - từ

quy mô thử nghiệm cho đến các dự án công nghiệp đầu tiên. Nguy cơ “đứng ngoài cuộc chạy đua về năng lượng sạch” do chi phí cao đã giảm đáng kể khi doanh nghiệp có thể bù đắp cả chi phí đầu tư (CAPEX) lẫn vận hành (OPEX) thông qua trợ cấp. Hà Lan vì thế đã bước sang giai đoạn hình thành năng lực sản xuất hydrogen xanh thực tế, thay vì chỉ dừng lại ở mức nghiên cứu học thuật hay những mô hình thí điểm nhỏ lẻ. Đây được xem là một trong những tác động rất tích cực đến quá trình chuyển dịch năng lượng tại quốc gia châu Âu này.

Một tác động nổi bật khác là sự phát triển nhanh chóng của hạ tầng vận chuyển và lưu trữ hydrogen. Việc Nhà nước giao cho Gasunie xây dựng mạng lưới đường ống hydrogen quốc gia, tận dụng lại hệ thống đường ống khí gas cũ, đã đặt nền móng cho một mạng lưới phân phối liên vùng. Khi đoạn đầu tiên dài hơn 30 km tại Rotterdam đi vào vận hành năm 2025, và mạng lưới 1.200 km hoàn thiện trong thập kỷ này, hydrogen sẽ có thể luân chuyển dễ dàng giữa các khu công nghiệp, cảng biển và cơ sở tiêu thụ - giải quyết một trong những rào cản lớn nhất của ngành: chi phí vận chuyển và rủi ro gián đoạn nguồn cung.

Ngoài ra, nhờ chiến lược chính sách bao trùm cả sản xuất lẫn nhập khẩu, Hà Lan đang từng bước định vị mình như trung tâm hydrogen của châu Âu. Với lợi thế cảng Rotterdam - cửa ngõ năng lượng lớn nhất lục địa - cùng mạng lưới đường ống xuyên biên giới, Hà Lan không chỉ là nhà sản xuất mà còn là điểm trung chuyển chiến lược cho Đức, Bỉ và các quốc gia Tây - Bắc Âu. Điều này mở ra một vai trò năng lượng mới cho Hà Lan trong mô hình phát triển bền vững của khu vực.

### ***b. Về mặt hạn chế***

Mặc dù vậy, bên cạnh những tác động tích cực, hệ thống chính sách hiện tại cũng bộc lộ một số hạn chế và tạo ra những thách thức đối với chiến lược phát triển năng lượng của quốc gia này. Trước hết, quá trình quy mô hóa hydrogen xanh vẫn chậm hơn kỳ vọng, dù có sự hỗ trợ mạnh mẽ từ Chính phủ. Nhiều dự án điện phân công suất lớn vẫn đang trong giai đoạn lên kế hoạch hoặc tiền khả thi, khiến năng lực sản xuất thực tế chưa đáp ứng được nhu cầu công nghiệp, và do đó chi phí hydrogen xanh vẫn cao hơn đáng kể so với hydrogen xám, làm giảm tính cạnh tranh.

Thêm vào đó, nhiều tổ chức chỉ ra rằng dù luật năng lượng mới đã tích hợp điện và khí, hệ thống pháp lý riêng cho hydrogen vẫn chưa hoàn thiện. Việc thiếu

khung quy định rõ ràng cho xây dựng, vận hành và kết nối mạng lưới có thể khiến các dự án bị chậm phê duyệt, treo giấy phép hoặc thiếu minh bạch về trách nhiệm pháp lý. Đây là một rủi ro lớn, nhất là khi các chính phủ châu Âu khác cũng đang đẩy mạnh cạnh tranh thu hút đầu tư vào lĩnh vực hydrogen.

Một thách thức khác nằm ở chi phí cao và hiệu quả kinh tế chưa ổn định. Sản xuất hydrogen xanh phụ thuộc mạnh vào nguồn điện tái tạo giá rẻ, ổn định - điều mà Hà Lan, với diện tích hạn chế và sự phụ thuộc lớn vào điện gió ngoài khơi, vẫn đang nỗ lực mở rộng. Nếu nguồn năng lượng tái tạo không đủ ổn định hoặc giá vẫn cao, hydrogen xanh sẽ khó đạt được mức giá thương mại có thể chấp nhận.

Cuối cùng, hệ sinh thái hydrogen hiện tại vẫn phụ thuộc nặng vào hỗ trợ của Nhà nước. Nếu chính sách trợ cấp thay đổi hoặc bị cắt giảm do biến động chính trị - ngân sách, nhiều dự án có thể mất tính khả thi ngay lập tức. Đây là rủi ro lớn với một ngành còn non trẻ, khi doanh thu chưa đủ bù đắp chi phí đầu tư không lỗ.

Tổng thể, những chính sách của Hà Lan đã tạo ra “cú hích” quan trọng giúp hydrogen xanh tại quốc gia này chuyển từ tầm nhìn chiến lược sang giai đoạn hình thành một thị trường thực. Tuy nhiên, để hydrogen chính thức trở thành một trụ cột bền vững của hệ thống năng lượng quốc gia, không chỉ là công nghệ thử nghiệm, Hà Lan sẽ cần thời gian hoàn thiện khung pháp lý, xây dựng quy mô công nghiệp đủ lớn và chiến lược ổn định chính sách trong dài hạn.

#### **4. Kinh nghiệm cho Việt Nam.**

Từ kinh nghiệm triển khai hydrogen xanh tại Hà Lan, có thể rút ra nhiều bài học quan trọng, đồng thời cân nhắc điều kiện thực tiễn của Việt Nam để xem xét áp dụng một cách phù hợp.

Trước hết, xây dựng chiến lược quốc gia với tầm nhìn dài hạn và cấu trúc toàn diện là yếu tố then chốt. Hà Lan xác định rõ mục tiêu cho toàn bộ chuỗi hydrogen: từ sản xuất, lưu trữ, vận chuyển, phân phối đến sử dụng và nhập khẩu. Việc có chiến lược toàn diện giúp định hướng rõ ràng cho cả nhà nước, doanh nghiệp và các viện nghiên cứu, tránh tình trạng các dự án rời rạc, không kết nối. Ở Việt Nam, một chiến lược tương tự là cần thiết: hydrogen không nên được xem là những dự án thí điểm riêng lẻ, mà cần đặt trong bối cảnh chiến lược năng lượng

và công nghiệp dài hạn của quốc gia, kết hợp với tiềm năng năng lượng tái tạo (gió, mặt trời) đang ngày càng phát triển.

Thứ hai, hỗ trợ tài chính và các chính sách ưu đãi để bù đắp chi phí đầu tư ban đầu cao là điều không thể thiếu. Ở Hà Lan, gói hỗ trợ tài chính lớn, với cơ chế hỗ trợ và ưu đãi thu hút doanh nghiệp đầu tư vào nhà máy điện phân, đã giúp giảm rủi ro và chi phí ban đầu, tạo nền tảng cho các dự án thí điểm và hệ thống hạ tầng bước đầu. Như vậy, tại Việt Nam, với chi phí đầu tư có thể cao và kinh nghiệm vận hành hạn chế, cũng cần thiết lập một cơ chế tương tự và phù hợp, bao gồm hỗ trợ tài chính, ưu đãi thuế, hoặc các quy định nhằm bảo vệ rủi ro đầu tư, để khuyến khích doanh nghiệp tham gia phát triển hydrogen xanh.

Thứ ba, phát triển hạ tầng đồng bộ từ sản xuất đến sử dụng là yếu tố quyết định khả năng thương mại hóa hydrogen. Hà Lan đã xây dựng mạng lưới đường ống, tận dụng hạ tầng khí gas cũ, kết nối cảng biển, kho cảng và các nhà máy công nghiệp, giúp hydrogen dễ dàng lưu thông giữa các điểm sản xuất và tiêu thụ. Việt Nam cần lập kế hoạch hạ tầng tương ứng, đặc biệt tại các khu vực cảng biển, khu công nghiệp hoặc các trung tâm logistic, nhằm phục vụ nhu cầu nội địa và khả năng nhập khẩu hoặc xuất khẩu hydrogen trong tương lai.

Thứ tư, đa dạng hóa nguồn cung và tận dụng năng lượng tái tạo sẵn có là cơ hội chiến lược. Hà Lan tận dụng năng lượng gió ngoài khơi để sản xuất hydrogen xanh, tạo ra nguồn cung năng lượng carbon thấp, ổn định và bền vững. Việt Nam cũng sở hữu tiềm năng rất lớn từ năng lượng mặt trời và gió, nếu phát triển đồng bộ có thể kết hợp sản xuất hydrogen xanh với công nghiệp nặng, giao thông và thậm chí xuất khẩu sang các thị trường quốc tế.

Thứ năm, sự phối hợp giữa Chính phủ - doanh nghiệp và sự hài hòa giữa quy định trong nước với chuẩn mực quốc tế là yếu tố quan trọng để xây dựng nền tảng phát triển hydrogen. Ở Hà Lan, sự phối hợp giữa cơ quan quản lý, doanh nghiệp và viện nghiên cứu đã giúp hình thành các “hydrogen valley” - hệ sinh thái tích hợp từ nghiên cứu đến ứng dụng thực tế. Đồng thời, Hà Lan đặt mục tiêu trở thành trung tâm (hub) hydrogen châu Âu, kết nối quốc tế về nhập khẩu, xuất khẩu và tiêu chuẩn vận hành. Việt Nam có thể học hỏi mô hình này bằng cách khuyến khích hợp tác quốc tế, thu hút công nghệ và đầu tư, đồng thời xây dựng khung pháp lý, tiêu chuẩn cụ thể để hướng tới thị trường xuất khẩu hoặc trao đổi hydrogen toàn cầu.

## **Kết luận**

Hà Lan, với vị thế địa lý thuận lợi, nguồn năng lượng tái tạo dồi dào, hệ thống cảng biển hiện đại và hạ tầng năng lượng phát triển, đang tích cực triển khai hydrogen xanh để trở thành một phần trọng yếu trong hệ thống năng lượng quốc gia và khu vực châu Âu. Quốc gia này đã thể hiện một chiến lược toàn diện và đồng bộ, không chỉ tập trung vào nhu cầu nội địa, Hà Lan còn định vị mình như một trung tâm (hub) hydrogen của châu Âu, khai thác lợi thế cảng biển, mạng lưới đường ống khí hiện có, cũng như tận dụng các dự án năng lượng gió ngoài khơi để cung cấp điện cho các nhà máy điện phân. Sự kết hợp giữa phát triển nội địa, xây dựng chuỗi giá trị toàn diện và định hướng thị trường quốc tế cho thấy Hà Lan đang đi đúng hướng, nhưng vẫn phải đối mặt với các thách thức về chi phí, quy mô hóa sản xuất và đồng bộ hạ tầng.

Đối với Việt Nam, với tiềm năng lớn về năng lượng tái tạo như năng lượng mặt trời, gió và thủy điện, cùng nhu cầu phát triển công nghiệp và giảm phát thải carbon, việc học hỏi từ mô hình Hà Lan có thể mang lại nhiều bài học quý giá. Tuy nhiên, để triển khai hydrogen xanh hiệu quả tại Việt Nam, cần xây dựng một chiến lược dài hạn, đảm bảo hỗ trợ tài chính vững chắc, phát triển hạ tầng đồng bộ và đặc biệt là khảo sát kỹ lưỡng về chi phí, lợi ích kinh tế, hiệu quả năng lượng và khả năng cạnh tranh trong bối cảnh thực tế của Việt Nam. Ngoài ra, cần chú trọng đào tạo nguồn nhân lực, thúc đẩy nghiên cứu - phát triển công nghệ điện phân, lưu trữ và vận chuyển hydrogen, đồng thời phối hợp giữa các cơ quan nhà nước, doanh nghiệp và đối tác quốc tế để tạo ra một hệ sinh thái hydrogen bền vững, khả thi và thích ứng với điều kiện địa phương.

Với cách tiếp cận bài bản, học hỏi kinh nghiệm quốc tế và áp dụng linh hoạt theo điều kiện thực tế, Việt Nam hoàn toàn có khả năng từng bước phát triển hydrogen xanh, không chỉ phục vụ nhu cầu nội địa mà còn hướng tới vai trò tích cực trong chuỗi cung ứng năng lượng tái tạo khu vực và toàn cầu.

## **VII. NEW ZEALAND**

### **1. Thực trạng tình hình triển khai năng lượng hydrogen (hydro xanh) tại New Zealand thời gian qua**

Với tiềm năng năng lượng tái tạo dồi dào, New Zealand có nền tảng vững chắc để thúc đẩy điện khí hóa, đồng thời sản xuất hydrogen và các nhiên liệu xanh

khác. New Zealand cam kết tăng gấp đôi sản lượng điện tái tạo vào năm 2050 thông qua chương trình Điện khí hóa New Zealand.

Với hơn 80% điện năng được sản xuất từ các nguồn tái tạo như thủy điện, năng lượng gió và địa nhiệt, New Zealand có vị thế độc đáo để sản xuất hydrogen xanh thông qua quá trình điện phân nước chạy bằng điện sạch. Quốc gia này coi hydrogen xanh là một công cụ quan trọng để khử cacbon cho các lĩnh vực khó giảm thiểu, bao gồm vận tải hạng nặng, hàng không, vận tải biển và công nghiệp, nơi mà điện khí hóa trực tiếp là không khả thi. Bằng cách tận dụng nguồn năng lượng tái tạo dư thừa, đặc biệt là trong giai đoạn nhu cầu thấp, New Zealand đặt mục tiêu sản xuất hydrogen xanh có giá thành cạnh tranh cho cả mục đích sử dụng trong nước và xuất khẩu sang các thị trường trọng điểm như Nhật Bản, Hàn Quốc và các quốc gia Châu Á - Thái Bình Dương khác.

Cách tiếp cận chiến lược này không chỉ hỗ trợ các nỗ lực giảm thiểu carbon toàn cầu mà còn củng cố vị thế dẫn đầu của New Zealand trong nền kinh tế hydro đang nổi lên. Chính phủ và các bên liên quan trong ngành đang hợp tác để phát triển cơ sở hạ tầng cần thiết, bao gồm các cơ sở sản xuất, trạm tiếp nhiên liệu và các giải pháp lưu trữ, đồng thời thúc đẩy đổi mới sáng tạo và hợp tác để giảm chi phí. Các dự án thí điểm, chẳng hạn như Trung tâm Hydro Taranaki, nhấn mạnh cam kết của New Zealand trong việc tích hợp hydro vào hệ thống năng lượng, tạo việc làm và khai phá các cơ hội kinh tế. Thông qua hydro xanh, New Zealand hướng đến một tương lai năng lượng bền vững, tăng cường an ninh năng lượng, hỗ trợ quá trình chuyển đổi từ nhiên liệu hóa thạch và củng cố vai trò dẫn đầu toàn cầu về năng lượng tái tạo và hành động vì khí hậu.

New Zealand đã tận dụng lợi thế của địa hình phong phú với nhiều dòng sông và thác nước. Việc phát triển nguồn năng lượng hydrogen là một thành công đáng chú ý, giúp quốc gia này không chỉ đảm bảo nguồn cung cấp điện ổn định, mà còn giảm bớt áp lực lên nguồn năng lượng không tái tạo. Năng lượng hydrogen tại New Zealand đã đóng một vai trò quan trọng trong việc xây dựng một nền kinh tế xanh và bền vững. New Zealand có nhiều hồ nước ngọt lớn và hệ thống sông ngòi phong phú, điều kiện lý tưởng để phát triển các dự án năng lượng hydrogen. Một trong những dự án hydrogen lớn nhất và đáng chú ý nhất tại New Zealand là Dự án Năng lượng hydro Waitaki. Dự án này đã tận dụng nguồn nước từ hệ thống sông Waitaki, tạo ra một nguồn cung năng lượng ổn định. Ngoài ra, New Zealand còn áp dụng các biện pháp tiết kiệm năng lượng trong quản lý các

nhà máy hydrogen, từ việc tối ưu hóa hiệu suất vận hành đến việc sử dụng công nghệ hiện đại nhằm giảm thiểu lượng thất thoát năng lượng trong quá trình truyền tải. Điều này đã giúp New Zealand không chỉ đảm bảo nguồn cung năng lượng ổn định, mà còn giảm lượng khí thải gây hại môi trường.

New Zealand muốn thu hút đầu tư vào hydrogen phát thải thấp để hỗ trợ quá trình chuyển đổi sang nền kinh tế phát thải thấp. Những đổi mới đáng kể đã diễn ra tại New Zealand để khởi động nền kinh tế hydrogen. Các công ty đã tiên phong trong mọi lĩnh vực, từ sản xuất thử nghiệm, trạm tiếp nhiên liệu, công nghệ thiết bị lưu trữ và điện phân, thử nghiệm vận tải hạng nặng, nghiên cứu về yêu cầu cơ sở hạ tầng mặt đất sân bay, sản xuất thử nghiệm urê xanh, cho đến việc tìm kiếm nguồn hydro tự nhiên, và nhiều lĩnh vực khác. Trong những năm qua, nỗ lực phát triển về cơ sở hạ tầng, sự thay đổi chính sách và sự gia tăng áp dụng trong các ngành công nghiệp, đã giúp New Zealand có những thành công nhất định trong phát triển hydrogen xanh, bất chấp sự chậm lại của các dự án toàn cầu và sự bất ổn của thị trường. Cụ thể:

### **Về cơ sở hạ tầng và sản xuất hydrogen**

- Mở rộng Mạng lưới Hiringa Energy: Hiringa Energy đang dẫn đầu một mạng lưới các trạm tiếp nhiên liệu nhằm mở rộng quy mô sản xuất và phân phối hydrogen kết nối lưới điện. Các trạm tiếp nhiên liệu hydro xanh của Hiringa sản xuất, lưu trữ và phân phối hydro xanh ngay tại chỗ. Trạm tiếp nhiên liệu đầu tiên của mạng lưới này đã được khai trương tại Auckland vào tháng 4/2024, các trạm tiếp nhiên liệu khác hiện đang hoạt động tại Hamilton và Palmerston North, 20 trạm tiếp nhiên liệu khác đang được lên kế hoạch trên khắp Đảo Bắc và Đảo Nam.

- Nhà máy Hydro Xanh Địa nhiệt của Halcyon Power: Halcyon Power, một liên doanh giữa Tập đoàn Obayashi của Nhật Bản và Tūaropaki Trust của New Zealand, đã khai trương trạm tiếp nhiên liệu nhanh hydro xanh đầu tiên của New Zealand tại Auckland vào tháng 4/2024. Hydrogen cho trạm này được sản xuất tại cơ sở sản xuất hydro xanh của Halcyon tại Nhà máy Điện Tūaropaki. Đây là một cột mốc quan trọng, đánh dấu cơ sở sản xuất hydro xanh quy mô thương mại đầu tiên của New Zealand sử dụng năng lượng địa nhiệt, với công suất sản xuất khoảng 180 tấn mỗi năm.

- Dự án thí điểm pha trộn hydro Firstgas: Firstgas sẽ sớm triển khai dự án thí điểm pha trộn hydrogen đầu tiên của New Zealand, theo đó một lượng nhỏ

hydrogen xanh sẽ được pha trộn với khí tự nhiên vào đường ống dẫn khí tự nhiên Te Horo. Lượng khí pha trộn này sẽ được sử dụng bởi tối đa 15 hộ gia đình, với hàm lượng hydrogen bắt đầu từ 3,5% và tăng lên tối đa 15% khi gần kết thúc dự án thí điểm. Hàm lượng hydrogen này sẽ không yêu cầu bất kỳ thay đổi nào đối với cơ sở hạ tầng đường ống hoặc thiết bị sử dụng. Đây là một bước quan trọng trong việc tích hợp hydrogen vào cơ sở hạ tầng năng lượng hiện có, với việc First-gas công bố một nghiên cứu vào năm 2021 cho thấy mạng lưới đường ống dẫn khí ở New Zealand có thể vận chuyển tới 20% hydrogen vào năm 2035 và 100% hydrogen vào năm 2050.

### **Về thử nghiệm và triển khai sử dụng hydrogen trong vận tải hạng nặng**

- Thử nghiệm thực tế xe tải chạy bằng hydrogen: TR Group đã tổ chức các buổi thử nghiệm chạy xe tải bằng hydrogen tại Auckland, mang đến cho tài xế xe tải và người vận hành đội xe những trải nghiệm thực tế đầu tiên với xe chạy bằng hydrogen không phát thải. Cuộc thử nghiệm bao gồm hai xe tải - một chiếc do Global Bus Ventures có trụ sở tại Christchurch sản xuất tại New Zealand, chiếc còn lại do Hyundai sản xuất. Các tài xế cho biết xe vận hành êm ái, gần như không phát ra tiếng ồn động cơ.

- Mở rộng sản xuất xe tải chạy bằng hydrogen: Tập đoàn TR đã đặt hàng 20 xe tải chạy bằng hydrogen để cho các nhà khai thác thương mại thuê. Đây bước tiến đáng kể so với việc chiếc xe tải hydrogen tiên phong duy nhất của Bưu điện New Zealand, đã hoạt động thành công trong hơn 2 năm qua. Việc này được hỗ trợ tài chính từ Cơ quan Tiết kiệm và Hiệu quả Năng lượng (EECA. 20 xe tải mới này sẽ cho phép so sánh hiệu suất của xe tải hydrogen với các phương tiện không phát thải khác như xe tải điện chạy bằng pin, qua đó thúc đẩy quá trình khử carbon trong ngành vận tải của New Zealand.

### **Về việc mở rộng nghiên cứu và sản xuất**

- Fabrum đã mua lại Alec Farrar Engineering Limited, một công ty kỹ thuật và xưởng đúc có trụ sở tại Christchurch. Alec Farrar trước đây đã sản xuất vật liệu đúc cho công nghệ làm lạnh cryocooler hàng đầu của Fabrum. Thương vụ mua lại này sẽ mở rộng năng lực sản xuất của Fabrum, nhằm hỗ trợ tăng trưởng nhờ nhu cầu ngày càng tăng đối với các hệ thống hydrogen và các công nghệ khác.

- Fabrum đã hợp tác với Fortescue để thiết kế, xây dựng và đưa vào vận

hành nhà máy hydrogen lỏng lớn nhất Australia tại một mỏ. Hydrogen lỏng từ nhà máy sẽ được sử dụng để cung cấp năng lượng cho các nguyên mẫu thiết bị khai thác không phát thải của Fortescue. Dự kiến nhà máy sẽ có thể sản xuất 350 kg hydrogen lỏng mỗi ngày với 600 kg lưu trữ. Fabrum cũng đã ký kết thỏa thuận với Toyota để cung cấp công nghệ lưu trữ hydrogen lỏng độc quyền của mình, chứng minh sự công nhận ngày càng tăng của quốc tế đối với chuyên môn về hydrogen của New Zealand.

## **2. Một số chính sách nổi bật của New Zealand trong việc triển khai năng lượng hydrogen.**

### ***2.1. Chiến lược Hydrogen tạm thời***

Năm 2023, New Zealand đã đưa ra Chiến lược Hydrogen tạm thời, trong đó định vị hydrogen là yếu tố then chốt trong quá trình chuyển đổi của quốc gia này sang nền kinh tế không phát thải ròng vào năm 2050. Lộ trình này nhấn mạnh nhu cầu đầu tư đáng kể vào cơ sở hạ tầng năng lượng tái tạo để hỗ trợ sản xuất hydrogen xanh, tận dụng ngành năng lượng tái tạo hiện có của New Zealand. Chiến lược này nhấn mạnh vai trò của hydrogen trong việc cải thiện khả năng phục hồi năng lượng, giảm phát thải và thúc đẩy phát triển kinh tế, đồng thời cân bằng nhu cầu trong nước và các cơ hội xuất khẩu tiềm năng. Hợp tác quốc tế với các quốc gia như Nhật Bản, Đức và Singapore là rất quan trọng để xây dựng năng lực và mở ra các thị trường mới.

New Zealand đặt mục tiêu công suất sản xuất hydrogen, bao gồm công suất điện phân, đạt 1,5 gigawatt (GW) vào năm 2035, tăng lên 4,5 GW vào năm 2050. Các mục tiêu này tương ứng với nhu cầu điện là 11,5 TWh vào năm 2035 và 33,9 TWh vào năm 2050, đòi hỏi phải phát triển nguồn điện tái tạo đáng kể để đáp ứng nhu cầu. Chiến lược được dự đoán sẽ làm giảm đáng kể lượng khí thải, đặc biệt là trong các ứng dụng vận tải và công nghiệp. Đến năm 2035, hydrogen có thể thay thế nhiên liệu hóa thạch và giảm 0,7 triệu tấn CO<sub>2</sub> mỗi năm, và tăng lên 4,66 triệu tấn CO<sub>2</sub> mỗi năm vào năm 2050. Con số này chiếm khoảng 15% lượng khí thải năng lượng của năm 2021, chủ yếu từ vận tải.

Để đảm bảo tầm nhìn này trở thành hiện thực, Chiến lược đề xuất một phương pháp tiếp cận theo từng giai đoạn với các sáng kiến ban đầu tập trung vào các dự án trình diễn, xây dựng quy định và khuyến khích nhu cầu tiêu thụ thông qua hỗ trợ tài chính. Tuy nhiên, New Zealand vẫn thận trọng trong việc thúc đẩy

thị trường xuất khẩu sau khi an ninh năng lượng trong nước được đảm bảo. Lộ trình cũng nhấn mạnh việc tiếp tục hợp tác với các bên liên quan và phát triển công nghệ để theo dõi tiến độ và giải quyết những bất ổn trong việc áp dụng hydro.

Chiến lược này tập trung vào việc khai thác tiềm năng năng lượng tái tạo của New Zealand cho sản xuất hydrogen xanh, xây dựng môi trường pháp lý thuận lợi và khuyến khích đầu tư tư nhân để xây dựng ngành công nghiệp hydrogen trong nước.

## ***2.2. Kế hoạch hành động Hydrogen***

Năm 2024, New Zealand đã ban hành Kế hoạch hành động Hydrogen nhằm thu hút đầu tư tư nhân vào hydrogen. Bốn ưu tiên của quốc gia được nêu trong Kế hoạch Hành động gồm: (1) Tạo môi trường pháp lý thuận lợi; (2) Giảm rào cản cho các dự án hydro được chấp thuận; (3) Thúc đẩy quá trình chuyển đổi sang nền kinh tế phát thải thấp hiệu quả về mặt chi phí và do thị trường dẫn dắt, và (4) Hỗ trợ tiếp cận đầu tư và thị trường quốc tế.

### **(1) Ưu tiên: Tạo môi trường pháp lý thuận lợi**

Bao gồm các hành động chính:

- Hành động: Thiết lập các quy định và tiêu chuẩn về sức khỏe và an toàn

Các ứng dụng mới của hydrogen chưa được bao quát đầy đủ bởi các quy định hiện hành về an toàn và sức khỏe lao động, cũng như an toàn điện và khí đốt. Điều quan trọng là hydrogen phải được xử lý an toàn và các doanh nghiệp phải nắm rõ các quy tắc áp dụng cho việc sử dụng hydrogen. Bộ Kinh doanh, Đổi mới và Việc làm (MBIE) và WorkSafe được phân công xem xét và cập nhật các quy định an toàn điện và khí đốt quan trọng để đảm bảo sản xuất, lưu trữ và sử dụng hydrogen an toàn.

- Hành động: Xem xét lại các rào cản pháp lý đối với việc tiếp nhận xe hạng nặng phát thải thấp

Quá trình khử cacbon cho xe hạng nặng đang ở giai đoạn sớm hơn so với xe hạng nhẹ trên toàn cầu và tại New Zealand. Một số công ty đang tìm hiểu ưu điểm của xe hạng nặng ít phát thải hoặc không phát thải, cũng như các công nghệ khác nhau, bao gồm điện khí hóa và nhiên liệu thay thế như hydrogen.

New Zealand cho rằng, vai trò quan trọng của nhà nước là xóa bỏ các rào cản pháp lý để họ có thể áp dụng các lựa chọn này. Ví dụ, các quy định hiện hành về kích thước và khối lượng xe có thể tạo ra rào cản đối với việc đưa xe tải hạng nặng chạy bằng hydrogen vào lưu thông trên đường phố, bởi vì bình chứa hydrogen trên xe tải hạng nặng có thể khiến chúng vượt quá giới hạn về thể tích. Ngoài ra, không có yêu cầu kiểm tra hoặc thử nghiệm va chạm cụ thể nào dành cho xe chạy bằng nhiên liệu hydrogen.

Hành động: Cho phép sản xuất hydrogen xanh bằng cách giảm các rào cản pháp lý đối với việc thu giữ và lưu trữ carbon

Theo đó, New Zealand đã tham vấn về cơ chế thu giữ, sử dụng và lưu trữ carbon (CCUS) vào tháng 7/2024 và vào tháng 8/2024 đã thông qua việc sẽ thiết lập một khuôn khổ rõ ràng cho CCUS, bao gồm cả việc giảm chi phí sản xuất khí đốt, như một phần của giải pháp toàn diện cho tình hình an ninh năng lượng.

Hành động: Cho phép thăm dò hydrogen tự nhiên và phát triển hydrogen xám.

## **(2) Ưu tiên: Giảm rào cản cho các dự án hydrogen được chấp thuận**

Nguồn cung cấp điện tái tạo là chìa khóa cho việc sản xuất hydro xanh giá cả phải chăng ở quy mô lớn. Chính phủ đang tạo điều kiện thuận lợi hơn và tiết kiệm hơn cho việc phê duyệt các dự án năng lượng tái tạo.

- Hành động: Giảm rào cản đồng thuận thông qua các chương trình cải cách Electrify NZ và RMA

Chương trình Electrify NZ của Chính phủ sẽ hỗ trợ mục tiêu tăng gấp đôi sản lượng điện tái tạo vào năm 2050. Việc sản xuất thêm điện cũng rất quan trọng để thúc đẩy sản xuất hydro và các nhiên liệu xanh khác. Electrify NZ tập trung vào việc xóa bỏ các rào cản đầu tư vào sản xuất điện tái tạo. Việc giảm bớt các rào cản về đồng thuận đối với điện sẽ hỗ trợ sản xuất hydro. Chi phí điện thường chiếm tới 60-80% giá thành hydro xanh.

Luật Phê duyệt Nhanh mới sẽ cung cấp một lộ trình phê duyệt hợp lý và thuận tiện cho các dự án cơ sở hạ tầng lớn - có thể bao gồm các đề xuất liên quan đến hydro. Chính phủ cũng đã công bố sẽ thông qua luật mới thay thế Đạo luật Quản lý Tài nguyên năm 1991 vào năm 2026. Trước đó, các sửa đổi đối với Đạo

luật Quản lý Tài nguyên (RMA) liên quan đến thời hạn chấp thuận, thời gian hết hạn và khung thời gian ra quyết định cho các dự án năng lượng tái tạo sẽ được tiến hành trong Dự luật Sửa đổi Đạo luật Quản lý Tài nguyên lần thứ hai. Dự luật dự kiến sẽ được trình vào cuối năm 2024 và được ban hành vào giữa năm 2025. Chương trình định hướng quốc gia RMA, bao gồm các sửa đổi nhằm tăng cường định hướng quốc gia cho sản xuất và truyền tải điện tái tạo, cũng sẽ tuân theo một mốc thời gian tương tự.

Bộ luật mới này sẽ giúp việc xây dựng các nguồn điện mới hỗ trợ sản xuất hydro dễ dàng hơn. MBIE chưa xác định được bất kỳ rào cản cụ thể nào liên quan đến hydro trong quá trình tham vấn với ngành cho đến nay nhưng sẽ tiếp tục hợp tác khi cần thiết.

- Hành động: Tiếp tục theo dõi cách các quy định hiện hành quản lý tác động rộng hơn của hydro

Hydrogen mang lại nhiều lợi ích. Tuy nhiên, tác động của nó cũng cần được xem xét và quản lý khi các dự án xin cấp phép. MBIE đã tiến hành thêm nghiên cứu sau khi tham vấn về Chương trình Hydro Tạm thời về các tác động liên quan đến điện, nước và rò rỉ hydrogen. MBIE kết luận rằng việc tiếp tục quản lý những tác động này thông qua các hệ thống quy định hiện hành là phù hợp, chẳng hạn như quy tắc tham gia của ngành điện và các quy định về tài nguyên. MBIE sẽ tiếp tục theo dõi phản ứng của các hệ thống quy định này theo thời gian.

### **(3) Ưu tiên: Thúc đẩy quá trình chuyển đổi sang nền kinh tế phát thải thấp một cách hiệu quả về mặt chi phí và theo định hướng thị trường**

New Zealand đang áp dụng phương pháp tiếp cận tiết kiệm chi phí để đạt được mục tiêu Phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050. Chương trình Giao dịch Phát thải được coi là công cụ chính để giảm phát thải ròng một cách hiệu quả.

- Hành động: Tăng cường chương trình giao dịch khí thải

New Zealand xác định Hệ thống Giao dịch phát thải (ETS) là công cụ chính để đạt được mục tiêu Phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050 trong các lĩnh vực được đề cập. Việc định giá carbon đồng nghĩa với việc nhiên liệu hóa thạch đắt hơn, khiến các lựa chọn phát thải thấp trở nên hấp dẫn hơn. Một ETS mạnh mẽ sẽ hỗ trợ các công nghệ phát thải thấp như hydrogen.

- Hành động: Tiếp tục hỗ trợ thử nghiệm và trình diễn giai đoạn đầu

Là một thị trường giai đoạn đầu, cơ quan quản lý của New Zealand được xác định có vai trò hỗ trợ đổi mới sáng tạo bằng cách cung cấp thông tin đáng tin cậy để giúp thị trường hoạt động, đồng thời hỗ trợ thử nghiệm và trình diễn giai đoạn đầu với các quỹ cạnh tranh trung lập về công nghệ. Làm như vậy có thể giảm chi phí giảm phát thải trong tương lai bằng cách tạo ra nhiều giải pháp khả thi và giá cả phải chăng hơn. Các dự án hydrogen hiện có thể nhận được hỗ trợ tài chính từ một loạt các quỹ và chương trình cạnh tranh, bao gồm:

- Quỹ đầu tư cạnh tranh hỗ trợ nghiên cứu khoa học và R&D tại New Zealand.
- Các khoản tài trợ vốn, chẳng hạn như Quỹ xe hạng nặng phát thải thấp của EECA
- Tài trợ thử nghiệm và trình diễn cùng các hỗ trợ, chẳng hạn như Quỹ vận tải phát thải thấp và Quỹ trình diễn công nghệ của EECA, cùng sự hỗ trợ từ Ara Ake và New Zealand Trade and Enterprise.
- Hỗ trợ cơ sở hạ tầng từ Quỹ cơ sở hạ tầng khu vực của MBIE.

- Hành động: Hợp tác với khu vực tư nhân

Chính phủ New Zealand sẽ tiếp tục hợp tác với ngành hydrogen để tìm hiểu lộ trình phát triển và các bước cần thiết nhằm giảm thiểu rào cản pháp lý và thúc đẩy đầu tư và thương mại quốc tế.

New Zealand đã thành lập Nhóm Lãnh đạo Ngành Công nghiệp Hydrogen nhằm tạo cơ hội cho các nhà lãnh đạo ngành chia sẻ quan điểm một cách phối hợp về các hành động chính sách cần thiết để thúc đẩy sự phát triển của ngành hydrogen phát thải thấp. Những người tham gia bao gồm các bộ phận sản xuất, công nghệ, tài chính, vận tải hạng nặng và hàng không của chuỗi giá trị hydro. Việc tham gia nhóm được thực hiện trên cơ sở tự nguyện và không chính thức. Vai trò của nhóm là cố vấn và không thay thế cho tham vấn chính thức.

#### **(4) Ưu tiên: Hỗ trợ tiếp cận đầu tư và thị trường quốc tế**

New Zealand cho rằng, việc tiếp cận thị trường ngày càng phụ thuộc vào việc chứng minh sản phẩm và chuỗi cung ứng có lượng khí thải thấp. New Zealand cũng có cơ hội tận dụng đầu tư trực tiếp nước ngoài để hỗ trợ triển khai năng lượng tái tạo và hydrogen trong nước, từ đó có khả năng đáp ứng nhu cầu ngày

càng tăng trên toàn cầu về hydrogen phát thải thấp.

- Hành động: Hỗ trợ tiếp cận các chương trình chứng nhận đạt chuẩn quốc tế

Các chương trình chứng nhận và tiêu chuẩn cường độ phát thải đang được phát triển trên nhiều lĩnh vực để xác thực cường độ phát thải của hydrogen. Những chứng nhận này có thể rất quan trọng đối với việc tiếp cận thị trường, chứng minh sự tuân thủ các mục tiêu khí hậu theo yêu cầu của doanh nghiệp mua hàng và các tiêu chuẩn quy định của các quốc gia khác.

New Zealand chú ý tập trung vào các mối quan hệ khu vực và song phương quan trọng, nơi thương mại hydrogen có tiềm năng. Theo đó, New Zealand đã có các thỏa thuận song phương với Singapore và Nhật Bản - hai quốc gia chủ chốt trong khu vực Châu Á - Thái Bình Dương, tập trung vào chuỗi cung ứng hydrogen quốc tế. New Zealand đang triển khai các phương pháp tiếp cận đa phương đối với các quy tắc thương mại tập trung vào nền kinh tế xanh và sẽ tiếp tục sử dụng các đòn bẩy thỏa thuận thương mại hiện có, chẳng hạn như nhóm công tác hợp tác hydrogen của Hiệp định Kinh tế Ấn Độ Dương - Thái Bình Dương, để New Zealand có vị thế tốt trong việc hiểu rõ và tác động đến các tiêu chuẩn quốc tế mới nổi khi cần thiết.

- Hành động: Thu hút đầu tư nước ngoài và thúc đẩy tiếp cận thị trường

Chính phủ sẽ sử dụng mối quan hệ giữa các quốc gia để thu hút đầu tư trực tiếp nước ngoài vào năng lượng tái tạo và hydrogen.

### ***2.3. Chính sách và trợ cấp***

New Zealand đã cam kết tài trợ đáng kể để khởi động các dự án hydrogen. Đến nay, 88 triệu USD đã được phân bổ cho các nghiên cứu liên quan đến hydrogen, thử nghiệm trình diễn và các dự án thương mại. Ngân sách 2023 đã dành 100 triệu USD cho chương trình hoàn tiền tiêu thụ hydro khu vực và 30 triệu USD cho các khoản tài trợ cho xe hạng nặng sạch. Tuy nhiên, sự tham gia tài chính của khu vực công vào thị trường xuất khẩu sẽ bị hạn chế khi công suất phát điện tái tạo đủ lớn được đảm bảo. Nguồn tài chính trong tương lai dự kiến sẽ bao gồm các khoản đầu tư từ khu vực tư nhân và hợp tác quốc tế để thu hẹp khoảng cách tài chính cho các dự án quy mô lớn.

Thông qua Cơ quan Tiết kiệm và Hiệu quả Năng lượng (EECA), New Zea-

land quản lý Quỹ Xe hạng nặng Phát thải Thấp (LEHVF). LEHVF cung cấp các khoản tài trợ lên đến 25% giá mua xe tải hạng nặng mới, ít phát thải hoặc không phát thải, hoặc 25% chi phí chuyển đổi xe hạng nặng ICE hiện có sang sử dụng các công nghệ phát thải thấp đã được phê duyệt, bao gồm xe chạy bằng pin nhiên liệu hydrogen và xe nhiên liệu kép hydro-diesel, nhằm khuyến khích việc áp dụng các công nghệ này tại New Zealand.

New Zealand cũng rót vốn hỗ trợ các công ty năng lượng lớn mà nhà nước đang nắm cổ phần. Mục tiêu của gói hỗ trợ là giúp doanh nghiệp đầu tư vào cơ sở hạ tầng, nâng cấp công nghệ và phát triển năng lượng tái tạo, qua đó đảm bảo khả năng cung ứng điện ổn định trong tương lai. Trong đó có khoảng đầu tư cho Meridian Energy Limited, tập đoàn năng lượng tái tạo lớn nhất New Zealand, hiện đang triển khai dự án sản xuất hydro xanh tại Southland. Gói hỗ trợ tài chính từ chính phủ sẽ giúp Meridian đẩy nhanh tiến độ dự án, hướng tới mục tiêu giảm phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch.

#### ***2.4. Tiêu chuẩn và quy định***

Vào tháng 7/2024, New Zealand đã xem xét các tiêu chuẩn kỹ thuật điều chỉnh việc sản xuất, phân phối và sử dụng hydrogen và đã thông qua 13 tiêu chuẩn an toàn thiết bị liên quan đến hydro quốc tế. Đây là kết quả của hơn ba năm làm việc của Cơ quan Tiêu chuẩn New Zealand và nhiều bên liên quan trong ngành, đồng thời đánh dấu việc hoàn thành đợt phát triển tiêu chuẩn đầu tiên liên quan đến việc cho phép tích hợp hydrogen an toàn vào ngành năng lượng của New Zealand một cách an toàn.

Việc thông qua các tiêu chuẩn an toàn hydrogen là điều kiện tiên quyết để mang lại một ngành công nghiệp hydrogen an toàn và thành công tại New Zealand. Việc rà soát các tiêu chuẩn quốc tế được thực hiện theo chiến lược triển khai tiêu chuẩn hydrogen của New Zealand, được WorkSafe New Zealand - Cơ quan An toàn Năng lượng chấp thuận và ủy quyền, và được nêu trong báo cáo rà soát tiêu chuẩn hydrogen của Cơ quan Tiêu chuẩn New Zealand được công bố vào tháng 5 năm 2023.

Danh sách 13 tiêu chuẩn được thông qua gồm:

+ NZS ISO/IEC 17050.1:2024, đánh giá sự phù hợp - Tuyên bố về sự phù hợp của nhà cung cấp Phần 1: Yêu cầu chung

+ NZS ISO/IEC 17050.2:2024, đánh giá sự phù hợp - Tuyên bố về sự phù hợp của nhà cung cấp Phần 2: Tài liệu hỗ trợ

+ NZS ISO 14687:2024, chất lượng nhiên liệu hydro - Thông số kỹ thuật sản phẩm

+ NZS ISO 19880.3:2024, Khí hydrogen - Trạm tiếp nhiên liệu - Phần 3: Van

+ NZS ISO 19880.5:2024, Khí hydrogen - Trạm tiếp nhiên liệu Phần 5: Ống mềm phân phối và cụm ống mềm

+ NZS ISO 19881:2024, Khí hydrogen – Bình chứa nhiên liệu cho xe cơ giới

+ NZS ISO 19882:2024. Khí hydrogen - Thiết bị giảm áp kích hoạt bằng nhiệt cho bình chứa nhiên liệu hydro nén của xe

+ NZS ISO 11114.4:2024, Bình khí di động - Tính tương thích của vật liệu bình và van với lượng khí chứa Phần 4: Phương pháp thử để lựa chọn thép chống giòn do hydro

+ NZS ISO 16111:2024, Thiết bị lưu trữ khí di động - Hydro được hấp thụ trong hydride kim loại thuận nghịch

+ NZS ISO 19880.8:2024, Khí hydro - Trạm tiếp nhiên liệu Phần 8: Kiểm soát chất lượng nhiên liệu

+ NZS ISO 17268:2024, Thiết bị kết nối tiếp nhiên liệu hydro khí cho xe cơ giới

+ NZS ISO 23273:2024, Xe ô tô chạy bằng pin nhiên liệu - Thông số kỹ thuật an toàn - Bảo vệ chống lại các mối nguy hiểm từ hydro cho xe chạy bằng hydro nén

+ NZS ISO 21266.1:2024, Xe cơ giới - Hệ thống nhiên liệu hỗn hợp hydro khí nén (CGH2) và hydro/khí tự nhiên Phần 1: Yêu cầu về an toàn

### **3. Bài học kinh nghiệm**

Sản lượng điện tái tạo cao của New Zealand mang lại lợi thế cạnh tranh cho sản xuất hydrogen xanh của nước này. Trong khi việc sớm phát triển cơ sở hạ tầng đã đưa quốc gia này lên thị trí dẫn đầu khu vực về triển khai hydrogen xanh.

Và New Zealand được xem là quốc gia có vị thế tốt để trở thành nhà sản xuất và xuất khẩu hydrogen “xanh”.

Để có được những thành công hiện nay trong ngành hydrogen, New Zealand đã có cách tiếp cận ngành bằng cách khuyến khích thay vì can thiệp với Chương trình và Kế hoạch hành động về Hydrogen hiện có, trong đó nêu rõ hướng đi chung cho ngành.

Đáng chú ý, để định vị trên thị trường hydro xanh, New Zealand xác định chứng nhận carbon là điều cần thiết. Do hydrogen được sản xuất (hoặc kết hợp) từ các nguồn có cường độ phát thải carbon khác nhau và không thể phân biệt được, người mua sẽ muốn đảm bảo rằng hydrogen được dán nhãn «xanh» đáp ứng các ngưỡng carbon đã được xác định. New Zealand đang trong giai đoạn đầu xây dựng chế độ chứng nhận.

Ngành Hydrogen không chỉ cần chính sách và thị trường tiêu thụ, mà còn cần năng lượng. Mặc dù về mặt hóa học, hydro đều giống nhau bất kể được sản xuất bằng cách nào, nhưng nó được phân loại theo phương pháp sản xuất. Hydrogen “xanh” được sản xuất bằng cách phân tách nước ( $H_2O$ ) thành hydro và oxy thông qua quá trình điện phân sử dụng năng lượng tái tạo. Do đó, thực tế là việc sản xuất hydrogen quy mô lớn sẽ đặt ra nhu cầu mới đáng kể cho hệ thống điện. Do đó, việc mở rộng quy mô sản xuất hydrogen đòi hỏi phải mở rộng hệ thống năng lượng.

Tuy nhiên, theo đánh giá của các chuyên gia, việc sản xuất và vận chuyển hydrogen tại New Zealand hiện đang được quản lý bởi một hệ thống luật pháp và cơ quan quản lý chồng chéo. Do đó, việc xác định xem các dự án hydrogen có đủ điều kiện để được đưa vào lộ trình ưu tiên có thể gặp khó khăn và không rõ ràng.

***Trước thực trạng của ngành công nghiệp Hydrogen New Zealand, có thể rút ra một số bài học kinh nghiệm cho Việt Nam như sau:***

Thứ nhất: Dựa trên thế mạnh sẵn có về năng lượng tái tạo để phát triển ngành Hydrogen. Việt Nam cũng là một quốc gia có tiềm năng năng lượng tái tạo dồi dào, đặc biệt từ thủy điện, điện gió, điện mặt trời và sinh khối. Lợi thế về vị trí địa lý, đường bờ biển dài, khí hậu nhiệt đới gió mùa và nguồn nông nghiệp phong phú tạo điều kiện cho việc khai thác đa dạng các nguồn năng lượng sạch này. Chính phủ đã và đang thúc đẩy phát triển năng lượng tái tạo thông qua các

chính sách hỗ trợ, đặt mục tiêu tăng tỷ lệ năng lượng tái tạo trong tương lai để đảm bảo an ninh năng lượng và phát triển bền vững. Do đó, Việt Nam được đánh giá có nhiều tiềm năng phát triển thị trường hydrogen xanh.

Thứ hai: Đẩy mạnh hợp tác với các quốc gia và tổ chức quốc tế để học hỏi kinh nghiệm, tiếp cận công nghệ mới và thu hút đầu tư tư nhân, coi đây là yếu tố then chốt để đẩy nhanh quá trình chuyển đổi năng lượng.

Thứ ba: Chú trọng việc đầu tư vào R&D để cải thiện hiệu quả sản xuất và giảm chi phí sản xuất hydrogen, đồng thời tìm kiếm các ứng dụng mới cho loại năng lượng này. Thúc đẩy việc xây dựng các dự án thí điểm từ việc thành lập các nhà máy sản xuất hydrogen xanh quy mô nhỏ để kiểm tra công nghệ và chuỗi cung ứng trước khi mở rộng quy mô lớn hơn.

Thứ tư: Ưu tiên phát triển các ứng dụng có tính khả thi cao và giải quyết các điểm nghẽn về cơ sở hạ tầng như phát triển trạm tiếp nhiên liệu. Việc xây dựng các trạm tiếp nhiên liệu hydrogen sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho việc sử dụng hydrogen trong ngành giao thông vận tải, một trong những lĩnh vực khó giảm phát thải.

## VIII. TRUNG QUỐC

### 1. Hiện trạng sản xuất hydrogen

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%) [31, 32, 33].

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

- CNPC: Đường ống Dingzhou Gaobeidian;
- Sinopec: Đường ống hydrogen Baling Changling;

---

31 *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

32 *Hydrogen Industrial Reports published by Leadleo Industry Research Institute and AskCI Consulting in 2021*

33 *Haitong Securities, “Hydrogen Energy: Challenges and Opportunities”, 2021*

- Pipe China thành lập công ty con tập trung xây dựng cơ sở hạ tầng vào năm 2020 [34].
- 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.

## 2. Kế hoạch phát triển hydrogen 2021-2035

Kế hoạch phát triển trung và dài hạn cho hydrogen cho giai đoạn 2021-2035[35, 36] 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 CO<sub>2</sub> (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;

34 B.JX Hydrogen Energy, "The Layout of Hydrogen Pipelines in China", 2022

35 The Mid-and-Long-Term Hydrogen Industrial Development Plan (2021-2035) (2022)

36 The Implementation Plan of Carbon Peaking of Industry (2022)

- 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 <sup>37, 38</sup>:

- Nâng cao hiệu quả sản xuất hydrogen từ năng lượng tái tạo cũng như từ nhiên liệu hóa thạch, kể cả khí hóa than;

---

37      *The Mid-and-Long-Term Hydrogen Industrial Development Plan (2021-2035) (2022)*

38      *The 14th Five-Year Plan of Energy Technology Innovation (2022)*

- 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.

### 3. Chính sách hỗ trợ phát triển hydrogen

Xe sử dụng pin nhiên liệu FC (xe kéo rơ moóc, ô tô đầu kéo sơ mi rơ moóc, xe container) là ưu tiên chính. Các cơ chế hỗ trợ bao gồm:

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

**Bảng. Các hỗ trợ đối với phương tiện GTVT sử dụng hydrogen**

| Kiểu xe                             | Trợ cấp<br>(CNY*)<br>mỗi xe<br>(2016) | Giảm năm<br>2017 (so<br>với 2016) | Giảm năm<br>2019 (so<br>với 2016) | Giảm năm<br>2021 (so<br>với 2019) | Giảm<br>năm 2021<br>(so với<br>2019) |
|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Xe khách nhỏ                        | 20000                                 | 20 %                              | 40 %                              | 20 %                              | 30 %                                 |
| Xe hạng nhẹ                         | 30000                                 |                                   |                                   | (xe tư<br>nhân)                   | (xe tư<br>nhân)                      |
| Xe tải hoặc buýt<br>cỡ vừa và trung | 50000                                 |                                   |                                   | 10 %<br><br>(xe công)             | 20 %<br><br>(xe công)                |
| 1 Chinese Yuan (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.

Đánh giá:

- 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 CO<sub>2</sub>/kg H<sub>2</sub>), hydrogen sạch (dưới 4,9 kg CO<sub>2</sub>/kg H<sub>2</sub>), hydrogen carbon thấp (dưới 14,51 kg CO<sub>2</sub>/kg H<sub>2</sub>), 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.

#### **4. Kinh nghiệm cho Việt Nam**

Trung Quốc hiện là quốc gia sản xuất và tiêu thụ hydrogen lớn nhất thế giới, với đặc điểm nổi bật là phát triển hydrogen theo cách tiếp cận thực dụng,

từng bước, lấy nhu cầu trong nước làm trung tâm và gắn chặt với chiến lược công nghiệp - giao thông - năng lượng quốc gia. Từ thực tiễn triển khai hydrogen của Trung Quốc, có thể rút ra nhiều bài học quan trọng cho Việt Nam trong quá trình xây dựng và thực hiện lộ trình phát triển năng lượng hydrogen phù hợp với điều kiện kinh tế - xã hội trong nước.

#### (1). Phát triển hydrogen gắn với hiện trạng năng lượng và năng lực công nghiệp quốc gia

Một trong những kinh nghiệm lớn nhất từ Trung Quốc là không tuyệt đối hóa hydrogen xanh ngay từ đầu, mà cho phép phát triển hydrogen từ nhiều nguồn khác nhau trong giai đoạn đầu, bao gồm than, khí tự nhiên, sản phẩm phụ công nghiệp và năng lượng tái tạo. Cách tiếp cận này phản ánh rõ quan điểm coi hydrogen trước hết là công cụ hỗ trợ chuyển dịch năng lượng, chứ không phải mục tiêu môi trường thuần túy trong ngắn hạn.

Đối với Việt Nam, bài học này đặc biệt quan trọng. Trong bối cảnh hydrogen xanh chưa có khả năng cạnh tranh về chi phí, việc cho phép tận dụng hydrogen từ các nguồn hiện có (lọc hóa dầu, hóa chất, sản phẩm phụ công nghiệp), song song với từng bước thúc đẩy hydrogen sạch và hydrogen xanh, sẽ giúp hình thành thị trường ban đầu, tạo quy mô và tích lũy kinh nghiệm vận hành. Điều này phù hợp với thực tế Việt Nam hiện vẫn đang sử dụng chủ yếu hydrogen xám và chưa hình thành chuỗi giá trị hydrogen hoàn chỉnh.

#### (2). Vai trò dẫn dắt của doanh nghiệp nhà nước trong hạ tầng hydrogen

Trung Quốc giao vai trò nòng cốt cho các doanh nghiệp nhà nước lớn trong lĩnh vực năng lượng như CNPC, Sinopec và Pipe China trong phát triển hạ tầng hydrogen, đặc biệt là đường ống, lưu trữ và trạm tiếp nhiên liệu. Đây là những hạng mục đòi hỏi vốn đầu tư lớn, thời gian thu hồi dài và rủi ro cao - những yếu tố mà khu vực tư nhân khó đảm nhận trong giai đoạn đầu.

Kinh nghiệm này cho thấy, để phát triển hydrogen ở quy mô hệ thống, Nhà nước cần giữ vai trò kiến tạo và đầu tư môi, thông qua các doanh nghiệp nhà nước hoặc cơ chế đối tác công - tư. Đối với Việt Nam, các tập đoàn năng lượng nhà nước có thể đóng vai trò tương tự trong việc nghiên cứu, thử nghiệm và từng bước xây dựng hạ tầng hydrogen, đặc biệt tại các khu công nghiệp, trung tâm năng lượng và cảng biển lớn.

### (3). Phát triển hydrogen theo mô hình cụm và thí điểm địa phương

Một điểm nổi bật trong chiến lược của Trung Quốc là đẩy mạnh phát triển các cụm hydrogen địa phương, gắn với các trung tâm công nghiệp, logistics và sản xuất phương tiện chạy bằng pin nhiên liệu. Các cụm này không chỉ giúp giảm chi phí vận chuyển hydrogen mà còn tạo điều kiện cho việc thử nghiệm chính sách, công nghệ và mô hình kinh doanh mới.

Việt Nam có thể học tập mô hình này bằng cách lựa chọn một số địa bàn có lợi thế về công nghiệp, năng lượng tái tạo và hạ tầng logistics để triển khai thí điểm hydrogen, thay vì triển khai dàn trải trên phạm vi cả nước. Việc hình thành các “cụm hydrogen” sẽ giúp tối ưu hóa nguồn lực, tạo hiệu ứng lan tỏa và rút ngắn quá trình học hỏi.

### (4). Ưu tiên giao thông vận tải làm động lực tạo cầu hydrogen

Khác với nhiều quốc gia ưu tiên hydrogen cho công nghiệp nặng, Trung Quốc lựa chọn giao thông vận tải, đặc biệt là xe chạy bằng pin nhiên liệu, làm lĩnh vực tạo cầu chủ đạo trong giai đoạn đầu. Thông qua các chương trình thí điểm, cơ chế thưởng cho địa phương và hỗ trợ hạ tầng trạm tiếp nhiên liệu, Trung Quốc đã nhanh chóng hình thành thị trường tiêu thụ hydrogen ban đầu.

Đối với Việt Nam, bài học ở đây là cần xác định rõ lĩnh vực ưu tiên tạo cầu, thay vì kỳ vọng hydrogen sẽ đồng thời phát triển ở mọi lĩnh vực. Trong điều kiện hiện nay, việc nghiên cứu ứng dụng hydrogen trong giao thông vận tải hạng nặng, logistics hoặc một số tuyến vận tải chuyên biệt có thể là hướng tiếp cận phù hợp hơn so với triển khai đại trà.

### (5). Chuyển dần từ trợ cấp trực tiếp sang cơ chế thưởng theo kết quả

Trung Quốc đang từng bước thay thế trợ cấp trực tiếp cho người tiêu dùng bằng cơ chế thưởng cho địa phương và cụm công nghiệp thí điểm, dựa trên kết quả triển khai thực tế. Cách tiếp cận này giúp hạn chế gánh nặng ngân sách, đồng thời khuyến khích chính quyền địa phương chủ động đổi mới và cạnh tranh lành mạnh.

Đây là kinh nghiệm có giá trị đối với Việt Nam, trong bối cảnh nguồn lực tài chính công còn hạn chế. Thay vì áp dụng trợ cấp diện rộng, Việt Nam có thể thiết kế các cơ chế hỗ trợ có điều kiện, gắn với mục tiêu cụ thể như số lượng dự án thí điểm, mức độ giảm phát thải hoặc hiệu quả sử dụng hydrogen.

#### (6). Phát triển tiêu chuẩn và định nghĩa hydrogen theo lộ trình riêng

Trung Quốc cho phép các tổ chức ngành, điển hình như China Hydrogen Alliance, ban hành các tiêu chí phân loại hydrogen trong giai đoạn đầu, trước khi Nhà nước ban hành tiêu chuẩn chính thức. Điều này giúp thị trường có “ngôn ngữ chung” để phát triển, dù các tiêu chí này có thể chưa nghiêm ngặt như tiêu chuẩn của EU.

Bài học rút ra cho Việt Nam là không nhất thiết phải chờ đợi một hệ thống tiêu chuẩn hoàn chỉnh ngay từ đầu. Việc ban hành các hướng dẫn, tiêu chí tạm thời hoặc thí điểm có thể giúp doanh nghiệp định hướng đầu tư và triển khai dự án, đồng thời tạo cơ sở thực tiễn để hoàn thiện khung pháp lý sau này.

#### (7). Hydrogen được xem là giải pháp dài hạn, không phải “lời giải ngay lập tức”

Một điểm đáng lưu ý trong chiến lược của Trung Quốc là hydrogen được coi là giải pháp khử carbon và ổn định hệ thống năng lượng trong dài hạn, chứ không phải công cụ thay thế ngay lập tức cho nhiên liệu hóa thạch. Trong ngắn hạn, Trung Quốc chấp nhận phát triển hydrogen từ nhiều nguồn khác nhau, kể cả các nguồn phát thải cao, nhằm xây dựng thị trường và năng lực công nghiệp.

Đối với Việt Nam, điều này gợi mở rằng hydrogen cần được đặt trong tầm nhìn dài hạn, gắn với mục tiêu Net Zero và tái cấu trúc hệ thống năng lượng, thay vì kỳ vọng mang lại hiệu quả tức thời. Việc xây dựng lộ trình rõ ràng, phân kỳ theo giai đoạn và chấp nhận các giải pháp chuyển tiếp là yếu tố then chốt để phát triển hydrogen một cách thực tế và bền vững.

### **\* Kết luận**

Từ kinh nghiệm của Trung Quốc, có thể rút ra một số hàm ý chính sách quan trọng cho Việt Nam: (i) phát triển hydrogen cần bám sát điều kiện thực tế và năng lực công nghiệp trong nước; (ii) Nhà nước giữ vai trò dẫn dắt trong giai đoạn đầu, đặc biệt về hạ tầng; (iii) triển khai theo mô hình thí điểm, cụm địa phương và có trọng tâm; (iv) ưu tiên tạo cầu thông qua một số lĩnh vực phù hợp; và (v) xây dựng chính sách, tiêu chuẩn theo lộ trình linh hoạt, có điều chỉnh dựa trên thực tiễn.

Những bài học này cho thấy hydrogen không chỉ là vấn đề công nghệ hay

môi trường, mà là bài toán chiến lược tổng hợp về năng lượng, công nghiệp và phát triển kinh tế. Việc vận dụng phù hợp kinh nghiệm của Trung Quốc sẽ giúp Việt Nam tránh được những bước đi nóng vội, đồng thời tận dụng được cơ hội để hình thành ngành năng lượng hydrogen theo hướng hiệu quả, bền vững và phù hợp với điều kiện quốc gia.

## **IX. NHẬT BẢN**

### **1. Chiến lược hydrogen của 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 CO<sub>2</sub>, 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 [ ]. 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.

Đến ngày 6/6/2023, trước những thay đổi về địa chính trị và sự tiến bộ nhanh chóng của công nghệ, Nhật Bản đã công bố bản sửa đổi chiến lược với các mục tiêu tham vọng hơn nhiều:

- Mục tiêu cung ứng:
  - Năm 2030: Đạt 3 triệu tấn/năm (tăng từ mục tiêu 2 triệu tấn trước đó).
  - Năm 2040: Đạt 12 triệu tấn/năm.

- Năm 2050: Đạt khoảng 20 triệu tấn/năm.
- Giá trị kinh tế: Kỳ vọng thị trường hydrogen toàn cầu sẽ mang lại doanh thu 2,5 nghìn tỷ USD vào năm 2050 và Nhật Bản muốn chiếm lĩnh thị phần cốt lõi.
- Công nghệ điện phân: Đặt mục tiêu các doanh nghiệp Nhật Bản đạt tổng công suất lắp đặt thiết bị điện phân đạt 15 GW vào năm 2030 (so với mức dưới 1 GW hiện nay).

## 2. Lộ trình 3 giai đoạn hướng tới “Xã hội Hydrogen”

Chính phủ Nhật Bản thiết lập một lộ trình rõ ràng, chuyển đổi từ việc ứng dụng quy mô nhỏ sang tích hợp toàn diện vào nền kinh tế.

Giai đoạn 1: Chiếm lĩnh thị trường công nghệ (Từ 2017)

Trọng tâm là thương mại hóa các thiết bị đầu cuối. Nhật Bản tập trung vào:

- Pin nhiên liệu cố định (ENE-FARM): Sử dụng cho các hộ gia đình để sản xuất điện và nhiệt.
- Phương tiện chạy bằng pin nhiên liệu (FCV): Điển hình là dòng xe Toyota Mirai. Mục tiêu là thiết lập vị thế dẫn đầu thế giới về R&D và sản xuất pin nhiên liệu.

Giai đoạn 2: Thiết lập hệ thống cung ứng quy mô lớn (Nửa cuối thập niên 2020)

Đây là giai đoạn chuyển dịch từ sử dụng đơn lẻ sang hệ thống:

- Bắt đầu sản xuất điện từ hydrogen ở quy mô công nghiệp (đốt kèm hoặc đốt 100% hydrogen).
- Đa dạng hóa nguồn cung, khai thác các nguồn năng lượng chưa sử dụng (như than nâu tại Úc kết hợp CCS) để tạo ra cấu trúc năng lượng thứ cấp mới bên cạnh điện và nhiệt truyền thống.

Giai đoạn 3: Hiện thực hóa Hydrogen không phát thải (Khoảng năm 2040)

Mục tiêu cuối cùng là thiết lập chuỗi cung ứng hoàn toàn sạch:

- Kết hợp sản xuất hydrogen từ hóa thạch với công nghệ thu giữ

và lưu trữ Carbon (CCS).

- Sản xuất Hydrogen Xanh hoàn toàn từ năng lượng tái tạo thông qua điện phân nước.

### **3. Thiết lập chuỗi cung ứng quốc tế và Cơ sở hạ tầng**

Vì diện tích hạn chế và chi phí năng lượng tái tạo trong nước cao, chiến lược của Nhật Bản dựa trọng tâm vào việc nhập khẩu hydrogen.

#### **3.1. Những đối tác chiến lược**

- Úc: Dự án Chuỗi cung ứng năng lượng Hydrogen (HESC) sử dụng than nâu tại bang Victoria kết hợp CCS để sản xuất hydrogen hóa lỏng và vận chuyển về Nhật Bản.
- Brunei: Dự án cung cấp hydrogen dưới dạng Methylcyclohexane (MCH), một chất mang hydrogen lỏng ổn định ở điều kiện thường.

#### **3.2. Hạ tầng vận chuyển và lưu trữ**

Nhật Bản đầu tư mạnh mẽ vào các phương thức vận tải đường dài:

- Vận chuyển đường biển: Phát triển tàu chở hydrogen hóa lỏng đầu tiên trên thế giới (Suiso Frontier).
- Hạ tầng trong nước: Xây dựng các trạm nạp hydrogen và hệ thống đường ống khí nén tại các cụm công nghiệp lớn.

### **4. Biện pháp hỗ trợ và nguồn lực tài chính**

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: Dừng 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/Nm<sup>3</sup>. (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.

## **5. Thách thức và rào cản**

Mặc dù có chiến lược bài bản, Nhật Bản vẫn phải đối mặt với các thách thức:

- Hạ tầng trạm nạp: Chi phí xây dựng một trạm nạp hydrogen cực kỳ cao và quy định an toàn khắt khe làm chậm tiến độ phổ cập xe FCV.
- Hiệu suất năng lượng: Quá trình điện phân, nén, hóa lỏng và vận chuyển gây tổn thất năng lượng đáng kể.
- Sự cạnh tranh: Các khu vực như Mỹ (với đạo luật IRA) và EU đang thu hút mạnh vốn đầu tư vào hydrogen, tạo áp lực cạnh tranh công nghệ với Nhật Bản.

## **6. Phân tích kinh tế và so sánh chi phí**

Để hydrogen trở thành nguồn năng lượng phổ biến, Nhật Bản đã xác định

việc giảm chi phí là yếu tố sống còn. Dưới đây là bảng so sánh mục tiêu giá thành hydrogen so với các nguồn năng lượng truyền thống theo lộ trình của Chính phủ Nhật Bản.

**Bảng: So sánh mục tiêu chi phí Hydrogen tại Nhật Bản**

| Chỉ tiêu                              | Hiện tại (Ước tính) | Mục tiêu 2030   | Mục tiêu 2050    | So sánh với LNG (Hiện tại) |
|---------------------------------------|---------------------|-----------------|------------------|----------------------------|
| <b>Giá thành (Yên/Nm<sup>3</sup>)</b> | ~100 - 150          | <b>30</b>       | <b>20</b>        | ~12 - 15                   |
| <b>Giá thành (USD/kg)</b>             | ~7.5 - 11.0         | <b>~2.35</b>    | <b>~1.50</b>     | ~1.0 - 1.2                 |
| <b>Quy mô cung ứng</b>                | Rất nhỏ             | 3 triệu tấn/năm | 20 triệu tấn/năm | -                          |

Hiện tại, giá hydrogen cao gấp 7-10 lần so với khí tự nhiên hóa lỏng (LNG). Mục tiêu của Nhật Bản là đưa giá hydrogen xuống mức cạnh tranh với LNG (tính theo nhiệt năng quy đổi) vào năm 2050 để đảm bảo tính khả thi về kinh tế cho các nhà máy điện.

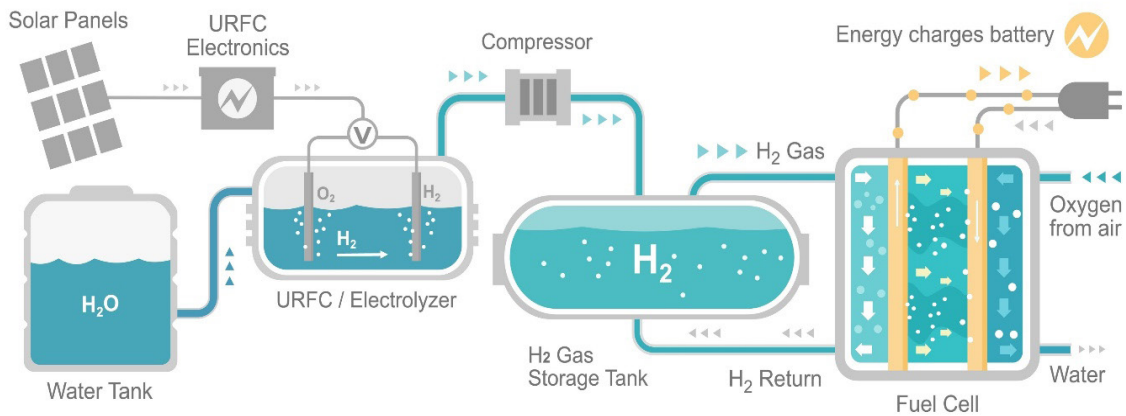
## 7. Một số doanh nghiệp tiên phong trong lĩnh vực hydrogen tại Nhật Bản

Nhật Bản sở hữu một chuỗi giá trị hydrogen khép kín từ khâu sản xuất, vận chuyển đến ứng dụng cuối cùng với sự tham gia của các tập đoàn đa quốc gia hàng đầu.

### 7.1. Phân khúc Sản xuất và Thiết bị Điện phân

- **Asahi Kasei:** Tập đoàn đi đầu thế giới về công nghệ điện phân nước kiềm (Alkaline). Họ đã vận hành hệ thống điện phân 10MW tại Fukushima (FH2R) - một trong những cơ sở lớn nhất thế giới.
- **Mitsubishi Power:** Tập trung vào các thiết bị điện phân quy mô lớn và đặc biệt là công nghệ tuabin khí đốt kèm hydrogen (co-firing) cho các nhà máy điện.

## Green Hydrogen Fuel Cell energy

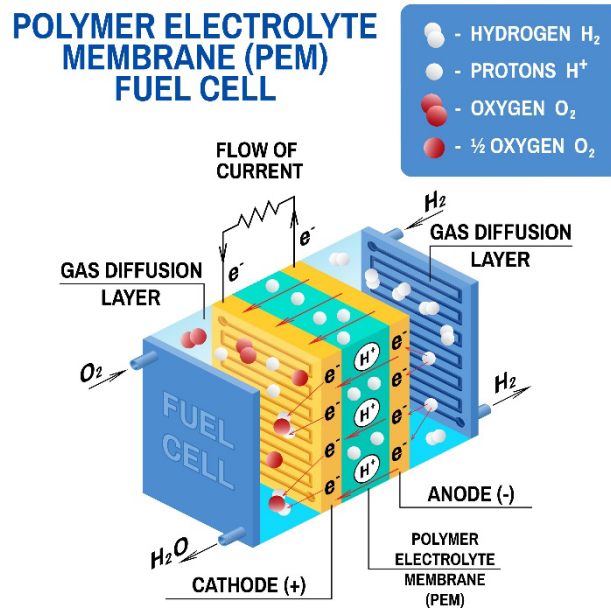


### 7.2. Phân khúc Vận chuyển và Lưu trữ (Chuỗi cung ứng)

- **Kawasaki Heavy Industries (KHI):** “Kiến trúc sư” của chuỗi cung ứng hydrogen hóa lỏng. KHI đã đóng tàu chở hydrogen hóa lỏng đầu tiên thế giới (Suiso Frontier) và phát triển các bồn chứa hydrogen lỏng không lò.
- **IHI Corporation:** Tập trung vào chuỗi cung ứng **Ammonia xanh** (một dẫn xuất của hydrogen dễ vận chuyển hơn). IHI dẫn đầu công nghệ đốt ammonia trong các nhà máy nhiệt điện than để giảm phát thải.
- **Chiyoda Corporation:** Phát triển công nghệ SPERA Hydrogen, sử dụng Methylcyclohexane (MCH) làm chất mang hydrogen lỏng ở nhiệt độ và áp suất thường.

### 7.3. Phân khúc Ứng dụng cuối cùng (Giao thông & Điện năng)

- **Toyota Motor:** Tiên phong với dòng xe Mirai chạy pin nhiên liệu (FCV). Toyota cũng đang phát triển động cơ đốt trong chạy trực tiếp bằng hydrogen lỏng cho các giải pháp đưa xe và vận tải nặng.
- **JERA:** Liên doanh năng lượng lớn nhất Nhật Bản, đang dẫn đầu các dự án thử nghiệm đốt kèm hydrogen và ammonia tại các nhà máy điện quy mô lớn để thay thế dần nhiên liệu hóa thạch.
- **Panasonic:** Chiếm thị phần lớn trong lĩnh vực pin nhiên liệu cố định (ENE-FARM) dùng cho hộ gia đình và các tòa nhà thương mại.



Tóm lại, con đường phát triển hydrogen của Nhật Bản không chỉ là một dự án môi trường mà là một chiến lược quốc gia tổng thể để tái cấu trúc nền kinh tế. Với việc ban hành và liên tục cập nhật Chiến lược Hydrogen Cơ bản, Nhật Bản đã chứng minh rằng: để phát triển năng lượng sạch, cần một sự kết hợp giữa tầm nhìn dài hạn của chính phủ, năng lực sáng tạo của doanh nghiệp và nguồn lực tài chính bền bỉ.

Đối với Việt Nam, kinh nghiệm của Nhật Bản trong việc xây dựng lộ trình 3 giai đoạn và cách tiếp cận chuỗi cung ứng quốc tế là những bài học vô giá. Khi Việt Nam bắt đầu triển khai Chiến lược Hydrogen của riêng mình, việc hợp tác với các đối tác hàng đầu như Nhật Bản sẽ là cơ hội để đi tắt đón đầu về công nghệ và hạ tầng, góp phần thực hiện cam kết Net Zero một cách hiệu quả nhất.

## X. AN ĐỘ

### 1. Thực trạng tình hình triển khai năng lượng hydrogen tại Ấn Độ

Ấn Độ hiện đang nhập khẩu hơn 40% nhu cầu năng lượng sơ cấp, trị giá hơn 90 tỷ USD mỗi năm. Các ngành công nghiệp chính như giao thông vận tải và sản xuất công nghiệp phụ thuộc đáng kể vào nhiên liệu hóa thạch nhập khẩu. Ấn Độ đặt mục tiêu trở thành quốc gia độc lập về năng lượng vào năm 2047 và đạt được Mức Phát thải Ròng bằng 0 vào năm 2070. Để đạt được mục tiêu và cam kết của mình, Ấn Độ đã nhận thức được vai trò quan trọng của Hydrogen.

Với tiềm năng năng lượng tái tạo khổng lồ và cơ sở công nghiệp vững chắc, Ấn Độ có tham vọng trở thành trung tâm toàn cầu về sản xuất hydro xanh và đang thực hiện sứ mệnh đưa sản lượng hydro xanh hàng năm của mình lên 5 triệu tấn.

Ấn Độ sở hữu một trong những lưới điện đồng bộ lớn nhất thế giới, có khả năng xử lý năng lượng tái tạo không liên tục và đã đạt được mục tiêu ‘Một Quốc gia - Một Lưới điện - Một Tần số’. Máy điện phân, thiết bị cốt lõi cho sản xuất Hydrogen, đòi hỏi nguồn điện ổn định và liên tục để vận hành hiệu quả và ngăn ngừa hư hỏng. Vì Hydrogen được sản xuất chủ yếu từ năng lượng tái tạo, nên sự biến động trong sản xuất điện từ năng lượng mặt trời và gió có thể làm gián đoạn sản xuất trừ khi lưới điện được quản lý hiệu quả. Do công suất tải cơ sở cao cùng với năng lượng tái tạo, lưới điện quốc gia (Lưới điện Ấn Độ) rất ổn định để cung cấp năng lượng tái tạo cho các nhà phát triển, hỗ trợ sản xuất Hydrogen và các sản phẩm phái sinh của nó. Các chính sách khác nhau của Chính phủ Ấn Độ như miễn Phí Truyền tải Liên bang (ISTS), kết nối nhanh hơn và một số chính sách hỗ trợ của chính quyền các bang, các điều khoản ngân hàng... tạo điều kiện thuận lợi cho việc tiếp cận nguồn điện tái tạo giá rẻ cho các nhà phát triển chuỗi giá trị Hydrogen.

Sứ mệnh Hydrogen Quốc gia là một bước đi mang tính tầm nhìn của Chính phủ Ấn Độ trong quá trình chuyển đổi năng lượng và sẽ giúp giảm sự phụ thuộc của Ấn Độ vào các nguồn nhiên liệu hóa thạch. Sứ mệnh này đặt mục tiêu đưa Ấn Độ trở thành Trung tâm Toàn cầu về Sản xuất, Sử dụng và Xuất khẩu Hydrogen và các sản phẩm phái sinh của nó. Sứ mệnh sẽ hỗ trợ Ấn Độ trong quá trình phi carbon hóa, hướng tới mục tiêu Không Phát thải và Độc lập về năng lượng. Cho đến nay, một số bước đã được thực hiện thông qua các chương trình khuyến khích liên kết sản xuất (PLI) để sản xuất máy điện phân (Sáng kiến Sản xuất tại Ấn Độ) và Hydrogen. Một số chương trình thí điểm trong lĩnh vực Vận tải biển, Thép và Giao thông vận tải đã được công bố để khuyến khích sự tham gia của các ngành công nghiệp.

Tiêu chuẩn và Quy định đã được ban hành và đang được xây dựng để đảm bảo chất lượng và an toàn của hệ sinh thái Hydrogen. Các quy định thuận lợi mới nổi về sản xuất, lưu trữ và sử dụng Hydrogen đã hợp lý hóa quy trình và giảm chi phí cho các nhà phát triển. Tất cả các Bộ, Ban, Ngành, Cơ quan và

Cơ quan liên quan của Chính quyền Trung ương và Tiểu bang đã thực hiện

các bước đi tập trung và phối hợp để đảm bảo đạt được thành công các mục tiêu của Sứ mệnh. Bộ Năng lượng Mới và Tái tạo (MNRE) chịu trách nhiệm điều phối và thực hiện Sứ mệnh. Ấn Độ có lợi thế về đường bờ biển dài và nguồn nước dồi dào cùng với một số cảng biển tạo điều kiện thuận lợi cho việc xuất khẩu Hydrogen. Các khu vực này có thể hỗ trợ sản xuất và/hoặc sử dụng Hydro quy mô lớn đã được xác định và phát triển thành các Trung tâm Hydrogen. Trong các bước đầu, ba cảng là Deendayal (Kandla, Gujarat), Paradip (Odisha) và V.O. Chidambaranar (Tuticorin, Tamil Nadu) đã được xác định là nơi phát triển các Trung tâm Hydrogen.

Ấn Độ sở hữu nguồn nhân lực dồi dào trong lĩnh vực EPC (Kỹ thuật, Mua sắm và Xây dựng) để thực hiện các dự án Hydrogen quy mô lớn. Các công ty EPC đóng vai trò quan trọng trong việc xây dựng cơ sở hạ tầng, thúc đẩy công nghiệp hóa và tạo ra cơ hội việc làm, đóng góp vào sự phát triển và đổi mới công nghệ bản địa để đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng của Ấn Độ, đồng thời thúc đẩy nhu cầu về kỹ sư và kỹ thuật viên lành nghề, thúc đẩy giáo dục kỹ thuật và phát triển kỹ năng tại Ấn Độ.

Ấn Độ có nguồn nhân lực là các kỹ sư, kỹ thuật viên và quản lý dự án lành nghề, giàu kinh nghiệm trong nhiều lĩnh vực như năng lượng, cơ sở hạ tầng và nhà máy công nghiệp. Giáo dục kỹ thuật tại Ấn Độ hướng tới năng lực kỹ năng cao với nhiều trường cao đẳng kỹ thuật và học viện kỹ thuật, tạo ra nguồn nhân lực lành nghề ổn định cho lĩnh vực EPC. Nhiều công ty EPC của Ấn Độ đã thực hiện các dự án quy mô lớn trên toàn thế giới (kinh nghiệm toàn cầu), tích lũy kinh nghiệm và chuyên môn về các tiêu chuẩn và thông lệ quốc tế tốt nhất. Chi phí lao động tương đối thấp hơn so với các nền kinh tế phát triển góp phần nâng cao khả năng cạnh tranh về chi phí của các công ty EPC Ấn Độ.

Tham vọng phát triển hydro của Ấn Độ cũng đã thu hút các công ty toàn cầu đầu tư vào quốc gia này. Một số thành viên của Hiệp hội Pin Nhiên liệu & Năng lượng Hydro (FCHEA) đang trực tiếp tham gia vào các dự án phát triển trên khắp đất nước:

- Nel ASA, một nhà sản xuất máy điện phân của Na Uy, đã hợp tác với Reliance Industries Limited (RIL) để cấp cho RIL quyền độc quyền sản xuất công nghệ kiềm của Nel tại Ấn Độ.

- Ceres Power, nổi tiếng với công nghệ điện phân oxit rắn, đang tích cực tham gia thử nghiệm thí điểm tại trung tâm R&D của Shell ở Bangalore .

- PDC Machines đã hợp tác với Kirloskar Pneumatic Company Limited (KPCL) để phân phối máy nén màng của PDC và sử dụng các dịch vụ hỗ trợ tại thị trường Ấn Độ.

- Accelera by Cummins và GAIL, một công ty khí đốt tự nhiên của Ấn Độ, gần đây đã ký Biên bản ghi nhớ (MOU) để hợp tác sản xuất, pha trộn, vận chuyển và lưu trữ hydro tại Ấn Độ. Quan hệ đối tác này cũng sẽ đánh giá và phát triển các dự án ứng dụng hydro trong nhiều lĩnh vực, bao gồm vận tải, điện và thép.

- John Cockerill gần đây đã thông báo AM Green đã đặt hàng một máy điện phân 1,3 GW cho dự án amoniac xanh hàng triệu tấn của mình. Theo thỏa thuận này, John Cockerill và AM Green cũng đang phát triển một nhà máy sản xuất 2 GW mỗi năm tại Kakinada, Ấn Độ. Ngoài ra, Coal India Limited đã cam kết cung cấp khoảng 4.500 MW năng lượng tái tạo để vận hành các máy điện phân tại các nhà máy.

- Ballard đã hợp tác với Adani Group để triển khai xe tải chạy bằng hydro đầu tiên phục vụ hậu cần khai thác tại mỏ của chính phủ Chhattisgarh.

Một số dự án lớn cũng đã và đang được triển khai từ các đơn vị khác tại Ấn Độ. NTPC Green Energy Ltd đang dẫn đầu việc phát triển một trung tâm Hydrogen trị giá 21 tỷ USD tại Pudimadaka, Andhra Pradesh. Dự án này bao gồm một cơ sở sản xuất, khu hóa chất xanh, kho chứa hóa chất, cơ sở hạ tầng cảng, trạm biến áp 7 GW, nhà máy khử muối 80 triệu lít/ngày và nhà máy xử lý nước thải, tất cả đều trên diện tích 1.600 mẫu Anh. Mục tiêu là tạo ra một hệ sinh thái Hydrogen tích hợp hoàn toàn để làm hình mẫu cho các trung tâm tương lai trên khắp đất nước. Tại miền Tây Ấn Độ, Cảng vụ Deendayal (DPA) đang sử dụng máy điện phân cho một nhà máy Hydrogen sắp tới tại cảng Kandla. Một lĩnh vực mục tiêu lớn khác của hydrogem là trong lĩnh vực thép, nơi Ấn Độ đang chuyển đổi sang các phương pháp sản xuất sắt khử trực tiếp carbon thấp (DRI). Tại bang Andhra Pradesh, miền Nam Ấn Độ, Juno Joule Green Energy đã ký Biên bản ghi nhớ với công ty năng lượng sạch của Đức Select Energy GmbH để cùng phát triển một cơ sở hydro và amoniac xanh hướng tới xuất khẩu. Với tổng vốn đầu tư dự

kiến là 1,3 tỷ USD, dự án sẽ được phát triển thành ba giai đoạn, dự kiến sản xuất khoảng 180 KTPA Hydrogen vào năm 2029, sau đó chuyển đổi thành một triệu tấn amoniac xanh mỗi năm để xuất khẩu. Việc xây dựng dự kiến sẽ bắt đầu vào năm 2026.

Mặc dù phải đến năm 2026, nước này mới cho ra sản lượng hydro xanh đầu tiên, nhưng Ấn Độ đã đàm phán các thỏa thuận song phương với Liên minh châu Âu, Nhật Bản và các quốc gia khác để bắt đầu xuất khẩu loại nhiên liệu này.

Giá Hydrogen cuối cùng sẽ quyết định liệu có thể chuyển từ các dự án thí điểm sang phát triển quy mô lớn hay không. Các cuộc đấu thầu gần đây do IOCL và HPCL tổ chức, với giá trúng thầu dao động từ 3,73 đến 3,83 USD/kg (chưa bao gồm GST) của L&T và Ocior Energy, cho thấy mức giá lạc quan đối với Hydrogen. Tuy nhiên, các giá thầu khác đã lên tới 6 USD/kg, phản ánh sự biến động trong cơ cấu chi phí. Ngoài ra, các cuộc đấu thầu ngược amoniac xanh gần đây của Tập đoàn Năng lượng Mặt trời Ấn Độ theo chương trình SIGHT đã phát hiện ra chi phí amoniac bình quân thấp kỷ lục trong khoảng từ 583 đến 641 USD/tấn, tương đương với chi phí hydro khoảng từ 2,98 đến 3,28 USD/kg, cho thấy khả năng chi phí đang được cải thiện nhanh chóng.

## **2. Chính sách nổi bật của Ấn Độ nhằm phát triển công nghiệp Hydrogen**

### *2.1 Sứ mệnh Hydrogen Quốc gia của Ấn Độ*

Sứ mệnh Hydrogen Quốc gia của Ấn Độ đặt mục tiêu cung cấp một kế hoạch hành động toàn diện để thiết lập một hệ sinh thái Hydrogen và thúc đẩy phản ứng mang tính hệ thống trước những cơ hội và thách thức của ngành này. Nội các Liên bang đã phê duyệt Sứ mệnh Hydrogen Quốc gia vào ngày 4/1/2023. Chi phí ban đầu cho Sứ mệnh là 19.744 crore Rupee, bao gồm 17.490 crore Rupee cho chương trình SIGHT, 1.466 crore Rupee cho các dự án thí điểm (455 crore Rupee đến năm tài chính 2029-30 cho các dự án thép carbon thấp, 496 crore Rupee đến năm tài chính 2025-2026 cho các dự án thí điểm về giao thông, 115 crore Rupee đến năm tài chính 2025-2026 cho các dự án thí điểm về vận tải biển, 400 crore Rupee đến năm tài chính 2025-2026 cho các Trung tâm và các dự án khác), 400 crore Rupee cho hoạt động R&D và 388 crore Rupee cho các thành phần khác của Sứ mệnh.

MNRE đã xây dựng hướng dẫn thực hiện chương trình cho các thành phần

tương ứng. Nhiệm vụ này sẽ mang lại những kết quả khả thi sau đây vào năm 2030:

- Phát triển công suất sản xuất Hydrogen ít nhất 5 MMT (Triệu Tấn) mỗi năm
- Tổng vốn đầu tư hơn 800.000 tỷ Rupee
- Tạo ra hơn 600.000 việc làm
- Giảm nhập khẩu nhiên liệu hóa thạch tích lũy hơn 100.000 tỷ Rupee
- Giảm gần 50 MMT khí thải nhà kính hàng năm

Sứ mệnh được đề xuất triển khai theo từng giai đoạn, ban đầu tập trung vào việc triển khai Hydrogen trong các lĩnh vực đã và đang sử dụng hydro, và phát triển một hệ sinh thái cho các hoạt động Nghiên cứu & Phát triển, Quy định và các dự án Thí điểm. Giai đoạn sau của Sứ mệnh sẽ xây dựng dựa trên các hoạt động nền tảng này và thực hiện các sáng kiến Hydrogen trong các lĩnh vực mới của nền kinh tế.

*Các lĩnh vực trọng tâm chính của mỗi giai đoạn được xác định như sau:*

#### A. Giai đoạn I (năm tài chính 2022-2023 đến 2025-2026)

Trọng tâm của Giai đoạn I sẽ là tạo ra nhu cầu đồng thời đảm bảo nguồn cung đầy đủ bằng cách tăng năng lực sản xuất thiết bị điện phân trong nước. Để đảm bảo chương trình Sản xuất tại Ấn Độ ngay từ giai đoạn đầu, một loạt các ưu đãi nhằm nội địa hóa chuỗi giá trị và tăng cường sản xuất và tiếp nhận Hydrogen đang được xây dựng. Việc sử dụng trong các nhà máy lọc dầu, phân bón và khí đốt đô thị cũng sẽ tạo ra nhu cầu bền vững để hỗ trợ các khoản đầu tư mới vào sản xuất Hydrogen. Giai đoạn đầu tiên cũng sẽ đặt nền tảng cho quá trình chuyển đổi năng lượng trong tương lai ở các lĩnh vực khó giảm thiểu khác bằng cách tạo ra động lực Nghiên cứu và Phát triển cần thiết. Trong giai đoạn này, các dự án thí điểm đang được thực hiện để khởi động quá trình chuyển đổi xanh trong sản xuất thép, vận tải đường dài và vận tải biển. Song song đó, công việc sẽ được bắt đầu để thiết lập khuôn khổ quy định và tiêu chuẩn nhằm tạo điều kiện cho sự phát triển của ngành, đồng thời cho phép hài hòa hóa và tương tác với các tiêu chuẩn quốc tế. Việc mở rộng quy mô sản xuất và sử dụng Hydrogen, và các biện pháp được đề xuất trong Sứ mệnh trong giai đoạn đầu tiên, dự kiến sẽ giảm chi phí,

cho phép triển khai Hydrogen rộng rãi và quy mô hơn trong giai đoạn tiếp theo.

## B. Giai đoạn II (năm tài chính 2026-2027 đến 2029-2030)

Chi phí Hydrogen dự kiến sẽ cạnh tranh được với các giải pháp thay thế dựa trên nhiên liệu hóa thạch trong lĩnh vực lọc dầu và phân bón vào đầu giai đoạn II, cho phép sản lượng tăng trưởng nhanh hơn.

Tùy thuộc vào diễn biến chi phí và nhu cầu thị trường, tiềm năng mở rộng quy mô thương mại các dự án dựa trên Hydrogen trong lĩnh vực thép, giao thông vận tải và vận tải biển sẽ được khai thác. Đồng thời, dự án đề xuất thực hiện các dự án thí điểm trong các lĩnh vực tiềm năng khác như đường sắt, hàng không. Các hoạt động R&D sẽ được mở rộng quy mô để phát triển sản phẩm.

Các hoạt động trong giai đoạn hai sẽ tăng cường sự thâm nhập vào tất cả các lĩnh vực tiềm năng để thúc đẩy quá trình khử cacbon sâu trong nền kinh tế.

Việc đạt được các mục tiêu của Sứ mệnh đòi hỏi một chiến lược toàn diện, phối hợp các nỗ lực trên nhiều lĩnh vực. Theo đó, chiến lược của Sứ mệnh bao gồm các biện pháp can thiệp nhằm:

- (i) tạo nhu cầu bằng cách nâng cao khả năng cạnh tranh của Hydrogen được sản xuất tại Ấn Độ cho xuất khẩu và thông qua tiêu dùng trong nước.
- (ii) giải quyết các hạn chế về phía cung thông qua khuôn khổ khuyến khích, và
- (iii) xây dựng một hệ sinh thái hỗ trợ mở rộng quy mô và phát triển.

### *Các Biện pháp Can thiệp Chiến lược cho Chuyển đổi Hydrogen (SIGHT)*

Chiến lược của Sứ mệnh bao gồm một chương trình khuyến khích toàn diện nhằm tạo điều kiện cho sự phát triển của chuỗi giá trị ngành công nghiệp Hydrogen trong nước. Một loạt các biện pháp khuyến khích tài chính và phi tài chính đa dạng và toàn diện được đề xuất theo Sứ mệnh nhằm khuyến khích sản xuất Hydrogen giá rẻ và sản xuất trong nước các thiết bị và công nghệ liên quan. Tùy thuộc vào thị trường và sự phát triển công nghệ, các chương trình và kế hoạch khuyến khích cụ thể sẽ tiếp tục được phát triển khi Sứ mệnh tiến triển. Ở giai đoạn đầu, hai cơ chế khuyến khích tài chính riêng biệt, nhằm hỗ trợ sản xuất máy điện phân trong nước và sản xuất Hydrogen, đã được xây dựng. Để đảm bảo

chất lượng và hiệu suất của thiết bị, tiêu chí đủ điều kiện tham gia đấu thầu cạnh tranh mua sắm Hydrogen và các sản phẩm phái sinh của nó sẽ quy định rõ ràng rằng dự án phải sử dụng thiết bị được Chính phủ Ấn Độ phê duyệt theo các tiêu chí chất lượng và hiệu suất cụ thể. Dự kiến các ưu đãi và biện pháp can thiệp được đề xuất trong chương trình sẽ giảm đáng kể chi phí của Hydrogen, cho phép áp dụng công nghệ này trong các lĩnh vực mới nổi và đảm bảo thiết lập một hệ sinh thái sản xuất trong nước bằng cách giảm thiểu rủi ro cho những nhà tiên phong và cung cấp hỗ trợ khả thi cho những đổi mới sáng tạo ban đầu trong ngành cho đến khi việc sản xuất Hydrogen và các sản phẩm phái sinh của nó đạt được quy mô và tính bền vững.

Để tạo điều kiện thuận lợi cho việc cung cấp năng lượng tái tạo, nhiều điều khoản chính sách hỗ trợ sẽ được mở rộng cho các dự án Hydrogen. Điều này bao gồm việc miễn phí truyền tải liên bang đối với năng lượng tái tạo được sử dụng để sản xuất Hydrogen.

Vì mục đích này, Chính phủ Ấn Độ sẽ thực hiện quy hoạch và triển khai tích hợp các công suất năng lượng tái tạo, cơ sở hạ tầng truyền tải, cơ sở vật chất để ngân hàng hóa điện, lưu trữ năng lượng và các dự án hệ thống điện liên quan.

Phát triển Cơ sở Hạ tầng: Sứ mệnh Hydrogen Quốc gia, với mục tiêu thúc đẩy việc triển khai Hydrogen như một nguồn năng lượng sạch, sẽ hỗ trợ phát triển các chuỗi cung ứng có thể vận chuyển và phân phối hydrogen hiệu quả. Điều này bao gồm việc sử dụng đường ống, tàu chở dầu, các cơ sở lưu trữ trung gian và mạng lưới phân phối chằng cuối cho cả xuất khẩu và tiêu dùng trong nước.

Bản đầy đủ của tài liệu Sứ mệnh tại liên kết <https://mnre.gov.in/national-greenhydrogen-mission/>

## ***2.2. Tiêu chuẩn Hydrogen cho Ấn Độ***

Ngày 19/8/2025, Chính phủ Ấn Độ đã công bố Tiêu chuẩn Hydrogen cho Ấn Độ. Tiêu chuẩn này do Bộ Năng lượng Mới và Tái tạo (MNRE) ban hành, Chính phủ Ấn Độ quy định ngưỡng phát thải mà các nhà sản xuất phải đáp ứng để hydro được phân loại là ‘Xanh’, tức là từ các nguồn tái tạo. Tiêu chuẩn này áp dụng cho cả Hydro được sản xuất bằng phương pháp điện phân và từ các phương pháp dựa trên sinh khối, đảm bảo một khuôn khổ toàn diện cho việc sản xuất hydro bền vững.

Bộ Năng lượng Mới và Tái tạo (MNRE) đã thiết lập một định nghĩa về Hydrogen sau khi tham khảo ý kiến của nhiều bên liên quan. Định nghĩa này quy định rằng lượng khí thải từ giếng đến cửa xả (tức là bao gồm xử lý nước, điện phân, tinh chế khí, sấy khô và nén hydro) phải được giới hạn ở mức không quá 2 kg CO<sub>2</sub> tương đương trên mỗi kg Hydro (kg CO<sub>2</sub> eq/kg H<sub>2</sub>).

Thông báo nhấn mạnh rằng MNRE sẽ xác định một phương pháp cụ thể để theo dõi, báo cáo và xác minh việc sản xuất Hydrogen trong suốt vòng đời của nó. Phương pháp này sẽ bao gồm việc đo lường lượng khí thải, giám sát việc tuân thủ và tiến hành kiểm tra tại chỗ đối với cả Hydrogen và các sản phẩm phái sinh của nó, chẳng hạn như Amoniac hoặc Methanol. Cục Hiệu quả Năng lượng (BEE), Bộ Điện lực đã được chỉ định là Cơ quan Đầu mối chịu trách nhiệm công nhận các cơ quan giám sát quy trình giám sát, xác minh và chứng nhận cho các dự án sản xuất Hydrogen.

### ***2.3. Các chính sách bổ sung***

Ngoài tuyên bố sứ mệnh cốt lõi, cả chính quyền trung ương và các bang ở Ấn Độ đều đang triển khai các chính sách bổ sung để hỗ trợ Sứ mệnh Hydrogen Quốc gia (NGHM). Bộ Điện lực (MoP), Chính phủ Ấn Độ (GoI) đã công bố chính sách miễn trừ Phí Truyền tải Liên bang (ISTS), Bộ Môi trường, Lâm nghiệp và Biến đổi Khí hậu (MoEFCC) đã xây dựng Giấy phép Môi trường để sản xuất Hydrogen/ Amoniac Xanh (GH<sub>2</sub>/GA) và các Quy tắc Tiếp cận Mở Xanh đã được MoP thông báo về các ưu đãi hoặc miễn trừ các loại phí khác nhau như phụ phí trợ cấp chéo, phí bổ sung, điều khoản ngân hàng... GoI đang xây dựng các chính sách khác nhau để hỗ trợ NGHM.

#### ***2.3.1 Miễn Phí ISTS***

Chính phủ Ấn Độ đang tạo động lực mạnh mẽ cho việc sản xuất Hydrogen bằng cách miễn phí ISTS trong thời hạn 25 năm kể từ ngày dự án được đưa vào vận hành, cho các đơn vị sản xuất GH<sub>2</sub>/GA, sử dụng Năng lượng Tái tạo (RE) (được đưa vào vận hành sau ngày 8/3/2019), Hệ thống Lưu trữ Bơm hoặc Hệ thống Lưu trữ Pin hoặc bất kỳ sự kết hợp lai nào của các công nghệ này. Các dự án được đưa vào vận hành trước hoặc vào ngày 31/12/2030 sẽ đủ điều kiện được miễn phí này. Các dự án sau ngày 31/12/2030 sẽ được áp dụng phí truyền tải phân cấp sau đó.

Quyết định này có hiệu lực kéo dài thời hạn áp dụng của ngày miễn trừ từ ngày 30/6/2025 đến ngày 31/12/2030.

### *2.3.2 Giấy phép Môi trường (EC) cho GH<sub>2</sub>/GA*

MoEFCC đã miễn trừ các nhà máy Amoniac Xanh khỏi các giấy phép môi trường trước đó theo Thông báo Đánh giá Tác động Môi trường năm 2006 được ban hành vào ngày 28/7/2023. MoEFCC quy định rằng các nhà máy độc lập sản xuất GH<sub>2</sub>/GA bằng phương pháp điện phân nước sử dụng RE sẽ không yêu cầu bất kỳ EC nào trước đó.

### *2.3.3 Tiếp cận Mở*

Chính phủ Ấn Độ đã ban hành Quy định về Điện (Thúc đẩy Năng lượng Tái tạo thông qua Tiếp cận Mở Năng lượng Xanh) năm 2022 vào ngày 6/6/2022, nhằm đẩy nhanh hơn nữa các chương trình năng lượng tái tạo của Ấn Độ, với mục tiêu đảm bảo quyền tiếp cận năng lượng xanh, đáng tin cậy, bền vững và giá cả phải chăng cho tất cả mọi người. Các đặc điểm và lợi ích nổi bật dành cho người tiêu dùng phổ thông từ ‘Quy định Tiếp cận Mở Năng lượng Xanh’ (GOAR) như sau:

- + Quyền Truy cập Mở Xanh được cấp cho bất kỳ người tiêu dùng nào và giới hạn giao dịch Truy cập Mở đã được giảm từ 1 MW xuống 100 kW đối với năng lượng xanh, để cho phép người tiêu dùng nhỏ cũng có thể mua năng lượng tái tạo thông qua quyền truy cập mở.

- + Người tiêu dùng có quyền yêu cầu cung cấp điện xanh từ các Công ty Phân phối Điện. Các Công ty Phân phối Điện sẽ có nghĩa vụ mua và cung cấp điện xanh cho những người tiêu dùng đủ điều kiện.

- + Các quy tắc này đã đơn giản hóa quy trình phê duyệt tổng thể để cấp quyền truy cập mở. Việc xử lý có giới hạn thời gian bằng cách đảm bảo tính thống nhất và minh bạch trong đơn đăng ký cũng như việc phê duyệt quyền truy cập mở thông qua cổng thông tin quốc gia đã được bắt buộc.

Việc phê duyệt Quyền Truy cập Mở Xanh sẽ được cấp trong vòng 15 ngày, nếu không sẽ được coi là đã được cấp.

- + Người tiêu dùng thương mại và công nghiệp được phép mua điện xanh

trên cơ sở tự nguyện.

+ Đảm bảo tính chắc chắn về các khoản phí truy cập mở sẽ được áp dụng cho Người tiêu dùng Truy cập Mở Năng lượng Xanh, bao gồm phí truyền tải, phí luân chuyển, phụ phí trợ cấp chéo, phí chờ (nếu có), phí ngân hàng và các loại phí khác.

+ Chính phủ Ấn Độ đã giới hạn phụ phí trợ cấp chéo cũng như loại bỏ một khoản phụ phí bổ sung để khuyến khích người tiêu dùng chuyển sang sử dụng năng lượng xanh.

+ Sẽ có một Nghĩa vụ Mua Năng lượng Tái tạo (RPO) thống nhất cho tất cả các đơn vị có nghĩa vụ xung quanh một đơn vị được cấp phép phân phối. GH<sub>2</sub>/GA cũng đã được đưa vào để thực hiện RPO.

+ Người tiêu dùng sẽ được cấp Chứng chỉ Xanh nếu họ sử dụng năng lượng xanh và cũng sẽ được tạo điều kiện thuận lợi.

#### *2.3.4 Cổng thông tin một cửa*

Cổng thông tin một cửa đã được xây dựng cho tất cả các thủ tục hành chính theo luật định và các giấy phép cần thiết để thuận tiện cho hoạt động kinh doanh.

#### *2.3.5 Chính sách của từng tiểu bang*

Một số tiểu bang ở Ấn Độ đã công bố Chính sách Hydrogen của mình, trong khi các tiểu bang khác đang trong quá trình ban hành.

Chính sách của một số chính quyền tiểu bang cụ thể như sau:

##### *2.3.5.1. Chính sách Hydro Maharashtra Harit*

Vào tháng 10/2023, chính quyền bang Maharashtra đã ban hành Chính sách Hydrogen, “Chính sách Hydro Maharashtra Harit” với mục tiêu đưa bang này trở thành bang tiên phong trong việc sản xuất và sử dụng Hydrogen. Một số đặc điểm chính của chính sách này được trình bày dưới đây:

*Mục tiêu:*

i. Đạt công suất sản xuất Hydrogen 500 kiloton mỗi năm (KTPA) vào năm 2030.

ii. Thúc đẩy quá trình khử cacbon trong các ngành công nghiệp và lĩnh vực năng lượng.

iii. Khuyến khích phát triển và xuất khẩu Hydrogen và các sản phẩm phái sinh của nó.

Ưu đãi:

i. Hỗ trợ chi phí vốn 30% sẽ được dành cho:

a. 3 dự án sản xuất Hydrogen trọng điểm đầu tiên.

b. 500 xe chở khách chạy bằng pin nhiên liệu hydro đầu tiên trong hoạt động vận tải của Tổng công ty Vận tải Đường bộ Bang Maharashtra (MSRTC) với mức trần tối đa là 60 Lakh Rupee/xe.

c. Phát triển Trạm Tiếp Nhiên liệu Hydro (HRS) với mức trần tối đa là 4,5 Crore Rupee.

d. Xây dựng hệ thống vận tải hydro qua đường ống (tối đa 10 km) được giới hạn ở mức 2,5 Crore Rupee.

ii. Hỗ trợ lãi suất 1% cho dự án vận tải hydro.

iii. Miễn 100% lệ phí trước bạ cho việc chuyển đổi đất.

iv. Giảm 60% phí truyền tải điện và phí vận chuyển trong 10 năm.

v. Bắt buộc sử dụng năng lượng tái tạo (RE) để sản xuất hydro.

vi. Miễn và giảm thuế điện và phụ phí.

vii. Cấp 50 Rupee/kg để pha trộn Hydrogen với CNG/PNG cho xe cộ (trong 5 năm).

#### *2.3.5.2 Chính sách Hydrogen của Odisha*

Odisha có chính sách năng lượng tái tạo tích hợp bao gồm Hydrogen và các sản phẩm phái sinh của nó để cung cấp các ưu đãi.

A. Nghị quyết Chính sách Công nghiệp (IPR) 2022: Chính sách này mang lại lợi ích cho các ngành công nghiệp tập trung vào năng lượng xanh. Các đơn vị

sản xuất Hydrogen và Amoniac Xanh được hưởng:

- i. Miễn 100% Thuế điện trong 20 năm.
- ii. STU, cùng với các khoản trợ cấp chéo và các khoản phụ phí bổ sung, cũng sẽ được miễn hoặc hoàn trả.
- iii. Hoàn trả giá điện 3 Rupee cho mỗi đơn vị điện năng tái tạo (RE) mua từ các Discom/GRIDCO địa phương trong 20 năm.
- iv. Trợ cấp vốn 30% cho nhà máy và máy móc.
- v. Đất sẽ được cấp với 50% giá ưu đãi công nghiệp hiện hành trong khu vực đó.
- vi. Ưu đãi 50% sẽ được dành cho các hoạt động đổi mới và R&D, giới hạn ở mức 10 Crore Rupee.
- vii. Ưu đãi 100% sẽ được áp dụng cho các khoản đóng góp ESI và EPF trong 7 năm.

B. Chính sách Năng lượng Tái tạo 2022: Chính sách này khuyến khích các dự án năng lượng tái tạo (RE) mang lại lợi ích gián tiếp cho Hydrogen như

- i. Miễn thuế điện cho RE được sử dụng trong 15 năm.
- ii. Giảm phí luân chuyển khi tiêu thụ RE.
- iii. Miễn thuế tem và các loại phí liên quan đến đất đai khác cho các dự án RE.

#### *2.2.5.3 Chính sách Hydrogen của Tây Bengal*

Chính quyền bang Tây Bengal đã ban hành Chính sách Hydrogen vào tháng 12/2023. Chính sách này sẽ có hiệu lực trong 5 năm kể từ ngày thông báo hoặc cho đến khi có bất kỳ sửa đổi nào từ chính quyền bang. Một số đặc điểm chính của chính sách này được trình bày dưới đây:

Mục tiêu:

- i. Xác định các trung tâm nhu cầu Hydrogen bằng bản đồ GIS.
- ii. Tạo điều kiện đầu tư vào việc thiết lập sản xuất GH<sub>2</sub>/GA.

iii. Thành lập Trung tâm Xuất sắc Bang (SCoE) để hỗ trợ các hoạt động R&D cho các mục tiêu kinh tế-kỹ thuật Đổi mới và hướng dẫn các tiểu bang khác ở Ấn Độ thực hiện tương tự.

iv. Xây dựng và thực hiện các chiến lược mua sắm và thương mại để thu mua và trao đổi tài nguyên  $\text{GH}_2/\text{GA}$ .

v. Tạo việc làm bằng cách tận dụng sự phát triển của  $\text{GH}_2/\text{GA}$ .

Ưu đãi:

i. Miễn 100% thuế trước bạ và phí chuyển đổi đất đai trong thời hạn bảo hiểm.

ii. Miễn 100% thuế điện trong thời hạn bảo hiểm.

iii. Cho phép lưu trữ năng lượng tái tạo trong 30 ngày đối với các đơn vị sản xuất  $\text{GH}_2/\text{GA}$ .

#### *2.2.5.4 Chính sách của Andhra Pradesh*

Chính quyền tiểu bang Andhra Pradesh đã ban hành Chính sách Hydrogen và Amoniac Xanh vào tháng 6/2023 với mục tiêu đưa Andhra Pradesh trở thành điểm đến ưu tiên cho việc sản xuất và xuất khẩu  $\text{GH}_2/\text{GA}$ . Chính sách này sẽ có hiệu lực trong 5 năm kể từ ngày ban hành hoặc cho đến khi có chính sách mới. Một số đặc điểm chính của chính sách này được trình bày dưới đây:

Mục tiêu:

i. Đạt được sản lượng Hydrogen lên đến công suất 0,5 triệu tấn mét mỗi năm (MMTPA) hoặc sản lượng Amoniac xanh lên đến công suất 2,0 MMTPA trong 5 năm tới bằng cách khai thác tiềm năng năng lượng tái tạo của Tiểu bang.

ii. Thúc đẩy phát triển hệ sinh thái sản xuất  $\text{GH}_2/\text{GA}$ .

iii. Thu hút đầu tư, tạo việc làm và cải thiện nền kinh tế của tiểu bang.

iv. Tạo ra 12.000 việc làm cho mỗi MMTPA sản lượng Hydrogen trong tiểu bang.

v. Thúc đẩy việc thành lập các cơ sở sản xuất Hydrogen và Amoniac Xanh cùng các thiết bị liên quan trong tiểu bang.

Ưu đãi:

i. Hoàn trả 100% doanh thu SGST ròng cho nhà phát triển từ việc bán GH<sub>2</sub>/GA trong tiểu bang.

ii. Miễn 100% thuế điện đối với điện năng tiêu thụ để sản xuất GH<sub>2</sub>/GA từ các nhà máy điện năng lượng tái tạo (có hoặc không có kho lưu trữ).

iii. Hoàn trả 25% phí nội bang cho nhà phát triển với giới hạn trên là 10 lakh Rupee/MW/năm công suất điện phân được lắp đặt.

iv. Phụ phí trợ cấp chéo sẽ được hoàn trả cho năng lượng được lấy từ các nhà máy điện năng lượng tái tạo đặt trong tiểu bang để sản xuất GH<sub>2</sub>/GA.

v. Kết nối lưới điện với hệ thống truyền tải nội bang tại điểm phát điện và điểm sản xuất tương ứng cho các nhà máy điện năng lượng tái tạo được thành lập để sản xuất GH<sub>2</sub>/GA sẽ được ưu tiên.

Aptransco/Apdiscom sẽ xem xét các đề xuất về khả năng kỹ thuật của việc sơ tán trong vòng 21 ngày kể từ ngày nhận được đơn.

vi. Việc phân bổ đất sẽ được ưu tiên với mức giá thuê là 31.000 Rupee/mẫu Anh/năm, với mức tăng 5% sau mỗi hai năm trong suốt thời gian thực hiện dự án.

vii. Miễn 100% thuế trước bạ và phí chuyển đổi mục đích sử dụng đất.

#### *2.2.5.5 Chính sách của Uttar Pradesh:*

Chính quyền bang Uttar Pradesh đã ban hành Chính sách Hydrogen vào tháng 3/2024. Chính sách này sẽ có hiệu lực trong 5 năm kể từ ngày thông báo hoặc cho đến khi có bất kỳ sửa đổi nào từ chính quyền bang. Một số đặc điểm chính của chính sách này được trình bày dưới đây:

Mục tiêu:

i. Mục tiêu đạt sản lượng Hydrogen 1 triệu tấn/năm vào năm 2028.

ii. Tạo ra 1,2 triệu việc làm vào năm 2028.

iii. Hỗ trợ vốn từ 10 - 30% tùy thuộc vào khu vực địa lý đầu tư.

iv. Cho phép đầu tư vào việc thiết lập sản xuất GH<sub>2</sub>/GA.

v. Việc thành lập hai Trung tâm Xuất sắc của Bang (SCoE) cũng được đề

xuất để dẫn dắt các hoạt động nghiên cứu, phát triển và đổi mới kinh tế kỹ thuật.

Các ưu đãi:

i. Năm khoản đầu tư đầu tiên (không bao gồm phân khu Meerut) vào các dự án Hydrogen sẽ được hỗ trợ vốn tương đương 40% tổng số tiền đầu tư với mức trần là 225 crore rupee cho mỗi dự án mỗi năm.

ii. Đất công/đất doanh thu sẽ được cho thuê với giá 1 rupee/mẫu Anh/năm cho các Đơn vị Khu vực Công (PSU) của chính phủ để thiết lập các dự án Hydrogen.

Đối với các nhà đầu tư từ khu vực tư nhân, giá thuê là 15.000 rupee/mẫu Anh/năm.

iii. Đất làng/đất công sẽ được cho thuê trong thời hạn 30 năm. Đất được mua hoặc thuê cho các dự án Hydrogen sẽ được miễn 100% thuế trước bạ.

iv. Trung tâm xuất sắc sẽ nhận được 100% hỗ trợ tài chính lên đến 50 crore rupee.

v. Chính sách này cũng cho phép miễn 100% thuế điện trong 10 năm đầu tiên của dự án hoặc trong suốt vòng đời của dự án, tùy theo điều kiện nào đến trước.

#### *2.2.5.6 Chính sách Hydrogen của Rajasthan*

Rajasthan đặt mục tiêu trở thành tiểu bang tiên phong trong sản xuất và xuất khẩu Hydrogen. Chính sách này sẽ có hiệu lực đến ngày 31/3/2030 hoặc được thay thế bằng một chính sách khác. Một số điểm chính của chính sách này được trình bày dưới đây:

Mục tiêu:

i. Thúc đẩy phát triển hệ sinh thái sản xuất Hydrogen.

ii. Xây dựng môi trường cho các Viện Công nghiệp và Nghiên cứu phục vụ R&D.

iii. Chính sách này có các mục tiêu sau:

a. Công suất sản xuất Hydrogen đạt 2000 KTPA vào năm 2030.

b. Đưa vào hoạt động ít nhất một thung lũng Hydrogen và ít nhất một nhà máy Giga để sản xuất thiết bị điện phân.

c. Đáp ứng ít nhất 20% lượng Hydrogen xuất khẩu từ Ấn Độ.

d. Pha trộn tối đa 10% Hydrogen vào đường ống dẫn khí thiên nhiên để sản xuất khí tại Rajasthan vào năm 2030.

Ưu đãi:

i. Giảm 50% phí truyền tải và

phân phối trong 10 năm cho việc lắp đặt 500 KTPA đầu tiên được thành lập trong tiểu bang với giới hạn trên được cố định ở mức 12.500 MW công suất NLTT với tỷ lệ 25 MW/KTPA.

ii. Miễn 100% phụ phí bổ sung và phụ phí chéo trong 10 năm khi mua năng lượng tái tạo từ bên thứ ba.

iii. Việc phân bổ đất để sản xuất Hydrogen từ nước đã qua xử lý hoặc nước lợ sẽ được thực hiện theo nguyên tắc ưu tiên.

iv. Trợ cấp 30% với giới hạn tối đa lên đến 5 Crore Rupee để thành lập một trung tâm nghiên cứu.

v. Không có lệnh cấm nào đối với công suất của các nhà máy điện độc lập hoặc việc lưu trữ điện được tạo ra.

vi. Miễn 100% phí luân chuyển và truyền tải.

Ngoài ra, phí lưu trữ cho các nhà máy điện sẽ được hoàn trả trong 7-10 năm.

### **2.3. Hỗ trợ tài chính**

Sự phát triển của Hydrogen ở Ấn Độ mang đến một cơ hội tài chính đáng kể, với tiềm năng thúc đẩy tăng trưởng kinh tế, tăng cường an ninh năng lượng và giảm thiểu biến đổi khí hậu. Việc tận dụng một loạt các cơ chế và công cụ tài chính đa dạng có thể khai phá toàn bộ tiềm năng của Hydrogen và đẩy nhanh việc triển khai nó trên nhiều lĩnh vực khác nhau. Dưới đây là một số cơ hội tài chính quan trọng cho sự phát triển của Hydrogen tại Ấn Độ:

- Quan hệ Đối tác Công Tư (PPP): Việc thiết lập các hình thức PPP có thể huy động vốn và chuyên môn của khu vực tư nhân để tài trợ cho các dự án Hydrogen. Chính phủ có thể cung cấp các ưu đãi như giảm thuế, trợ cấp và hỗ trợ pháp lý để thu hút đầu tư tư nhân vào phát triển cơ sở hạ tầng Hydrogen.

- Trợ cấp và tài trợ của chính phủ: Hỗ trợ tài chính trực tiếp từ các cơ quan chính phủ có thể giảm đáng kể chi phí ban đầu của các dự án Hydrogen, khiến chúng trở nên hấp dẫn hơn đối với các nhà đầu tư. Trợ cấp, tài trợ và ưu đãi cho nghiên cứu và phát triển, các dự án thí điểm và triển khai quy mô thương mại có thể thúc đẩy đổi mới và giảm chi phí sản xuất.

- Tài trợ chi phí thấp từ các cơ quan đa phương: Việc hợp tác với các ngân hàng phát triển đa phương như Ngân hàng Thế giới, Ngân hàng Phát triển Châu Á (ADB) và Quỹ Khí hậu Xanh (GCF) có thể cung cấp quyền tiếp cận các khoản vay ưu đãi và tài trợ cho các sáng kiến Hydrogen.

- Tài trợ Carbon và Tín dụng Carbon: Việc thu tiền từ tín dụng carbon được tạo ra từ việc giảm phát thải có thể mang lại nguồn thu bổ sung cho các dự án Hydrogen. Việc tham gia vào thị trường carbon hoặc thực hiện các cơ chế định giá carbon có thể khuyến khích đầu tư vào các công nghệ carbon thấp, bao gồm sản xuất Hydrogen.

- Các Công ty Mục đích Đặc biệt (SPV) và Trái phiếu Xanh: Việc thành lập các Công ty Mục đích Đặc biệt (SPV) hoặc phát hành Trái phiếu Xanh (GB) dành riêng cho việc tài trợ cho các dự án Hydrogen có thể thu hút vốn từ các nhà đầu tư tổ chức quan tâm đến đầu tư bền vững. Trái phiếu Xanh mang đến cho các nhà đầu tư cơ hội hỗ trợ các dự án thân thiện với môi trường đồng thời tạo ra lợi nhuận tài chính.

- Các Cơ quan Tín dụng Xuất khẩu (ECA): Các Cơ quan Tín dụng Xuất khẩu (ECA) có thể cung cấp các giải pháp tài chính và bảo hiểm để hỗ trợ xuất khẩu công nghệ và thiết bị Hydrogen. Bằng cách giảm thiểu rủi ro chính trị và thương mại liên quan đến các giao dịch quốc tế, các ECA có thể tạo điều kiện thuận lợi cho các khoản đầu tư xuyên biên giới vào các dự án Hydrogen.

- Đầu tư mạo hiểm và vốn cổ phần tư nhân: Các công ty đầu tư mạo hiểm và nhà đầu tư vốn cổ phần tư nhân có thể cung cấp vốn giai đoạn đầu cho các công ty khởi nghiệp và các công ty đổi mới đang phát triển các công nghệ đột

phá trong lĩnh vực Hydrogen. Những khoản đầu tư này có thể thúc đẩy đổi mới, mở rộng quy mô sản xuất và giảm chi phí.

- Cơ chế Tài chính Sáng tạo: Việc khám phá các cơ chế tài chính sáng tạo như tài chính carbon, huy động vốn cộng đồng và đầu tư tác động có thể mở rộng cơ sở nhà đầu tư và thu hút vốn từ nhiều nguồn khác nhau. Các cơ chế này có thể điều chỉnh lợi nhuận tài chính phù hợp với các mục tiêu môi trường và xã hội, thúc đẩy phát triển bền vững.

- Vai trò của Ngành Ngân hàng và các Công ty Tư nhân trong Tài chính Xanh tại Ấn Độ

Việc huy động tài chính xanh đòi hỏi phải đánh giá toàn diện về năng lực và tài sản hiện có. Điều này bao gồm các yếu tố như vốn khả dụng, mức độ tham gia của cả khu vực công và tư nhân, và triển vọng phát triển của các tổ chức tài chính. Những đóng góp của các tổ chức công và tư trong lĩnh vực tài chính trong việc định hình một bức tranh tài chính xanh rộng lớn hơn được tóm tắt dưới đây:

+ Ngành Ngân hàng: Ngân hàng Dự trữ Ấn Độ (RBI) đã phát hành Trái phiếu Xanh nhằm thúc đẩy tài chính xanh trong nước, tương tự như các quốc gia như Hoa Kỳ và Trung Quốc. Những trái phiếu này được phát hành và quản lý bởi Ủy ban Chứng khoán và Giao dịch Ấn Độ (SEBI) dành riêng cho các dự án và tài sản bền vững. Trái phiếu Xanh đã huy động được một lượng vốn đáng kể, tổng cộng khoảng 16,3 tỷ USD trong giai đoạn 2015 - 2020.

Nhận thấy sự bùng nổ của ngành năng lượng xanh, ngành ngân hàng Ấn Độ đã định vị chiến lược để tận dụng sự tăng trưởng này. Họ đã đưa ra nhiều chương trình “tài chính xanh” khác nhau để thu hút các nhà đầu tư.

Những sáng kiến này đã dẫn đến sự gia tăng các khoản vay và tín dụng để hỗ trợ việc mua các sản phẩm năng lượng xanh.

Các tổ chức ngân hàng đóng vai trò là huyết mạch của hệ sinh thái năng lượng xanh, chuyển tải nguồn lực tài chính giữa các công ty năng lượng xanh, nhà đầu tư và người tiêu dùng.

Sự tham gia của họ là thiết yếu cho một thị trường năng lượng xanh phát triển mạnh mẽ, vì họ đóng vai trò là cầu nối quan trọng kết nối tất cả các bên liên quan.

+ Các công ty tư nhân: Khu vực tư nhân được định vị là nhân tố thay đổi cuộc chơi để mở ra một nền kinh tế bền vững, tạo ra sự phấn khích không thể phủ nhận về tương lai. Tuy nhiên, mặc dù nguồn năng lượng tái tạo rất dồi dào, nhưng tiềm năng đầy đủ của chúng vẫn bị cản trở bởi những hạn chế về cơ sở hạ tầng và công nghệ. Nhận thấy tiềm năng to lớn của ngành năng lượng xanh, các nhà đầu tư đang hướng nguồn lực của mình vào các ngành công nghiệp xanh.

- Những diễn biến mới nhất về Tài chính: Các nhà đầu tư đã nhận thấy tiềm năng của ngành năng lượng xanh và đang đầu tư vào các ngành công nghiệp xanh.

+ Ngân hàng Thế giới: Để đẩy nhanh quá trình chuyển đổi sang các nguồn năng lượng carbon thấp của Ấn Độ, Ngân hàng Thế giới đã công bố khoản tài trợ 1,5 tỷ USD vào tháng 6/2023. Khoản tài trợ này sẽ hỗ trợ sự phát triển của năng lượng tái tạo, phát triển Hydrogen và khuyến khích tài chính khí hậu cho các khoản đầu tư vào năng lượng carbon thấp.<sup>39</sup>

+ IREDA: Cơ quan Phát triển Năng lượng Tái tạo Ấn Độ (IREDA) đã ký Biên bản Ghi nhớ (MoU) với Ngân hàng Indian Overseas Bank (IOB) tại Trung tâm Kinh doanh của IREDA ở New Delhi vào ngày 16/1/2024, nhằm mục đích hợp tác trong việc đồng cho vay và hợp vốn cho vay đối với nhiều dự án năng lượng tái tạo trên toàn quốc. Quan hệ đối tác này nhằm mục đích hợp lý hóa quy trình hợp vốn và thẩm định khoản vay, quản lý Tài khoản Ủy thác và Lưu giữ (TRA) cho các bên vay của IREDA, và hướng tới việc cung cấp lãi suất ổn định trong khoảng thời gian 3-4 năm.<sup>40</sup>

IREDA và Ngân hàng Quốc gia Punjab (PNB) đã ký Biên bản ghi nhớ vào tháng 2 năm 2024 để hỗ trợ chung cho các tập đoàn cho vay và hợp tác phát triển các dự án năng lượng tái tạo.<sup>41</sup>

+ Ngân hàng Phát triển Châu Á (ADB): Ngân hàng Phát triển Châu Á (ADB) đã phê duyệt khoản vay chính sách trị giá 250 triệu USD vào tháng 11 năm 2023 cho Ấn Độ để hiện đại hóa lưới điện và mở rộng quy mô các dự án

---

39 <https://www.worldbank.org/en/news/pressrelease/2023/06/29/world-bank-approves-1-5-billion-in-financing-to-support-india-s-low-carbon-transition>

40 <https://pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=1997167>

41 <https://pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=2007058#:~:text=The%20agreement%2C%20signed%20at%20IREDA's,support%20for%20renewable%20energy%20projects>

năng lượng tái tạo.<sup>42</sup>

ReNew Energy Global, một công ty Ấn Độ hoạt động trong lĩnh vực năng lượng tái tạo, đã ký Biên bản ghi nhớ với ADB vào tháng 12/2023, trị giá khoản đầu tư 5,3 tỷ USD cho các dự án phục hồi khí hậu và giảm thiểu carbon. Biên bản ghi nhớ này sẽ hỗ trợ các dự án được thực hiện từ năm 2023 đến năm 2028.<sup>43</sup>

+ *Các bên khác*

REC Limited thuộc Bộ Điện lực cùng với một Công ty Tài chính Phi Ngân hàng (NBFC) hàng đầu đã ký Biên bản ghi nhớ (MOU) để xây dựng các giải pháp tài trợ cho các dự án năng lượng tái tạo với Quỹ Đầu tư và Cơ sở hạ tầng Quốc gia (NIIFL) vào tháng 1 năm 2024.

ACME đã ký kết một thỏa thuận trị giá 7 tỷ USD với chính quyền Karnataka để phát triển một cơ sở tích hợp từ Năng lượng Mặt trời sang Hydrogen sang Amoniac Xanh.

TotalEnergie đã hợp tác với Adani New Industries, cam kết khoản đầu tư không lồ 50 tỷ USD trong thập kỷ tới để sản xuất Hydrogen.

### **3. Kinh nghiệm của ngành Hydrogen Ấn Độ và bài học kinh nghiệm cho Việt Nam**

*Các yếu tố giúp Ấn Độ có lợi thế vượt trội trong sản xuất hydrogen gồm:*

Thứ nhất, Ấn Độ hiện cung cấp mức giá điện tái tạo cạnh tranh nhất thế giới - chỉ từ 4,60 đến 5 rupee mỗi kWh - khiến việc sản xuất hydro xanh trở nên cực kỳ hiệu quả về chi phí.

Thứ hai, chính sách của chính phủ vừa ổn định vừa mang tầm nhìn dài hạn. Chiến lược Quốc gia về Hydro Xanh đặt ra mục tiêu rõ ràng, củng cố niềm tin vào khung pháp lý cho nhà đầu tư và doanh nghiệp.

Thứ ba, nền tảng công nghiệp của Ấn Độ đã phát triển mạnh với năng lực kỹ thuật, hệ thống đường ống, nhà máy lọc dầu và cảng biển - tạo nên một hệ sinh

42 <https://www.adb.org/news/adb-support-powersector-reforms-india>

43 <https://investor.renewpower.in/news-releases/newsrelease-details/renew-signs-mou-asian-developmentbank-us-53-billion>

thái sẵn sàng cho sản xuất hydro xanh quy mô lớn.

Thứ tư, nhu cầu nội địa lớn trong các lĩnh vực phân bón, lọc dầu, thép và hóa chất đảm bảo rằng hydro xanh không chỉ phục vụ xuất khẩu mà còn đáp ứng nhu cầu trong nước.

Thứ năm, cơ hội xuất khẩu toàn cầu vô cùng rộng mở. Các thị trường như châu Âu và Nhật Bản đang tích cực tìm kiếm nguồn nhập khẩu hydro sạch, và Ấn Độ có vị thế đặc biệt thuận lợi để đáp ứng.

#### *Bài học kinh nghiệm cho Việt Nam:*

- Kinh nghiệm cho thấy việc kịp thời làm rõ các quy định về an toàn, chứng nhận, sử dụng đất và cơ sở hạ tầng giao thông là điều cần thiết để khai thác đầu tư nhân vào ngành Hydrogen ở quy mô lớn. Do đó, cần nhanh chóng xây dựng, hoàn chỉnh các quy định, quy trình hỗ trợ.

- Các gói ưu đãi đối với ngành công nghiệp Hydrogen phải phù hợp với chuẩn mực quốc tế, đặc biệt là trong giai đoạn đầu hình thành thị trường, để ngăn chặn tình rút vốn.

- Cơ sở hạ tầng là yếu tố quyết định tốc độ phát triển của thị trường. Các kế hoạch vận chuyển, cảng, kho chứa và đường ống hydrogen của Ấn Độ đang được chú ý phát triển. Nếu không có cơ sở hạ tầng sử dụng chung, mỗi dự án đều có nguy cơ làm lại từ đầu, làm tăng chi phí. Do vậy, Việt Nam cũng cần nghiên cứu xây dựng nhanh các hành lang hydrogen chuyên dụng và tích hợp chúng vào các cụm công nghiệp lọc dầu, phân bón và thép.

- Ấn Độ đang hướng đến xây dựng cơ sở nhu cầu nội địa ổn định trong sản xuất thép, amoniac, lọc dầu và vận tải hạng nặng, trước khi xuất khẩu. Việt Nam cũng cần thúc đẩy đảm bảo tiêu dùng Hydrogen trong nước an toàn để giảm thiểu rủi ro đầu tư trước khi cam kết đầu tư vào cơ sở hạ tầng xuất khẩu.

- Chứng nhận và tiêu chuẩn là Chìa khóa để Tiếp cận Thị trường: Bộ Năng lượng Mới và Tái tạo (MNRE) Ấn Độ đã ban hành quy định ngưỡng phát thải mà các nhà sản xuất phải đáp ứng để hydro được phân loại là ‘Xanh’, tức là từ các nguồn tái tạo. Việt Nam cũng cần xây dựng một hệ thống chứng nhận minh bạch, hài hòa quốc tế ngay từ đầu, với sự tham gia của ngành công nghiệp và thị trường

xuất khẩu vào quá trình thiết kế.

- Hydrogen vẫn là lĩnh vực có chi phí đầu tư cao, doanh thu thấp cho đến khi đạt được quy mô. Các mô hình tài chính hỗn hợp - kết hợp các quỹ ưu đãi, trái phiếu xanh của chính phủ và vốn cổ phần tư nhân - đang được sử dụng thành công ở các quốc gia khác. Việt Nam nên mở rộng các quỹ hydrogen công - tư và liên kết chúng với các nguồn tài chính khí hậu toàn cầu để thu hút vốn tư nhân.

- Các dự án thí điểm nên gắn liền với thị trường: Nhiều dự án thí điểm đã thất bại do thiếu lộ trình mở rộng quy mô sau thí điểm. Các dự án thí điểm của Việt Nam nên được liên kết với các thỏa thuận mua bán điện thương mại và tích hợp với các hệ thống năng lượng hiện có, tránh tình trạng “chỉ chạy thử nghiệm”.

## **XI. HÀN QUỐC**

### **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 Nm<sup>3</sup>/h hydrogen, trong khi các nhà sản xuất thép sử dụng từ 1.000 Nm<sup>3</sup>/h đến 2.000 Nm<sup>3</sup>/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/ $\text{NH}_3$  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  $\text{NH}_3$ . Chính phủ cũng đang hỗ trợ sáng kiến này thông qua bãi bỏ quy định nhập khẩu  $\text{NH}_3$  và phân bổ thêm kinh phí cho R&D về công nghệ  $\text{NH}_3$ .

## 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 [44]. 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 [45].

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.

---

44 [http://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs\\_cd\\_n=81&cate\\_n=1&bbs\\_seq\\_n=161262](http://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_cd_n=81&cate_n=1&bbs_seq_n=161262)

45 CSIS, “South Korea’s Hydrogen Industrial Strategy” 2021. [Online]. Available: <https://www.csis.org/analysis/south-koreas-hydrogen-industrial-strategy>. [Accessed 5 7 2023]

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

|                                                |                                                                               | 2018                           | 2019                               | 2022 (+)                              | Mục tiêu 2040                                      |                           |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>Phương tiện giao thông sử dụng hydrogen</b> | 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                      |                                                    |                           |
| <b>Pin nhiên liệu</b>                          | 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                                             |                           |

|                                                               |  | 2018              | 2019 | 2022 (+) | Mục tiêu 2040              |
|---------------------------------------------------------------|--|-------------------|------|----------|----------------------------|
| <b>Tăng tỷ lệ hydrogen xanh (Điện phân nước và nhập khẩu)</b> |  | 130.000 tấn (xám) |      |          | 5,26 Mt (xanh)             |
| <b>Giá hydrogen</b>                                           |  |                   |      |          | 3.000 won/kg (2,2 euro/kg) |

### 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 H<sub>2</sub> 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) <sup>46</sup> 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-H<sub>2</sub>; Hàng chục MW phát triển công nghệ P2H kết nối năng lượng tái tạo.

### Các dự án hydrogen của Hàn Quốc

**Bảng. Các dự án hydro của Hàn Quốc**

| STT | Dự án                        | Công suất<br>(Nm <sup>3</sup> /h) | Status   | Nhà đầu tư |
|-----|------------------------------|-----------------------------------|----------|------------|
| 1   | Incheon Hydrogen Cluster     | 460                               | Planned  | MOTIE      |
| 2   | Ansan Refuelling Station     | 300                               | On-going | MOTIE      |
| 3   | Daejeon Refueling Station    | 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 Hydrogen Facility    | 1.830                             | Planned  | KOGAS      |
| 13  | Changwon Hydrogen 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*

<sup>46</sup> M. o. H. e. a. s. Denmark and M. o. F. A. o. Denmark, “Outlook on Hydrogen Economy and Roadmap” 2022.

## **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 dắt 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 [47];
- **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 [39]; 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 [38]. 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 [48].
- **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.

### **4. 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

47 <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/south-korea-energy-carbon-neutrality-initiatives>

48 <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/south-korea-energy-carbon-neutrality-initiatives>

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 chi tiêu cho các dự án này năm 2021 là 701,9 triệu USD, tăng 40% so với năm 2020 [38]. Giảm 25% giá khí tự nhiên nội địa để sản xuất hydrogen [49], giúp

---

49 S. Global, “South Korea cuts price of domestic natural gas for hydrogen production by

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 [38].

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

## **5. Kinh nghiệm cho Việt Nam**

Kinh nghiệm phát triển năng lượng hydrogen của Hàn Quốc cho thấy một mô hình tiếp cận mang tính hệ thống, nhất quán và có trọng tâm, trong đó hydrogen không được nhìn nhận đơn thuần là một giải pháp năng lượng thay thế, mà được đặt trong tổng thể chiến lược phát triển công nghiệp, giao thông và đổi mới công nghệ quốc gia. Những kinh nghiệm này mang lại nhiều hàm ý quan trọng cho Việt Nam trong quá trình xây dựng và triển khai lộ trình phát triển năng lượng hydrogen phù hợp với điều kiện trong nước.

Trước hết, bài học nổi bật từ Hàn Quốc là cách tiếp cận phát triển hydrogen dựa trên hiện trạng nguồn cung và nhu cầu thực tế, thay vì đặt mục tiêu hydrogen xanh ngay từ giai đoạn đầu. Trong nhiều năm, Hàn Quốc chấp nhận sử dụng hydrogen sản xuất từ các nhà máy lọc dầu và công nghiệp hóa dầu như nguồn cung chủ đạo, coi đây là giải pháp chuyển tiếp cần thiết nhằm hình thành thị trường, tạo quy mô và tích lũy kinh nghiệm vận hành. Chỉ khi cơ sở hạ tầng, công nghệ và thị trường từng bước được hoàn thiện, Hàn Quốc mới đẩy mạnh lộ trình giảm carbon nguồn cung hydrogen thông qua điện phân nước và nhập khẩu hydrogen sạch. Đối với Việt Nam, kinh nghiệm này cho thấy việc phát triển hydrogen cần gắn chặt với thực tiễn năng lượng hiện tại, tránh tư duy “đi tắt” khi chưa có nền tảng kỹ thuật và kinh tế phù hợp. Việc tận dụng hydrogen xám và hydrogen từ sản phẩm phụ công nghiệp trong giai đoạn đầu, song song với chuẩn bị điều kiện cho hydrogen xanh, sẽ giúp giảm rủi ro và chi phí chuyển đổi.

Thứ hai, Hàn Quốc đã xác định rõ vai trò dẫn dắt của Nhà nước trong giai

---

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>.

đoạn hình thành nền kinh tế hydrogen, thể hiện thông qua việc ban hành sớm lộ trình kinh tế hydrogen, xây dựng khung pháp lý chuyên biệt và thiết lập các cơ quan điều phối liên ngành. Việc thông qua Đạo luật Kinh tế Hydrogen và An toàn Hydrogen đã tạo nền tảng pháp lý rõ ràng, đồng bộ cho toàn bộ chuỗi giá trị hydrogen, từ sản xuất, lưu trữ, vận chuyển đến sử dụng cuối cùng. Đối với Việt Nam, đây là kinh nghiệm đặc biệt quan trọng, bởi hydrogen là lĩnh vực mới, có mức độ rủi ro cao và đòi hỏi sự phối hợp chặt chẽ giữa nhiều ngành, lĩnh vực. Nếu không có khung pháp lý thống nhất và cơ chế điều phối đủ mạnh, các hoạt động phát triển hydrogen dễ rơi vào tình trạng manh mún, thiếu liên kết và kém hiệu quả.

Thứ ba, Hàn Quốc đã lựa chọn giao thông vận tải, đặc biệt là phương tiện chạy bằng pin nhiên liệu, làm lĩnh vực ưu tiên tạo cầu hydrogen trong giai đoạn đầu. Việc tập trung phát triển xe buýt, xe tải và phương tiện thương mại chạy bằng hydrogen giúp nhanh chóng hình thành thị trường tiêu thụ, qua đó thúc đẩy đầu tư vào sản xuất, hạ tầng và công nghệ liên quan. Cách tiếp cận này cho thấy tầm quan trọng của việc xác định đúng “điểm rơi” tạo cầu trong phát triển hydrogen. Đối với Việt Nam, trong bối cảnh nguồn lực còn hạn chế, việc dàn trải hydrogen cho nhiều lĩnh vực cùng lúc có thể dẫn đến phân tán nguồn lực. Thay vào đó, cần nghiên cứu lựa chọn một số phân khúc phù hợp - chẳng hạn giao thông vận tải hạng nặng, logistics hoặc các khu công nghiệp tập trung - để làm động lực ban đầu cho thị trường hydrogen.

Thứ tư, Hàn Quốc triển khai hydrogen theo mô hình cụm và thành phố thí điểm, coi đây là không gian thử nghiệm tổng hợp cho công nghệ, chính sách và mô hình quản lý mới. Các cụm hydrogen và thành phố hydrogen không chỉ giúp tối ưu hóa hạ tầng và chi phí vận chuyển, mà còn tạo điều kiện để kiểm nghiệm các tiêu chuẩn an toàn, cơ chế hỗ trợ và khả năng chấp nhận của xã hội. Kinh nghiệm này gợi mở cho Việt Nam hướng tiếp cận phát triển hydrogen theo không gian cụ thể, gắn với các trung tâm công nghiệp, cảng biển hoặc khu kinh tế ven biển, thay vì triển khai đồng loạt trên phạm vi cả nước ngay từ đầu.

Thứ năm, một bài học quan trọng khác từ Hàn Quốc là phát triển đồng bộ toàn bộ chuỗi giá trị hydrogen, từ nghiên cứu - phát triển công nghệ, sản xuất thiết bị, xây dựng hạ tầng đến thương mại hóa sản phẩm và đào tạo nguồn nhân lực. Hàn Quốc không chỉ tập trung vào ứng dụng cuối cùng, mà đặc biệt chú

trọng làm chủ các công nghệ cốt lõi như pin nhiên liệu, điện phân nước và lưu trữ hydrogen. Điều này giúp nâng cao tỷ lệ nội địa hóa, giảm phụ thuộc vào nhập khẩu và tăng năng lực cạnh tranh dài hạn. Đối với Việt Nam, kinh nghiệm này cho thấy phát triển hydrogen không nên chỉ dừng ở việc triển khai dự án, mà cần gắn với chiến lược phát triển công nghiệp hỗ trợ, đổi mới sáng tạo và đào tạo nhân lực chất lượng cao.

Thứ sáu, Hàn Quốc đã áp dụng các cơ chế hỗ trợ linh hoạt, kết hợp giữa trợ cấp, ưu đãi thuế và đầu tư công, đồng thời từng bước điều chỉnh chính sách theo mức độ trưởng thành của thị trường. Việc giảm giá khí tự nhiên để sản xuất hydrogen trong ngắn hạn, song song với hỗ trợ nghiên cứu và triển khai hydrogen sạch, cho thấy cách tiếp cận thực dụng, đặt mục tiêu hình thành thị trường lên hàng đầu. Việt Nam có thể tham khảo cách tiếp cận này để thiết kế các cơ chế hỗ trợ có trọng tâm, tránh trợ cấp dàn trải, đồng thời từng bước chuyển từ hỗ trợ trực tiếp sang cơ chế thị trường khi điều kiện cho phép.

Cuối cùng, kinh nghiệm của Hàn Quốc cho thấy hydrogen được đặt trong tầm nhìn dài hạn của chiến lược chuyển dịch năng lượng và tăng trưởng xanh, chứ không phải giải pháp ngắn hạn. Việc chấp nhận hydrogen xám trong giai đoạn đầu không làm suy giảm mục tiêu trung hòa carbon, mà ngược lại, tạo nền tảng để chuyển đổi sang hydrogen sạch một cách bền vững và có kiểm soát. Đối với Việt Nam, đây là bài học quan trọng nhằm tránh cách tiếp cận cực đoan, đồng thời bảo đảm sự hài hòa giữa mục tiêu môi trường, an ninh năng lượng và phát triển kinh tế.

Tóm lại, mô hình phát triển hydrogen của Hàn Quốc cung cấp cho Việt Nam nhiều kinh nghiệm có giá trị, đặc biệt trong việc xây dựng lộ trình phù hợp với điều kiện quốc gia, phát huy vai trò kiến tạo của Nhà nước, lựa chọn lĩnh vực ưu tiên tạo cầu, phát triển theo mô hình thí điểm và cụm, cũng như thúc đẩy phát triển đồng bộ chuỗi giá trị hydrogen. Việc vận dụng linh hoạt những kinh nghiệm này sẽ giúp Việt Nam từng bước hình thành và phát triển nền kinh tế hydrogen theo hướng hiệu quả, khả thi và bền vững trong dài hạn.

## **XII. CÁC NƯỚC ĐÔNG NAM Á (ASEAN)**

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu ngày càng nghiêm trọng và áp lực thực hiện các cam kết phát thải ròng bằng “0” (Net Zero), các quốc gia Đông Nam

Á (ASEAN) đang nổi lên như một khu vực năng động trong quá trình chuyển dịch năng lượng toàn cầu. Với đặc điểm là khu vực có tốc độ tăng trưởng kinh tế cao, nhu cầu năng lượng lớn và còn phụ thuộc đáng kể vào nhiên liệu hóa thạch, ASEAN buộc phải tìm kiếm các giải pháp năng lượng sạch, bền vững và dài hạn. Trong số đó, hydrogen được xác định là một trong những trụ cột quan trọng để phi carbon hóa các ngành công nghiệp khó giảm phát thải như thép, hóa chất, xi măng, vận tải biển và hàng không.

Về mặt tổng thể, các nước ASEAN tiếp cận hydrogen theo những cách khác nhau, phản ánh điều kiện tài nguyên, trình độ phát triển kinh tế và cấu trúc năng lượng riêng của từng quốc gia. Tuy nhiên, điểm chung là hydrogen không được xem như giải pháp thay thế ngắn hạn, mà là cấu phần chiến lược trong tầm nhìn dài hạn đến năm 2050-2060. Việc triển khai hydrogen tại Đông Nam Á vì vậy mang tính “từng bước, có chọn lọc”, gắn với các dự án thí điểm, hành lang công nghiệp và hợp tác quốc tế sâu rộng.

## **1. Lợi thế địa chính trị và tài nguyên**

Đông Nam Á sở hữu tiềm năng năng lượng tái tạo (NLTT) khổng lồ — đầu vào lý tưởng cho Hydrogen Xanh:

Bán đảo Đông Dương: Tiềm năng điện gió và điện mặt trời dồi dào.

Malaysia: Ưu thế về thủy điện quy mô lớn.

Philippines: Tiềm năng địa nhiệt đứng hàng đầu thế giới.

## **2. Indonesia - Thị trường tiềm năng của năng lượng Hydrogen**

Indonesia là quốc gia có quy mô dân số và nền kinh tế lớn nhất ASEAN, đồng thời cũng là một trong những nước phát thải CO<sub>2</sub> lớn nhất khu vực do phụ thuộc nặng vào than đá. Trước thực tế này, Chính phủ Indonesia đã xác định hydrogen là một thành tố quan trọng trong lộ trình chuyển dịch năng lượng hướng tới mục tiêu Net Zero vào năm 2060.

Từ năm 2023, Indonesia đã khởi động quá trình xây dựng lộ trình hydrogen quốc gia, tập trung vào ba trụ cột chính: (i) phát triển các dự án thí điểm và nhà máy thử nghiệm, (ii) từng bước hình thành thị trường hydrogen, và (iii) đánh giá tác động kinh tế - xã hội của hydrogen đối với tăng trưởng dài hạn. Đáng chú ý,

hàng loạt nghiên cứu tiền khả thi đã được triển khai tại nhiều vùng khác nhau như Sumatra, Kalimantan, Java, Sulawesi và Papua, cho thấy cách tiếp cận phân tán, tận dụng lợi thế tài nguyên địa phương.

Indonesia cũng xác định rõ vai trò của hydrogen trong các lĩnh vực then chốt như phát điện, giao thông vận tải và công nghiệp nặng. Trong dài hạn, hydrogen và ammonia được kỳ vọng sẽ thay thế một phần đáng kể nhiên liệu hóa thạch trong vận tải biển và sản xuất điện. Tuy nhiên, thách thức lớn nhất của Indonesia là chi phí đầu tư cao và sự dè dặt của khu vực tư nhân, đòi hỏi Nhà nước phải đóng vai trò “dẫn dắt thị trường” thông qua chính sách và bảo lãnh rủi ro.

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. 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 % CO<sub>2</sub> 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.

### **3. Malaysia: Tham vọng trở thành Trung tâm Hydrogen khu vực**

Malaysia là một trong những quốc gia ASEAN có chiến lược hydrogen rõ ràng và tham vọng nhất. Việc ban hành Lộ trình Công nghệ và Kinh tế Hydrogen (HETR) với mục tiêu mang lại doanh thu 12 tỷ RM (khoảng 2,5 tỷ USD) cho nền kinh tế vào năm 2030 cho thấy Malaysia không chỉ coi hydrogen là công cụ giảm phát thải, mà còn là ngành kinh tế mới có khả năng tạo ra giá trị gia tăng cao.

Điểm nổi bật trong chiến lược của Malaysia là mô hình phát triển “hub hydrogen” tại bang Sarawak, nơi có lợi thế vượt trội về thủy điện quy mô lớn, giá rẻ và ổn định. Tại đây, các dự án hydrogen xanh và ammonia xanh được triển khai với sự tham gia của nhiều tập đoàn năng lượng hàng đầu đến từ Nhật Bản và Hàn Quốc, hướng tới mục tiêu xuất khẩu sang thị trường Đông Bắc Á.

Bên cạnh đó, Malaysia tận dụng hiệu quả hạ tầng dầu khí hiện hữu để phát triển hydrogen lam thông qua công nghệ thu giữ và lưu trữ carbon (CCS). Cách tiếp cận này giúp Malaysia giảm chi phí chuyển đổi, đồng thời tạo “cầu nối” từ nền kinh tế nhiên liệu hóa thạch sang nền kinh tế hydrogen.

#### **3.1. “Hub” Hydrogen tại Sarawak**

Bang Sarawak đang dẫn đầu Malaysia nhờ nguồn thủy điện dồi dào và giá rẻ:

+ Dự án H2biscus & H2cus: Hợp tác với các tập đoàn Nhật Bản (Sumitomo, ENEOS) và Hàn Quốc (Samsung Engineering) để sản xuất hydrogen xanh và ammonia xanh xuất khẩu ngược lại Đông Bắc Á.

+ Giao thông công cộng: Sarawak đã đưa vào vận hành hệ thống xe bus chạy bằng hydrogen đầu tiên tại Đông Nam Á.

### 3.2. Cơ sở hạ tầng và R&D

Tập đoàn dầu khí quốc gia Petronas đóng vai trò hạt nhân, tập trung vào công nghệ thu giữ carbon (CCS) để sản xuất Hydrogen Lam (Blue Hydrogen) từ các mỏ khí tự nhiên hiện có.

## 4. Thái Lan: Tích hợp mô hình kinh tế BCG

Khác với Malaysia và Indonesia, Thái Lan tiếp cận hydrogen trong khuôn khổ mô hình kinh tế Sinh học - Tuần hoàn - Xanh (BCG). Theo đó, hydrogen không phát triển độc lập mà được tích hợp với các chuỗi giá trị hiện có, đặc biệt là sinh khối, nông nghiệp và công nghiệp chế biến.

Thái Lan tập trung vào ứng dụng hydrogen trong giao thông vận tải, nhất là xe tải nặng và logistics trên các hành lang kinh tế trọng điểm. Song song, nước này nghiên cứu khả năng trộn hydrogen vào hệ thống phát điện quốc gia nhằm giảm dần sự phụ thuộc vào khí tự nhiên. Cách tiếp cận “tích hợp - từng bước” giúp Thái Lan hạn chế rủi ro tài chính, nhưng cũng khiến tốc độ phát triển hydrogen tương đối thận trọng.

+ Sản xuất: Tập trung vào cả Hydrogen Xanh (từ sinh khối và NLTT) và Hydrogen Lam (tận dụng nguồn khí tự nhiên tại Vịnh Thái Lan).

+ Ứng dụng: Tập đoàn PTT (Thái Lan) đã bắt đầu thử nghiệm các trạm nạp hydrogen cho xe tải nặng trên tuyến hành lang kinh tế phía Đông (EEC).

+ Mục tiêu: Thái Lan dự kiến tăng tỷ lệ trộn hydrogen vào hệ thống điện lưới quốc gia lên 5-20% vào năm 2035.

## 5. Singapore: Bài toán nhập khẩu và Trung tâm trung chuyển

Singapore là trường hợp đặc biệt trong ASEAN do hạn chế nghiêm trọng về tài nguyên và diện tích. Thay vì tập trung sản xuất, Singapore lựa chọn chiến lược trở thành trung tâm nhập khẩu, trung chuyển và thương mại hydrogen của khu vực.

Chiến lược Hydrogen Quốc gia của Singapore đặt mục tiêu hydrogen có thể đáp ứng tới 50% nhu cầu điện năng vào năm 2050, chủ yếu thông qua nhập khẩu hydrogen và ammonia từ các nước có tiềm năng sản xuất lớn. Đồng thời,

Singapore tập trung mạnh vào phát triển hạ tầng cảng biển, tiêu chuẩn an toàn và nghiên cứu - phát triển (R&D), đặc biệt trong lĩnh vực nhiên liệu hàng hải.

Dù hạn chế về diện tích để sản xuất hydrogen quy mô lớn, Singapore đã công bố Chiến lược Hydrogen Quốc gia vào cuối năm 2022 với tầm nhìn hydrogen đáp ứng 50% nhu cầu điện năng vào năm 2050. Trọng tâm chiến lược

- Nhập khẩu hydrogen: Xây dựng hạ tầng tiếp nhận hydrogen hóa lỏng và ammonia từ Úc, Chile và các nước láng giềng.

- Tiếp nhiên liệu hàng hải (Bunkering): Singapore đang thử nghiệm các tiêu chuẩn an toàn để trở thành cảng trung chuyển ammonia/hydrogen lớn nhất thế giới cho tàu biển.

- R&D: Đầu tư mạnh vào các viện nghiên cứu để tối ưu hóa công nghệ lưu trữ hydrogen trong môi trường đô thị mật độ cao.

## 6. Phân tích so sánh các quốc gia ASEAN

| Quốc gia    | Chiến lược chủ đạo     | Thế mạnh chính                | Ứng dụng trọng tâm              |
|-------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Việt Nam    | Sản xuất & Xuất khẩu   | Điện gió ngoài khơi, mặt trời | Công nghiệp nặng, Net Zero      |
| Malaysia    | Xuất khẩu & Công nghệ  | Thủy điện, hạ tầng dầu khí    | Xuất khẩu sang Nhật/Hàn         |
| Thái Lan    | Nội tiêu & Giao thông  | Kinh tế BCG, sinh khối        | Xe tải nặng, trộn khí phát điện |
| Singapore   | Nhập khẩu & Thương mại | Tài chính, cảng biển, R&D     | Nhiên liệu tàu biển, phát điện  |
| Philippines | Khám phá & Thử nghiệm  | Địa nhiệt, gió                | Giảm phụ thuộc than đá          |

Từ thực tiễn triển khai tại các quốc gia ASEAN, có thể nhận thấy một số xu hướng chung. Thứ nhất, không có một mô hình hydrogen “chuẩn” cho tất cả các nước; mỗi quốc gia lựa chọn con đường phù hợp với điều kiện tài nguyên và năng lực kinh tế. Thứ hai, vai trò của Nhà nước là yếu tố then chốt trong giai đoạn đầu, đặc biệt trong việc xây dựng lộ trình, cơ chế hỗ trợ và giảm rủi ro cho khu vực tư nhân. Thứ ba, hợp tác quốc tế - nhất là với Nhật Bản, Hàn Quốc và châu Âu - đóng vai trò quyết định trong việc chuyển giao công nghệ và hình thành thị trường.

## 7. Thách thức chung của khu vực

Dù tiềm năng rất lớn, các nước Đông Nam Á đang đối mặt với 3 rào cản chính:

- Chi phí đầu tư cao: Suất đầu tư cho các bộ điện phân (electrolyzer) vẫn còn lớn so với thu nhập bình quân và khả năng tài chính của nhiều quốc gia.
- Khung pháp lý: Ngoại trừ Việt Nam, Singapore và Malaysia đã có lộ trình rõ ràng, các quốc gia khác vẫn đang ở bước “nghiên cứu”, thiếu các cơ chế hỗ trợ giá (Feed-in Tariff cho Hydrogen).
- Kết nối lưới điện: Khả năng tích hợp NLTT biến thiên vào sản xuất hydrogen đòi hỏi sự nâng cấp lớn về hệ thống lưới điện thông minh.

Tóm lại, Đông Nam Á đang đứng trước cơ hội trở thành “Trạm xăng xanh” của thế giới. Sự hỗ trợ lẫn nhau giữa khả năng sản xuất của Việt Nam, Malaysia với năng lực tài chính, hạ tầng của Singapore tạo nên một hệ sinh thái hydrogen đầy triển vọng.

## 8. Kinh nghiệm rút ra cho Việt Nam

Từ kinh nghiệm của các nước Đông Nam Á, Việt Nam có thể rút ra một số bài học quan trọng trong quá trình phát triển hydrogen. Trước hết, cần sớm hoàn thiện chiến lược và lộ trình hydrogen quốc gia với tầm nhìn dài hạn, gắn chặt với quy hoạch năng lượng và quy hoạch công nghiệp. Kinh nghiệm của Malaysia và Indonesia cho thấy, một lộ trình rõ ràng là điều kiện tiên quyết để thu hút đầu tư tư nhân.

Thứ hai, Việt Nam cần lựa chọn cách tiếp cận có trọng tâm, ưu tiên các lĩnh vực và khu vực có lợi thế so sánh như điện gió ngoài khơi, công nghiệp nặng và các trung tâm cảng biển. Việc triển khai hydrogen theo mô hình “cụm - **hành lang**” sẽ giúp giảm chi phí và tăng hiệu quả đầu tư.

Thứ ba, phát triển hydrogen cần gắn với hợp tác khu vực ASEAN. Sự hỗ trợ giữa năng lực sản xuất của Việt Nam, Malaysia và vai trò trung chuyển của Singapore có thể hình thành một chuỗi giá trị hydrogen khu vực, nâng cao vị thế của ASEAN trong bản đồ năng lượng toàn cầu.

Cuối cùng, Việt Nam cần coi hydrogen không chỉ là giải pháp môi trường, mà là động lực cho tái cơ cấu nền kinh tế và nâng cấp chuỗi giá trị công nghiệp.

Nếu được triển khai đúng hướng, hydrogen có thể trở thành nền tảng cho tăng trưởng xanh, bền vững và tự chủ năng lượng trong dài hạn.

## **PHẦN C**

# **TÌNH HÌNH PHÁT TRIỂN NĂNG LƯỢNG HYDROGEN TẠI VIỆT NAM**

## **I. THỰC TRẠNG VIỆC TIẾP CẬN VÀ SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG HYDROGEN TẠI VIỆT NAM**

### **1. TÌNH HÌNH SẢN XUẤT HYDROGEN**

Ở Việt Nam, hydrogen hiện đang được sản xuất chủ yếu là từ quá trình lọc hóa dầu và sản xuất phân đạm để phục vụ cho chính hoạt động của các ngành công nghiệp này nhằm loại bỏ lưu huỳnh và các tạp chất N, O, kim loại... ra khỏi các dòng nguyên liệu hoặc bán thành phẩm, khử xúc tác các oxide kim loại hoạt động, hoặc no hóa các hợp chất chưa bão hòa (hydrogen hóa). Hydrogen này được gọi là hydrogen xám và hydrogen nâu<sup>50</sup> với tổng sản lượng sản xuất đạt khoảng 500 nghìn tấn/năm (KTA), giá khoảng từ 1 - 2,5 USD/kg. Trong đó, nhu cầu hydrogen của Việt Nam, thông qua nhu cầu hydrogen của PVN năm 2020 cung cấp cho các nhà máy sản xuất phân đạm, khoảng 316.000 tấn hydrogen, các nhà máy lọc dầu Dung Quất và Nghi Sơn tiêu thụ lần lượt là 39.000 tấn và 139.000 tấn/năm<sup>51</sup>. Tổng nhu cầu hydrogen dự kiến sẽ tăng lên khoảng 4.000 KTA vào năm 2050.

Việc sản xuất và sử dụng hydrogen và dẫn xuất hydrogen trong các lĩnh vực khác như giao thông, công nghiệp năng lượng, nhiệt.... hầu như chưa phát triển. hydrogen xanh được sản xuất từ nguồn năng lượng tái tạo chưa được sản xuất và sử dụng tại Việt Nam.

Có thể nói, chuỗi giá trị hydrogen hoàn chỉnh chưa được hình thành tại thị trường Việt Nam trong giai đoạn này. Vì vậy, khi đưa hydrogen xanh vào sản xuất, việc phát triển và hoàn thiện cơ sở hạ tầng và chuỗi giá trị hydrogen là vấn đề cần được quan tâm. Thời gian gần đây, một vài doanh nghiệp đã bắt đầu quan tâm nghiên cứu tiềm năng sản xuất hydrogen xanh và amoniac xanh để xuất khẩu. Một số dự án sản xuất hydrogen xanh điển hình đã được đề xuất như:

---

50 Hydrogen xám và Hydrogen nâu được sản xuất bằng năng lượng từ nhiên liệu hóa thạch như khí đốt tự nhiên, hydro cacbon, than đá.

51 <https://congthuong.vn/toa-dam-trien-vong-hydrogen-xanh-trong-nen-kinh-te-carbon-thap-cua-viet-nam-223744.html>

*(i) Dự án Nhà máy sản xuất hydro xanh Trà Vinh*

- Quy mô, công suất: 24.000 tấn hydro/năm, 182.500 tấn amoniac/năm và 195.000 tấn oxy/năm.

- Địa điểm: xã Đông Hải, huyện Duyên Hải, tỉnh Trà Vinh.

- Chủ đầu tư: Công ty cổ phần TGS Trà Vinh Green Hydrogen.

- Tiến độ: dự kiến vận hành thương mại vào Quý II năm 2027.

- Tình hình triển khai: Dự án đã được Bộ Công Thương thẩm định Báo cáo nghiên cứu khả thi đầu tư xây dựng và được Ban Quản lý Khu kinh tế tỉnh Trà Vinh cấp Giấy phép xây dựng đối với một số hạng mục: hàng rào, cổng, nhà bảo vệ, đường nội bộ, hệ thống thoát nước mưa. Hiện tại, Chủ đầu tư đang tiến hành xây dựng một số hạng mục phụ trợ theo Giấy phép xây dựng đã được cấp và hoàn thiện hồ sơ xin Giấy phép xây dựng đối với các hạng mục còn lại.

*(ii) Dự án Nhà máy sản xuất Hydro xanh Bến Tre*

- Quy mô, công suất: 24.000 tấn hydro/năm, 182.500 tấn amoniac/năm và 195.000 tấn oxy/năm.

- Địa điểm: xã Bảo Thuận, huyện Ba Tri, tỉnh Bến Tre.

- Nhà đầu tư: Công ty cổ phần TGS Trà Vinh Green Hydrogen.

- Tiến độ: dự kiến vận hành thương mại vào Quý II năm 2028.

- Tình hình triển khai: Dự án đang trong giai đoạn hoàn thiện hồ sơ xin chấp thuận chủ trương đầu tư.

*(iii) Dự án Nhà máy sản xuất hydro xanh Bạc Liêu*

- Công suất 70.000 tấn hydro/năm.

- Địa điểm: tỉnh Bạc Liêu.

- Nhà đầu tư đề xuất: Tập đoàn The Green Solution.

- Tiến độ: dự kiến vận hành thương mại giai đoạn 1 vào năm 2029, giai đoạn 2 vào năm 2032.

- Tình hình triển khai: Dự án đang trong quá trình chuẩn bị hồ sơ xin chấp thuận chủ trương đầu tư.

*(iv) Dự án Nhà máy sản xuất hydro xanh Tiền Giang*

- Công suất 5.294 tấn hydrogen/năm.

- Chủ đầu tư: Công ty cổ phần Năng lượng tái tạo Tiền Giang.

- Tiến độ: dự kiến hoạt động vào tháng 9 năm 2028.

- Tình hình triển khai: UBND tỉnh Tiền Giang đã chấp thuận chủ trương đầu tư đồng thời chấp thuận nhà đầu tư Dự án. Hiện nay, Chủ đầu tư đang triển khai thực hiện thực các bước tiếp theo của Dự án.

Bên cạnh đó, có nhiều nhà đầu tư trong và ngoài nước đang phối hợp với các địa phương để nghiên cứu, khảo sát, đề xuất các dự án sản xuất hydrogen như tại Bình Định (20.000 tấn/năm), Long An (249 tấn/năm), Ninh Thuận, Quảng Bình, Quảng Trị, Sóc Trăng, thành phố Hồ Chí Minh,...

## **2. VỀ SỬ DỤNG HYDROGEN**

Nhu cầu hydrogen của Việt Nam, thông qua nhu cầu hydrogen của PVN năm 2020 cung cấp cho các nhà máy sản xuất phân đạm, khoảng 316.000 tấn hydrogen, các nhà máy lọc dầu Dung Quất và Nghi Sơn tiêu thụ lần lượt là 39.000 tấn và 139.000 tấn/năm<sup>52</sup>. Tổng nhu cầu hydrogen dự kiến sẽ tăng lên khoảng 4.000 KTA vào năm 2050. Hình 3 trình bày sản lượng hydrogen sản xuất và tiêu thụ tại các nhà máy lọc dầu và nhà máy phân đạm thuộc PVN năm 2020. Trong đó, sản lượng cao nhất là Nhà máy lọc hóa dầu Nghi Sơn.

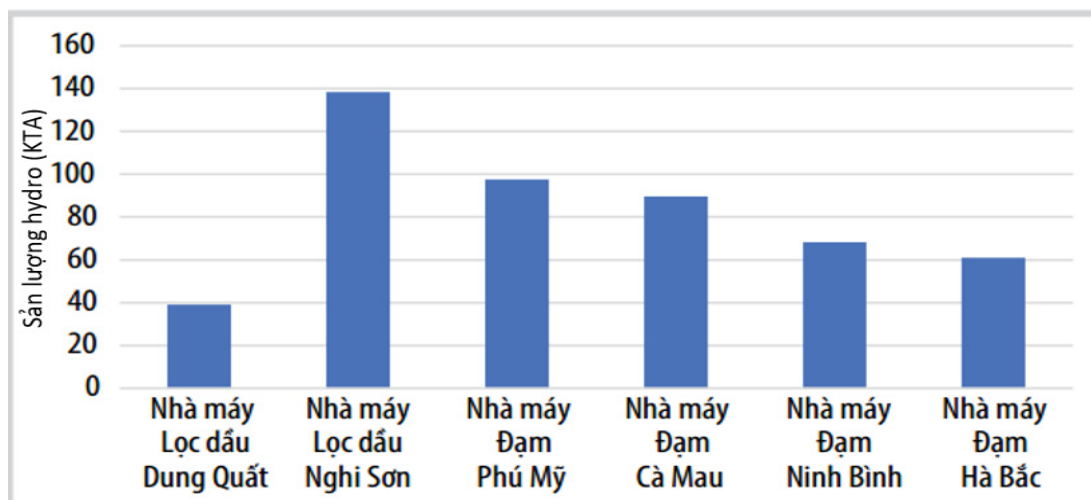
Ngoài ra, trên thị trường hiện nay còn có một lượng rất nhỏ hydrogen cũng được sử dụng tại các nhà máy sản xuất thép, kính nổi, điện tử và thực phẩm, chiếm khoảng 0,5% tổng nhu cầu hydrogen hiện tại của Việt Nam<sup>53</sup>.

---

52 <https://congthuong.vn/toa-dam-trien-vong-hydrogen-xanh-trong-nen-kinh-te-carbon-thap-cua-viet-nam-223744.html>

53 Nguyễn Hữu Lương (2021). Thị trường tiềm năng và tác động của sự phát triển hydro xanh đến năm 2050 tại Việt Nam. Tạp chí Dầu khí. Số 12-2021, 40-47

**Biểu đồ: Sản lượng hydrogen sử dụng tại một số đơn vị nhà máy lọc dầu và sản xuất phân đạm (KTA)**



### 3. THỰC TRẠNG TIẾP CẬN VÀ DỰ BÁO NHU CẦU HYDROGEN TẠI VIỆT NAM

Trong bối cảnh hiện nay, rất nhiều ngành, lĩnh vực đang bay tở sự quan tâm mạnh mẽ đến phát triển năng lượng hydrogen. Dự báo nhu cầu  $H_2$  của Việt Nam như sau:

#### 3.1. Ngành lọc hóa dầu và phân đạm (hóa chất)

Ước tính nhu cầu hydrogen xanh cho các ngành lọc hóa dầu và hóa chất như sau:

**Bảng: Ước tính nhu cầu hydrogen xanh cho các nhà máy lọc dầu**

| Nhà máy                                                 | Đơn vị     | 2025         | 2030          | 2040          | 2050          |
|---------------------------------------------------------|------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| Dung Quất                                               | Tấn        | -            | -             | -             | -             |
| Dung Quất mở rộng                                       | Tấn        |              | 75192         | 75192         | 75192         |
| Nghi Sơn                                                | Tấn        | 91600        | 91600         | 91600         | 91600         |
| Tổ hợp lọc hoá dầu mới tại khu vực Trung Bộ/Đông Nam Bộ | Tấn        | N/A          | N/A           | N/A           | N/A           |
| <b>Tổng cộng</b>                                        | <b>Tấn</b> | <b>91600</b> | <b>166792</b> | <b>166792</b> | <b>166792</b> |
| Tỷ lệ thay thế (kịch bản cơ sở)                         | %          | 0%           | 0%            | 80%           | 80%           |

|                                |     |    |    |        |        |
|--------------------------------|-----|----|----|--------|--------|
| Nhu cầu hydro (kịch bản cơ sở) | Tấn | 0  | 0  | 133434 | 133434 |
| Tỷ lệ thay thế (kịch bản cao)  | %   | 0% | 0% | 100%   | 100%   |
| Nhu cầu hydro (kịch bản cao)   | Tấn | 0  | 0  | 166792 | 166792 |

**Bảng: Ước tính nhu cầu hydrogen xanh cho các nhà máy phân đạm**

| Loại nhà máy phân đạm           | Đơn vị | 2025    | 2030    | 2040    | 2050    |
|---------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Urea                            | Tấn    | 268.660 | 268.660 | 268.660 | 268.660 |
| DAP                             | Tấn    | 39.560  | 39.560  | 39.560  | 39.560  |
| Ammonium ni-<br>trate           | Tấn    | 32.983  | 32.983  | 32.983  | 32.983  |
| Ammonium sul-<br>fate (SA)      | Tấn    | 18.864  | 18.864  | 18.864  | 18.864  |
| NPK hóa học                     | Tấn    | 8.820   | 8.820   | 8.820   | 8.820   |
| MSG                             | Tấn    | 17.512  | 17.512  | 17.512  | 17.512  |
| Các loại khác                   | Tấn    | 7.200   | 7.200   | 7.200   | 7.200   |
| Tổng cộng                       | Tấn    | 393.600 | 393.600 | 393.600 | 393.600 |
| Tỷ lệ thay thế (kịch bản cơ sở) | %      | 0%      | 0%      | 80%     | 80%     |
| Nhu cầu hydro (kịch bản cơ sở)  | Tấn    | 0       | 0       | 314.880 | 314.880 |
| Tỷ lệ thay thế (kịch bản cao)   | %      | 0%      | 0%      | 100%    | 100%    |
| Nhu cầu hydro (kịch bản cao)    | Tấn    | 0       | 0       | 393.600 | 393.600 |

### 3.2. Ngành sản xuất điện

Tiềm năng ứng dụng H<sub>2</sub> trong ngành sản xuất điện

- Đốt H<sub>2</sub> xanh trong các nhà máy điện chạy bằng khí đốt: Theo thông tin từ các nhà sản xuất tuabin khí, các tuabin khí đang vận hành hiện nay có thể đốt cháy tỷ lệ H<sub>2</sub> từ 2-5%, một số có thể lên tới 30% mà không cần phải điều chỉnh hay thay thế thiết bị. Hiện nay, như Siemens đã công bố, hãng đã nghiên cứu và thử nghiệm thành công tua-bin khí công suất nhỏ (dưới 50MW) có thể đốt cháy 100% H<sub>2</sub>. H<sub>2</sub> có thể được sử dụng trực tiếp hoặc chuyển đổi thành amoniac,

có thể được sử dụng trong các nhà máy nhiệt điện than. Hiện một số nước đã và đang thử nghiệm công nghệ trộn amoniac với than.

- Lưu trữ điện dài hạn: Trong tương lai,  $H_2$  **có thể được coi là một phương tiện** để lưu trữ điện năng lâu dài. Điều này sẽ cho phép lưu trữ sản lượng điện dựa trên năng lượng tái tạo khi dư thừa để sử dụng trong thời điểm nhu cầu cao và/hoặc lượng năng lượng tái tạo đưa vào hệ thống thấp hơn. Về mặt lý thuyết, máy điện phân có thể được sử dụng để chuyển đổi sản lượng dư thừa hàng ngày mà hệ thống không thể hấp thụ thành  $H_2$  để sau này chuyển đổi thành điện năng trong pin nhiên liệu hoặc trực tiếp trong tuabin khí. Tuy nhiên, do hiệu suất chuyển đổi điện thành  $H_2$  và sau đó trở lại điện năng thấp, việc lưu trữ điện dư thừa trong các hệ thống lưu trữ điện thuần túy (chẳng hạn như pin) để sử dụng sau này được coi là tiết kiệm hơn.

- **Đối với điện than**, chế xuất của  $H_2$  là  $NH_3$  hiện đang được nghiên cứu đồng đốt tại các nhà máy nhiệt điện than nhằm giảm lượng than tiêu thụ đồng thời giảm phát thải khí nhà kính.

Theo định hướng trong QHĐ VIII cả các nhà máy điện sử dụng than, khí (LNG, khí nội) bắt buộc phải chuyển sang sử dụng  $H_2$  hoặc dẫn xuất của  $H_2$  ( $NH_3$ ) vào 2050, phần còn lại không chuyển đổi sang các nhiên liệu này sẽ không được phép vận hành nhằm đảm bảo net zero vào 2050. Như vậy có thể thấy nhu cầu  $H_2$  và dẫn xuất  $H_2$  cho ngành điện sẽ bắt đầu tăng nhanh vào giai đoạn sau năm 2035.

Định hướng chuyển đổi này cũng được nhắc lại tại Quyết định số 165/QĐ-TTg ngày 07/02/2024 đưa ra mục tiêu từ nay đến 2030, nghiên cứu triển khai thí điểm đồng đốt khí với  $H_2$  và than với amoniac tại các nhà máy điện khí, điện than để chuẩn bị cho việc thực hiện lộ trình chuyển đổi nhiên liệu sang năng lượng có nguồn gốc  $H_2$  và định hướng đến 2050 sẽ thực hiện chuyển đổi nhiên liệu cho các nhà máy điện khí và điện LNG sang sử dụng  $H_2$ , các nhà máy điện than sang sử dụng amoniacc theo QHĐ VIII.

## **II. HẠN CHẾ TRONG QUÁ TRÌNH PHÁT TRIỂN NĂNG LƯỢNG HYDROGEN TẠI VIỆT NAM**

Nhìn nhận được xu hướng chuyển dịch năng lượng toàn cầu; nhận thức được tầm quan trọng của hydrogen để hướng tới mục tiêu kép của quốc gia bao

gồm: đảm bảo an ninh năng lượng và đạt phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050, Việt Nam đang coi hydrogen là định chiến lược phát triển năng lượng trong tương lai. Tuy nhiên việc phát triển năng lượng hydrogen tại Việt Nam còn tồn tại nhiều hạn chế. Cụ thể như sau:

#### 1. Khung pháp lý, cơ chế, chính sách quốc gia liên quan đến việc chuyển đổi sử dụng nhiên liệu $H_2$

Vấn đề pháp lý và quy định pháp luật cũng là khó khăn trong việc triển khai các dự án phát triển hydrogen xanh. Theo đánh giá của nhiều nhà đầu tư, các cơ chế, chính sách hiện nay chưa đủ hấp dẫn để thu hút nhà đầu tư trong lĩnh vực hydrogen, do đó, cần thiết phải xây dựng dần các khung pháp lý về môi trường, vật liệu, thiết bị để đảm bảo an toàn trong các hoạt động sản xuất, vận chuyển, phân phối, lưu giữ và sử dụng hydrogen xanh và dẫn xuất của nó; khung pháp lý về dự án, giá, thuế, quản lý ... cần được thiết lập trong quá trình chuẩn bị, triển khai thực hiện các dự án phát triển hydrogen xanh.

Đến thời điểm hiện tại, khung pháp lý, cơ chế và chính sách liên quan đến việc chuyển đổi sử dụng nhiên liệu  $H_2$  chưa được xây dựng đầy đủ và cụ thể. Tính tới thời điểm hiện tại, các văn bản pháp lý có liên quan đến việc chuyển đổi sử dụng nhiên liệu  $H_2$  có thể kể đến như: Nghị quyết 55-NQ/TW của Bộ Chính trị thể hiện các cam kết của Chính phủ về phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050; Quyết định số 882/QĐ-TTg ngày 22/7/2022 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Kế hoạch hành động quốc gia về tăng trưởng xanh giai đoạn 2021-2030 đưa ra nhiệm vụ cho Bộ Công Thương phối hợp với các Bộ Ngành liên quan hoàn thiện khuôn khổ pháp lý đối với hoạt động sản xuất, lưu trữ, vận chuyển, sử dụng nhiên liệu xanh (trong đó có khí  $H_2$  xanh) trong giai đoạn 2022-2025, và xây dựng lộ trình phát triển công nghệ sản xuất, lưu trữ, vận chuyển, sử dụng nhiên liệu xanh trong giai đoạn 2026-2030; Quy hoạch điện VIII đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt; trong đó, việc chuyển đổi sử dụng nhiên liệu  $H_2$  được coi là một trong hai bước “đột phá” trong Quy hoạch điện VIII đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt.

Ngoài các văn bản trên, Việt Nam cần bổ sung khung pháp lý, cơ chế và chính sách cụ thể liên quan đến việc chuyển dịch cơ cấu năng lượng và các giải

pháp kinh tế - kỹ thuật đi kèm. Khung pháp lý, cơ chế, chính sách cần phải rõ ràng để phối hợp hiệu quả giữa chính phủ, doanh nghiệp, các cơ sở nghiên cứu và toàn dân cùng thực hiện. Bên cạnh đó cần thiết phải có khung pháp lý, cơ chế, chính sách đặc thù liên quan tới chuyển đổi hành vi của các đối tượng sử dụng gồm tổ chức, doanh nghiệp, người dân. Hiện tại, Việt Nam đã công bố mục tiêu hoặc kế hoạch cụ thể về việc phát triển  $H_2$  xanh chính vì vậy cần có khung pháp lý toàn diện để khuyến khích sản xuất và sử dụng nhiên liệu  $H_2$  xanh trong tương lai.

## 2. Cơ sở hạ tầng chuyên dụng cho việc chuyển đổi sử dụng nhiên liệu $H_2$

Nhiên liệu  $H_2$  tại Việt Nam hiện đang được sản xuất và tiêu thụ tại chỗ trong các nhà máy lọc, hóa dầu và đạm. Một lượng nhỏ  $H_2$  được sử dụng trong sản xuất thép, kính nổi, điện tử, thực phẩm. Do đó, cơ sở hạ tầng chuyên dụng được đánh giá là có nhưng chưa đáp ứng đủ nhu cầu trong tương lai hay nói cách khác là cơ sở hạ tầng chưa phát triển đồng bộ”. Việt Nam cần xây dựng hạ tầng phân phối và lưu trữ  $H_2$ . Cần đầu tư vào các trạm sản xuất, cung cấp và nạp lại  $H_2$ , hệ thống ống dẫn và bể chứa an toàn để vận chuyển và lưu trữ nhiên liệu. Hạ tầng phải được phát triển và mở rộng để đáp ứng nhu cầu sử dụng  $H_2$  trong các ngành công nghiệp và giao thông.

## 3. Năng lực công nghệ cho việc chuyển đổi sử dụng nhiên liệu $H_2$

Hiện nay, năng lực về công nghệ sản xuất, lưu trữ và phân phối  $H_2$  của Việt Nam còn yếu, chưa đáp ứng được yêu cầu của quy mô sản xuất phục vụ nhu cầu thương mại. Tuy nhiên, Việt Nam có lợi thế khi tận dụng được cơ sở hạ tầng sẵn có của ngành dầu khí để sản xuất và phân phối  $H_2$ . Tập đoàn Công nghiệp - Năng lượng Quốc gia Việt Nam có những điều kiện thuận lợi để sản xuất  $H_2$  quy mô thương mại sau năm 2030 và tham gia vào thị trường toàn cầu. Tuy nhiên, Chính phủ cần xây dựng các cơ chế, chính sách phù hợp với điều kiện ở Việt Nam và ngành dầu khí để thúc đẩy các hoạt động nghiên cứu, phát triển, ứng dụng công nghệ sản xuất và sử dụng  $H_2$  “sạch”. Ngoài ra, cần có sự đầu tư nghiêm túc cho các nhóm nghiên cứu chuyên gia về công nghệ sản xuất và công nghệ ứng dụng nhiên liệu  $H_2$ . Điều này bao gồm nghiên cứu về sản xuất  $H_2$  từ các nguồn tái tạo, phát triển công nghệ lưu trữ và vận chuyển an toàn của  $H_2$ , và nâng cao hiệu suất sử dụng  $H_2$  trong các ứng dụng khác nhau.

#### 4. Nguồn vốn cho việc chuyển đổi sử dụng nhiên liệu H<sub>2</sub>

Việt Nam còn khá hạn chế về các nguồn vốn tài trợ cho các dự án sản xuất, lưu trữ, phân phối và sử dụng nhiên liệu H<sub>2</sub>. Hiện nay, các nguồn vốn khả thi đa phần đến từ Chính phủ, các quỹ môi trường trên thế giới. Do nhu cầu hydrogen xanh lớn nên cần nguồn lực tài chính lớn để đầu tư phát triển cho sản xuất và cơ sở hạ tầng vận chuyển, phân phối, lưu trữ trong thời gian tới. Trong khi chi phí sản xuất hydrogen xanh và cơ sở hạ tầng phục vụ kèm theo đang ở mức cao nên khó để Việt Nam có đủ nguồn lực để phát triển loại hình năng lượng này, ngay cả khi giá thành công nghệ và điện giảm hơn nữa.

Chi phí về cơ sở hạ tầng, đặc biệt là cơ sở hạ tầng liên quan đến vận chuyển, lưu trữ, sử dụng và phân phối để mở rộng quy mô thị trường hydrogen xanh cũng là rào cản quan trọng, vì hydrogen là loại khí dễ cháy cần đảm bảo an toàn cao, có tỷ trọng thể tích thấp nên đòi hỏi không gian chứa lớn. Hydrogen là chất dễ cháy, hỗn hợp hydrogen/oxy 2:1 ở nhiệt độ 600°C có thể gây cháy nổ lớn do sự lan truyền hỗn hợp khí khi thể tích hơi nước tạo ra tăng cao hơn nhiều so với hỗn hợp ban đầu. Hydrogen có phản ứng tỏa nhiệt gây nổ lớn khi gặp clo hoặc flo có trong hydroclorid và hydroflorid. Vì vậy, cần đầu tư mới hệ thống đường ống và thiết bị vận chuyển chuyên dụng, đảm bảo an toàn cao trên quy mô cả nước nếu loại nhiên liệu này phát triển mạnh. Ngoài ra, mức độ sử dụng của hydrogen xanh phụ thuộc vào giá của hydrogen xanh cấp cho người tiêu dùng, phụ thuộc vào sự thuận tiện và an toàn khi sử dụng như số trạm tiếp nhiên liệu được lắp đặt.... Như vậy, có thể thấy nhu cầu vốn đầu tư để phát triển thị trường hydrogen xanh sẽ là rất lớn.

Hơn nữa, hiện nay khó khăn lớn nhất là công nghệ sản xuất, lưu trữ, vận chuyển, ứng dụng trên thế giới chưa hoàn chỉnh và chưa phổ biến nên chi phí sản xuất hydrogen xanh và phân phối cao hơn nhiều so với nhiên liệu truyền thống. Đây là rào cản lớn để có thể phát triển loại hình nguyên, nhiên liệu này ở Việt Nam. Nhưng với nhu cầu và ý nghĩa to lớn của loại hình nguyên nhiên liệu có thể trong thời gian tới tình hình sẽ cải thiện hơn, mở ra cơ hội cho Việt Nam.

Rõ ràng, trong tương lai gần Việt Nam cần huy động được nguồn tài chính từ cả khu vực tư nhân và nhà nước; đặc biệt cần có sự huy động vốn xã hội hóa

ngoài những nguồn tài trợ từ các chính phủ, muốn vậy cần có những cơ chế ưu đãi như miễn giảm thuế/phí cho lĩnh vực phát triển nhiên liệu  $H_2$ ; đánh thuế phát thải  $CO_2$  để tăng sự cạnh tranh của sản xuất xanh. Trong tương lai, Chính phủ Việt Nam khả năng cao sẽ bố trí được nguồn vốn dồi dào khi có sự chuẩn bị đầy đủ về lộ trình chuyển đổi.

## 5. Nguồn nhân lực cho việc chuyển đổi sử dụng nhiên liệu $H_2$

Trình độ khoa học, công nghệ và chất lượng nguồn nhân lực trong nước để phát triển năng lượng hydrogen tại Việt Nam còn hạn chế. Việc tiếp cận với các công nghệ mới, đặc biệt là các công nghệ sản xuất và sử dụng năng lượng hydrogen trải rộng trong nhiều lĩnh vực của nền kinh tế. Việc nâng cao năng lực nghiên cứu khoa học, công nghệ và chất lượng nguồn nhân lực là một yêu cầu cấp bách đối với phát triển lĩnh vực hydrogen trong nước.

Công nghệ sản xuất, vận chuyển, phân phối và lưu giữ hydrogen xanh còn rất mới đối với Việt Nam. Nguồn nhân lực có kinh nghiệm và chuyên môn về lĩnh vực này còn hạn chế cần được đào tạo trong thời gian tới để đáp ứng nhu cầu phát triển. Những hạn chế về công nghệ sản xuất hydrogen xanh như hiệu suất thấp (công nghệ điện phân hiệu suất lớn nhất hiện nay chỉ khoảng 67%), tổn thất năng lượng cao, yêu cầu độ ổn định dòng điện lớn, vật liệu xúc tác là loại đắt đỏ, quy mô công suất còn hạn chế nên chưa phát triển nhiều các dự án sản xuất hydrogen xanh. Các ứng dụng hydrogen xanh cũng còn nhiều hạn chế như vật liệu của các công nghệ sản xuất sử dụng hydrogen xanh, chuyển đổi công nghệ hiện có để phù hợp với nhiên nguyên liệu hydrogen xanh chưa đáp ứng được về mặt an toàn và hiệu suất, công nghệ vận chuyển, công nghệ hóa lỏng, hóa khí, chuyển đổi dẫn xuất... cũng vẫn đang trong giai đoạn tiếp tục nghiên cứu phát triển nên chi phí tăng cao và khó có thể phát triển ở quy mô lớn trong tương lai gần.

## 6. Sự liên kết trong chuỗi cung ứng nhiên liệu $H_2$

Việt Nam chưa có dự án sản xuất hydrogen xanh công nghiệp nào. Phần lớn hydrogen được sản xuất tại Việt Nam hiện nay là để phục vụ cho nhu cầu nội tại của các nhà máy lọc hoá dầu, nhà máy sản xuất đạm là hydrogen xám và nâu. Trong khi đó nhu cầu hydrogen xanh trong tương lai được dự báo lớn, đòi hỏi nguồn lực về tài chính, nhân lực và tài nguyên lớn. Hơn nữa, việc chưa hình

thành chuỗi giá trị của hydrogen xanh bao gồm cơ sở hạ tầng vận chuyển, cung cấp, lưu giữ cũng là một rào cản phát triển ở Việt Nam.

Sự kết nối trong chuỗi cung ứng nhiên liệu  $H_2$  tại Việt Nam chưa hoàn thiện. Hiện nay,  $H_2$  có thể coi là nguyên liệu phục vụ cho nhiều ngành công nghiệp như hóa chất, phân bón, luyện kim;  $H_2$  còn được coi là một loại hình lưu trữ năng lượng quy mô lớn, tham gia vào chuỗi giá trị năng lượng (điện) -  $H_2$  - năng lượng (điện hoặc nhiệt) trong các mô hình Power to Gas (P2G) nhưng mới chỉ hình thành một số sự liên kết trong chuỗi cung ứng tại Việt Nam, ví dụ: sản xuất điện tái tạo - điện phân nước sản xuất  $H_2$  - tồn chứa  $H_2$  (hóa lỏng, hóa rắn  $H_2$ ; chuyển sang  $NH_3$ ) - vận chuyển  $H_2/NH_3$  - tiêu thụ. Rõ ràng, cần nhanh chóng nghiên cứu ứng dụng, tiếp cận các công nghệ mới trong chuỗi sản xuất, vận chuyển, lưu trữ và sử dụng  $H_2$  để đón đầu và sẵn sàng tham gia sản xuất, kinh doanh  $H_2$  khi thị trường có đủ điều kiện.

## 7. Chi phí chuyển đổi sử dụng nhiên liệu $H_2$

Hiện nay, lĩnh vực sản xuất và công nghiệp thì chi phí chuyển đổi sử dụng  $H_2$  trong nhà máy điện khí khá cao; bên cạnh đó chi phí cải hoán các lò hơi/lò đốt/động cơ sang nhiên liệu sang  $H_2$  cũng là chi phí lớn. Tuy nhiên, khi tính chi phí chuyển đổi này cần tính đúng, tính đủ, có thể trừ đi các loại phí xả thải ra môi trường cũng như những lợi ích tích cực cho môi trường có thể quy ra tiền do sử dụng nhiên liệu  $H_2$ . Xu hướng tương lai là sản xuất  $H_2$  “xanh” từ quá trình điện phân nước bằng năng lượng tái tạo thân thiện với môi trường. Phương thức sản xuất này được dự báo sẽ rẻ hơn sản xuất công nghiệp do chi phí đầu vào chính là điện.

## 8. Vấn đề đảm bảo an toàn

Hydrogen là một chất dễ cháy, do vậy các giải pháp đảm bảo an toàn trong quá trình sản xuất, lưu giữ, vận chuyển và sử dụng hydrogen cần tuân thủ nghiêm ngặt các quy định về hóa chất nguy hiểm theo Nghị định 113/2017/NĐ-CP. Điều này đòi hỏi chi phí đầu tư tăng để đảm bảo được các yêu cầu về an toàn.

## 9. Nhu cầu nước, điện, đất đai

Nhu cầu nước, nhu cầu điện và đất đai cũng là những yếu tố quyết định. Các dự án sản xuất hydrogen xanh quy mô lớn cần có vị trí phù hợp, có diện tích đất đủ để xây dựng nhà máy và bố trí hệ thống cơ sở hạ tầng lưu giữ, xử lý, vận

chuyển và tiêu thụ. Các dự án cũng nên được đặt gần các nguồn nước để phục vụ nhu cầu sản xuất. Đặc biệt, những dự án kết hợp với nguồn điện NLTT thì diện tích đất sẽ được tính cho cả nhà máy hydrogen xanh và nhà máy điện sẽ là rất lớn. Trong khi đó Việt Nam là quốc gia đông dân, quỹ đất hạn chế nên khó tìm được địa điểm dự án phù hợp ở quy mô mong muốn để đảm bảo tính hiệu quả về kinh tế và tài chính của dự án chưa kể đến các quy định/yêu cầu về khoảng cách an toàn đối với khu dân cư và các hệ sinh thái. Theo đánh giá về các điều kiện thực tế, loại hình dự án sản xuất hydrogen xanh chỉ có hiệu quả khi kết hợp với các dự án điện gió ngoài khơi có công suất lớn được ưu tiên sử dụng cho sản xuất hydrogen xanh.

## 10. Về quy hoạch

- Việc quy hoạch tổng công suất các dự án sản xuất hydrogen theo từng phân vùng (miền Bắc, miền Trung, miền Nam) tại Quy hoạch năng lượng quốc gia cần được rà soát, xem xét lại để phù hợp với bối cảnh thực tế, do các dự án sản xuất hydrogen cần được quy hoạch tại các địa điểm có tiềm năng lớn về năng lượng tái tạo (miền Trung, miền Nam) để phát triển các dự án năng lượng tái tạo cung cấp cho dự án sản xuất hydrogen.

- Một số dự án sản xuất điện từ nguồn năng lượng tái tạo đi kèm với dự án sản xuất hydrogen chưa được quy hoạch tại Quy hoạch điện VIII và các Quy hoạch khác có liên quan.

### **Bảng: Nhu cầu tiềm năng H<sub>2</sub> cho phát điện**

Đơn vị: Triệu tấn/năm

| Năm                                | 2030 | 2035  | 2040 | 2045 | 2050  |
|------------------------------------|------|-------|------|------|-------|
| Nhiệt điện than sử dụng amoniac    | 0,0  | 0,35  | 2,18 | 3,92 | 7,85  |
| Nhiệt điện khí trong nước          | 0,0  | 0,19  | 0,58 | 1,93 | 1,93  |
| Nhiệt điện LNG                     | 0,0  | 0,70  | 2,10 | 3,49 | 7,98  |
| Amoniac sử dụng cho các bộ khử NOx | 0,0  | 0,45  | 0,45 | 0,45 | 0,45  |
| Tổng nhu cầu hydro tính toán       | 0,0  | 1,69  | 5,3  | 9,80 | 18,21 |
| Tỷ lệ thay thế (kịch bản cơ sở)    | 0%   | 30%   | 30%  | 30%  | 30%   |
| Nhu cầu hydro (kịch bản cơ sở)     | 0,0  | 0,507 | 1,59 | 2,94 | 5,463 |
| Tỷ lệ thay thế (kịch bản cao)      | 0%   | 100%  | 100% | 100% | 100%  |
| Nhu cầu hydro (kịch bản cao)       | 0,0  | 1,69  | 5,3  | 9,80 | 18,21 |

### 3. Ngành giao thông vận tải

Ứng dụng tiềm năng nhất trong ngành vận tải là chuyển đổi nhiên liệu sử dụng của phương tiện thành điện năng và năng lượng xanh.

Dựa trên mức tiêu thụ nhiên liệu hóa thạch hiện tại và dự báo trong lĩnh vực giao thông vận tải, nhu cầu tiềm năng đối với  $H_2$  xanh được ước tính trong một phân tích từ trên xuống đơn giản hóa. Phân tích dựa trên nhiệt trị tỏa nhiệt của nhiên liệu và tỷ lệ thay thế giả định của nhiên liệu hóa thạch bằng nhiên liệu tái tạo như  $H_2$  xanh hoặc metanol tổng hợp và dầu hỏa tổng hợp. Kết quả phân tích này thể hiện tiềm năng nhu cầu  $H_2$  của giao thông quốc gia. Lưu ý: giả định rằng tiềm năng nhu cầu  $H_2$  của các hoạt động vận tải xuyên biên giới, quốc tế, đi từ hoặc đến Việt Nam, tức là vận tải biển hoặc hàng không, không được phản ánh (đầy đủ) trong các giá trị tiêu thụ nhiên liệu này.

Đối với lĩnh vực giao thông đường bộ, xăng và dầu diesel tiêu thụ có thể được thay thế bằng  $H_2$ , chuyển đổi đội xe hiện có sử dụng động cơ đốt trong (ICE) bằng xe điện chạy bằng pin nhiên liệu  $H_2$  (FCEV). Đối tượng tiềm năng thay thế của xe FCEV chính là các loại xe tải hạng nặng và xe bus đang sử dụng nhiên liệu diesel. Thông thường, mức tiêu hao nhiên liệu của các loại xe này khoảng 30 lít diesel/100 km, tùy thuộc vào công suất động cơ của xe. Theo đó, lượng phát thải của các loại xe truyền thống này là 79 kg  $CO_2$ /100 km. Khi được thay thế bằng xe FCEVs, lượng  $H_2$  tiêu tốn để duy trì cùng quãng đường là 6 kg  $H_2$ /100 km. Tại Việt Nam, 1 xe tải hạng nặng tiêu thụ trung bình 10.800 lít diesel/năm, tương đương với 6.480 kg  $H_2$ /năm khi được thay thế bằng FCEV.

Đối với lĩnh vực hàng hải và hàng không, dầu mazut và dầu hỏa có thể được thay thế bằng nhiên liệu tổng hợp dạng lỏng như e-methanol và e-kerosene. Đối với lĩnh vực vận tải đường sắt và đường thủy nội địa, người ta cho rằng mức tiêu thụ dầu diesel hiện tại có thể được thay thế bằng  $H_2$  (làm nhiên liệu cho pin nhiên liệu hoặc động cơ khí).

Như vậy các lĩnh vực có nhu cầu tiêu thụ nhiều nhiên liệu hóa thạch truyền thống đều có khả năng chuyển đổi sang sử dụng nhiên liệu  $H_2$  hoặc các dẫn xuất từ  $H_2$  ( $NH_3$ ). Với giả định  $H_2$  bắt đầu được áp dụng thí điểm cho các lĩnh vực tiềm năng từ 2025, đến năm 2030, 1-2%  $H_2$  sẽ được thay thế cho nhu cầu nguyên,

nhiên liệu hóa thạch của những lĩnh vực này và đến năm 2050, tỷ lệ sử dụng H<sub>2</sub> dự kiến đạt 20-30% thì thị trường H<sub>2</sub> tại Việt Nam có thể đạt khoảng 22 triệu tấn/năm vào 2050, tương ứng với 2,8% nhu cầu H<sub>2</sub> thế giới.

**Bảng: Dự báo nhu cầu H<sub>2</sub> trong chuyển đổi nhiên liệu cho vận tải**

| Năm  | Nhiên liệu                                                           | Xăng         | Dầu DO       | Dầu FO     | Dầu hỏa máy bay | Tổng cộng    |
|------|----------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|------------|-----------------|--------------|
|      | Nhiên liệu thay thế                                                  | Hydrogen     | Hydrogen     | E-Methanol | E-Kerosene      |              |
|      | Hệ số chuyển đổi (nghìn tấn H <sub>2</sub> / kTOE nhiên liệu)        | 0,349        | 0,349        | 0,417      | 0,172           |              |
| 2025 | Nhu cầu nhiên liệu, kTOE                                             | 7.694        | 9.025        | 313        | 1.210           |              |
|      | Tỷ lệ thay thế (%)                                                   | 0%           | 0%           | 0%         | 0%              |              |
|      | <i>Nhu cầu H<sub>2</sub> tương đương, nghìn tấn</i>                  | <i>0</i>     | <i>0</i>     | <i>0</i>   | <i>0</i>        | <i>0</i>     |
| 2030 | Nhu cầu nhiên liệu, kTOE                                             | 9.052        | 11.502       | 415        | 1.485           |              |
|      | Tỷ lệ thay thế (%)                                                   | 0%           | 0%           | 0%         | 0%              |              |
|      | <i>Nhu cầu H<sub>2</sub> tương đương, nghìn tấn</i>                  | <i>0</i>     | <i>0</i>     | <i>0</i>   | <i>0</i>        | <i>0</i>     |
| 2040 | Nhu cầu nhiên liệu, kTOE                                             | 12.691       | 16.662       | 617        | 2.090           |              |
|      | Tỷ lệ thay thế (%) (kịch bản cơ sở)                                  | 5%           | 5%           | 5%         | 5%              |              |
|      | <i>Nhu cầu H<sub>2</sub> tương đương, nghìn tấn (kịch bản cơ sở)</i> | <i>221</i>   | <i>290</i>   | <i>13</i>  | <i>18</i>       | <i>542</i>   |
|      | Tỷ lệ thay thế (%) (kịch bản cao)                                    | 15%          | 15%          | 15%        | 15%             |              |
|      | <i>Nhu cầu H<sub>2</sub> tương đương, nghìn tấn (kịch bản cao)</i>   | <i>664</i>   | <i>870</i>   | <i>39</i>  | <i>54</i>       | <i>1.627</i> |
| 2050 | Nhu cầu nhiên liệu, kTOE                                             | 17.517       | 23.557       | 893        | 2.870           |              |
|      | Tỷ lệ thay thế (%) (kịch bản cơ sở)                                  | 20%          | 20%          | 20%        | 20%             |              |
|      | <i>Nhu cầu H<sub>2</sub> tương đương, nghìn tấn (kịch bản cơ sở)</i> | <i>1.223</i> | <i>1.644</i> | <i>74</i>  | <i>97</i>       | <i>3.040</i> |
|      | Tỷ lệ thay thế (%) (kịch bản cao)                                    | 60%          | 60%          | 60%        | 60%             |              |
|      | <i>Nhu cầu H<sub>2</sub> tương đương, nghìn tấn (kịch bản cao)</i>   | <i>3.668</i> | <i>4.933</i> | <i>223</i> | <i>296</i>      | <i>9.121</i> |

#### 4. Ngành sản xuất thép

Hiện nay, trong ngành thép, H<sub>2</sub> chủ yếu được sử dụng trong quá trình ủ thép sau công đoạn cán nguội. Môi trường H<sub>2</sub> tạo sự đồng đều về chất lượng cho thép.

Trong ngành công nghiệp gang thép, H<sub>2</sub> có thể được sử dụng ở các bước

khác nhau của chuỗi quy trình, trong các ứng dụng hiện tại cũng như các ứng dụng mới trong tương lai.

- Các ứng dụng hiện có bao gồm việc sử dụng  $H_2$  làm khí bảo vệ trong quá trình ủ thép.

- $H_2$  có thể được sử dụng làm khí nhiên liệu trong các lò đốt bằng khí đốt để tạo ra nhiệt quy trình ở nhiệt độ cao trong các nhà máy luyện thép (hạ nguồn).

- Các ứng dụng tiềm năng trong tương lai bao gồm việc sử dụng  $H_2$  làm chất khử để khử sắt thô trong các nhà máy sản xuất sắt khử trực tiếp (DRI) dựa trên khí đốt. Ngày nay, các nhà máy DRI dựa trên khí đốt được vận hành bằng khí đốt tự nhiên (NG), có thể được thay thế bằng  $H_2$  trong tương lai.

- Trong các nhà máy sử dụng lò cao đốt than (BF), than luyện cốc được sử dụng để khử quặng sắt. Trong các nhà máy BF,  $H_2$  có thể được sử dụng làm khí khử phụ trợ bằng cách thay thế CO có được từ quá trình phun than nghiền thành bột (PCI). Điều này cho phép giảm một lượng hạn chế lượng khí thải  $CO_2$  trong các nhà máy hiện có ( $10,5 \text{ tCO}_2/\text{tH}_2$ ).

- Để giảm hoàn toàn lượng khí thải  $CO_2$  trực tiếp từ các nhà máy khử sắt trong trung và dài hạn, các nhà máy BF hiện tại cần được thay thế hoặc chuyển đổi sang các nhà máy DRI dựa trên  $H_2$ .

Mức tiêu thụ  $H_2$  hàng năm hiện có cho quá trình ủ thép ở Việt Nam ước tính là 16,7 triệu  $m^3$  mỗi. Thông thường,  $H_2$  được sản xuất tại chỗ thông qua quá trình điện phân hoặc được phân phối ở trạng thái điều áp hoặc hóa lỏng từ các nguồn bên ngoài thông qua rơ moóc xe tải.

Ở Việt Nam, sản xuất sắt chủ yếu dựa vào các lò cao và lò hồ quang điện chạy bằng than. Hiện chỉ có một nhà máy DRI chạy bằng than với năng lực sản xuất hạn chế đang hoạt động. Do đó, trong phạm vi báo cáo chỉ xem xét ứng dụng của  $H_2$  như một chất khử thay thế cho than cốc trong lò cao.

Nhu cầu tiềm năng trong tương lai đối với H<sub>2</sub> xanh năm (theo ước tính sẽ cần khoảng 50kg H<sub>2</sub> để sản xuất 1 tấn thép) có thể được ước tính dựa trên công suất của nhà máy và các hệ số chuyển đổi đối với mức tiêu thụ H<sub>2</sub> trên mỗi tấn sắt được sản xuất. Giả sử rằng 100% lượng than nghiền (PC) tiêu thụ trong các nhà máy thép BF dùng làm chất khử phụ trợ có thể được thay thế bằng H<sub>2</sub>, nhu cầu tiềm năng đối với H<sub>2</sub> xanh được ước tính là 408.100 tấn mỗi năm.

**Bảng: Nhu cầu tiềm năng H<sub>2</sub> xanh cho ngành thép qua các năm**

|                                 | <b>Đơn vị</b> | <b>2025</b> | <b>2030</b> | <b>2040</b> | <b>2050</b> |
|---------------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Sản lượng thép lò BF            | Tấn           | 14.840.000  | 14.840.000  | 14.840.000  | 14.840.000  |
| Hệ số chuyển đổi                | -             | 0,0725      | 0,0725      | 0,0725      | 0,0725      |
| Nhu cầu hydro lý thuyết         | Tấn           | 408.100     | 408.100     | 408.100     | 408.100     |
| Tỷ lệ thay thế (kịch bản cơ sở) | -             | 0%          | 0%          | 16%         | 80%         |
| Nhu cầu hydro (kịch bản cơ sở)  | Tấn           | 0           | 0           | 65.296      | 326.480     |
| Tỷ lệ thay thế (kịch bản cao)   | -             | 0%          | 0%          | 20%         | 100%        |
| Nhu cầu hydro (kịch bản cao)    | Tấn           | 0           | 0           | 81.620      | 408.100     |

## **PHẦN D**

# **ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN NĂNG LƯỢNG CÓ NGUỒN GỐC HYDROGEN CỦA VIỆT NAM TRONG THỜI GIAN TỚI**

Định hướng, giải pháp phát triển năng lượng hydrogen của Việt Nam đã được thể hiện cụ thể tại Quyết định số 165/QĐ-TTg ngày 07 tháng 02 năm 2025. Cụ thể như sau:

### **I. QUAN ĐIỂM PHÁT TRIỂN**

1. Phát triển năng lượng hydrogen trên cơ sở đảm bảo tính kế thừa và thống nhất với Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia, Quy hoạch tổng thể về năng lượng quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 và các Chiến lược và Quy hoạch có liên quan khác, có tính động và mở để thích ứng với bối cảnh và tình hình chuyển dịch năng lượng trên thế giới.

2. Phát triển năng lượng hydrogen theo chuỗi giá trị gồm sản xuất, tồn trữ, vận chuyển, phân phối và sử dụng, góp phần đảm bảo an ninh năng lượng và giảm phát thải khí nhà kính, thúc đẩy phát triển nền kinh tế xanh, kinh tế tuần hoàn và kinh tế hydrogen.

3. Phát triển năng lượng hydrogen với lộ trình hợp lý, gắn với lộ trình chuyển đổi năng lượng tại Việt Nam và bám sát xu hướng phát triển công nghệ trên thế giới, nhất là công nghệ sử dụng năng lượng tái tạo để sản xuất hydrogen xanh[1]. Khai thác và sử dụng tiết kiệm, hiệu quả, bền vững nguồn tài nguyên quốc gia để sản xuất năng lượng hydrogen phục vụ nhu cầu sử dụng trong nước và xuất khẩu trên cơ sở đảm bảo an ninh năng lượng, quốc phòng - an ninh, bảo vệ môi trường, sinh thái.

4. Khuyến khích sử dụng năng lượng hydrogen trong tất cả các lĩnh vực của nền kinh tế để giảm phát thải khí nhà kính. Chú trọng xây dựng chính sách, cơ chế ưu đãi phù hợp để thúc đẩy sử dụng năng lượng hydrogen trong các lĩnh vực phát thải khí nhà kính lớn như sản xuất điện, giao thông vận tải, công nghiệp.

5. Tăng cường hợp tác quốc tế để chia sẻ kinh nghiệm, kiến thức trong phát triển hệ sinh thái năng lượng hydrogen. Khai thác có hiệu quả sự hỗ trợ của cộng đồng quốc tế (thông qua các tổ chức, chương trình hợp tác như COP, JETP, AZEC,...) để thúc đẩy phát triển năng lượng hydrogen tại Việt Nam.

## **II. MỤC TIÊU VÀ ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN**

### ***1. Mục tiêu tổng quát***

Phát triển hệ sinh thái năng lượng hydrogen của Việt Nam dựa trên năng lượng tái tạo, bao gồm sản xuất, lưu trữ, vận chuyển, phân phối, sử dụng trong nước và xuất khẩu với hạ tầng đồng bộ, hiện đại để góp phần đảm bảo an ninh năng lượng, thực hiện mục tiêu quốc gia về biến đổi khí hậu, tăng trưởng xanh và mục tiêu phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050 theo lộ trình và cam kết của Việt Nam trong chuyển đổi năng lượng bền vững, công bằng, công lý.

### ***2. Mục tiêu cụ thể và định hướng đối với từng lĩnh vực***

#### ***a) Về sản xuất năng lượng hydrogen***

- Giai đoạn đến năm 2030

+ Triển khai áp dụng công nghệ tiên tiến trên thế giới trong sản xuất năng lượng hydrogen xanh tại Việt Nam.

+ Triển khai áp dụng công nghệ tiên tiến trên thế giới trong thu giữ/sử dụng các-bon (CCS/CCUS) gắn với quá trình sản xuất năng lượng hydrogen từ các nguồn năng lượng khác (như than, dầu khí,...).

+ Phân đầu công suất sản xuất hydrogen từ quá trình sử dụng năng lượng tái tạo và các quá trình khác có thu giữ các-bon đạt khoảng 100 - 500 nghìn tấn/năm vào năm 2030.

- Định hướng đến năm 2050

+ Tiếp thu, làm chủ công nghệ tiên tiến trong sản xuất năng lượng hydrogen xanh tại Việt Nam.

+ Tiếp thu, làm chủ công nghệ tiên tiến trong thu giữ/sử dụng các-bon (CCS/CCUS) gắn với quá trình sản xuất năng lượng hydrogen từ các nguồn năng

lượng khác (như than, dầu khí,...).

+ Phân đầu công suất sản xuất hydrogen từ quá trình sử dụng năng lượng tái tạo và các quá trình khác có thu giữ các-bon đạt khoảng 10 - 20 triệu tấn/năm vào năm 2050.

*b) Về sử dụng năng lượng hydrogen*

- Giai đoạn đến năm 2030

+ Từng bước phát triển thị trường năng lượng hydrogen phù hợp và đồng bộ với lộ trình chuyển đổi nhiên liệu trong các lĩnh vực sử dụng năng lượng của nền kinh tế, bao gồm sản xuất điện, giao thông vận tải (đường bộ, đường sắt, đường thủy, đường hàng không), công nghiệp (thép, xi măng, hóa chất, lọc dầu, công nghiệp khác), thương mại và dân dụng.

+ Triển khai áp dụng thử nghiệm năng lượng có nguồn gốc hydrogen trong một số lĩnh vực có khả năng tận dụng cơ sở hạ tầng hiện hữu phù hợp với khả năng đảm bảo an toàn của hệ thống và giá thành hợp lý, cụ thể:

. Sản xuất điện: Nghiên cứu triển khai thí điểm đồng đốt khí với hydrogen và than với ammoniac tại các nhà máy điện khí, điện than để chuẩn bị cho việc thực hiện lộ trình chuyển đổi nhiên liệu sang năng lượng có nguồn gốc hydrogen.

. Giao thông vận tải: Nghiên cứu triển khai thí điểm áp dụng năng lượng hydrogen cho các phương tiện giao thông vận tải công cộng và vận tải đường dài.

. Công nghiệp: Nghiên cứu triển khai thí điểm sử dụng năng lượng hydrogen xanh thay thế hydrogen xám trong sản xuất phân bón, lọc hóa dầu; thí điểm sử dụng hydrogen và nhiên liệu nguồn gốc hydrogen trong sản xuất thép xanh, xi măng,... ít phát thải.

- Định hướng đến năm 2050

+ Đẩy mạnh ứng dụng năng lượng hydrogen xanh và nhiên liệu có nguồn gốc hydrogen trong tất cả các lĩnh vực sử dụng năng lượng để khử các-bon nền kinh tế và đóng góp quan trọng vào thực hiện mục tiêu đạt mức phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050, trong đó:

. Sản xuất điện: Thực hiện chuyển đổi nhiên liệu cho các nhà máy điện

khí và điện LNG sang sử dụng hydrogen, các nhà máy điện than sang sử dụng ammoniac theo Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050.

. Công nghiệp: Thực hiện chuyển đổi sang sử dụng năng lượng hydrogen trong sản xuất phân bón, công nghiệp lọc hóa dầu, thép và xi măng để khử carbon lĩnh vực công nghiệp.

. Giao thông vận tải: Thực hiện chuyển đổi sang sử dụng năng lượng hydrogen và nhiên liệu có nguồn gốc hydrogen cho các phương tiện giao thông vận tải phù hợp với lộ trình chuyển đổi xanh ngành giao thông vận tải.

+ Hình thành và phát triển thị trường tiêu thụ năng lượng có nguồn gốc hydrogen theo cơ chế thị trường, cạnh tranh lành mạnh với các dạng năng lượng khác.

+ Phần đầu tỷ trọng năng lượng hydrogen và nhiên liệu nguồn gốc hydrogen đạt khoảng 10% nhu cầu năng lượng tiêu thụ cuối cùng.

#### *c) Về tồn trữ, vận chuyển và phân phối năng lượng hydrogen*

- Giai đoạn đến năm 2030

+ Nghiên cứu triển khai thí điểm sử dụng cơ sở hạ tầng hiện hữu của ngành năng lượng phục vụ tồn trữ, vận chuyển và phân phối năng lượng hydrogen phù hợp với khả năng đảm bảo an toàn của hệ thống và giá thành hợp lý.

+ Nghiên cứu xây dựng thí điểm các trung tâm/cơ sở sản xuất thiết bị chuyên dụng phục vụ vận chuyển, tồn trữ, phân phối năng lượng hydrogen.

+ Nghiên cứu xây dựng thí điểm các hệ thống phân phối năng lượng hydrogen cho lĩnh vực giao thông ở các tuyến đường và khu vực có điều kiện thuận lợi.

- Định hướng đến năm 2050

+ Phát triển và hoàn thiện hệ thống hạ tầng tồn trữ, phân phối và sử dụng hydrogen với quy mô thị trường khoảng 10 - 20 triệu tấn/năm.

+ Triển khai mở rộng và hoàn thiện các hệ thống phân phối hydrogen cho lĩnh vực giao thông trong phạm vi cả nước phù hợp với xu thế chung của thế giới.

#### *d) Về xuất khẩu năng lượng hydrogen*

##### **- Giai đoạn đến năm 2030**

Tận dụng nguồn tài nguyên thiên nhiên dồi dào về năng lượng tái tạo (gió, mặt trời,...) và lợi thế về vị trí địa lý, khuyến khích việc đầu tư sản xuất năng lượng hydrogen xanh để xuất khẩu trên nguyên tắc bảo đảm an ninh năng lượng, quốc phòng - an ninh và hiệu quả kinh tế.

##### **- Định hướng đến năm 2050**

Hình thành hệ sinh thái công nghiệp năng lượng tổng thể dựa trên năng lượng tái tạo, năng lượng mới, năng lượng hydrogen xanh, hướng tới trở thành một trung tâm công nghiệp năng lượng sạch và xuất khẩu năng lượng tái tạo, năng lượng hydrogen xanh của khu vực.

### **III. NHIỆM VỤ VÀ GIẢI PHÁP**

#### ***1. Về cơ chế, chính sách***

- Xây dựng, bổ sung nội dung quy định về chính sách phát triển năng lượng tái tạo trong đó có nguồn năng lượng hydrogen trong Luật Điện lực (sửa đổi) nhằm tạo nền tảng pháp lý vững chắc, minh bạch, thuận lợi tạo đà cho phát triển bền vững năng lượng mới và tái tạo.

- Tạo cơ chế và hành lang pháp lý để các doanh nghiệp sản xuất và sử dụng năng lượng hóa thạch tích cực chuyển đổi sang sản xuất và sử dụng năng lượng hydrogen

- Ban hành quy định thẩm quyền quyết định chủ trương đầu tư đối với các dự án điện gió ngoài khơi, các dự án sản xuất xuất khẩu hydrogen/amoniac sử dụng năng lượng tái tạo (điện mặt trời, điện gió ngoài khơi,...).

- Xây dựng và ban hành các cơ chế, chính sách ưu đãi (thuế, phí, đất đai,...) nhằm thu hút đầu tư phát triển lĩnh vực năng lượng hydrogen.

- Rà soát, sửa đổi, bổ sung các tiêu chuẩn, quy chuẩn quốc gia trong lĩnh vực năng lượng hydrogen phù hợp với các quy định, tiêu chuẩn quốc tế.

## ***2. Về đầu tư, tài chính***

- Trong giai đoạn đầu, chủ động nghiên cứu đầu tư các dự án thí điểm sản xuất năng lượng hydrogen sạch quy mô nhỏ, phù hợp với lộ trình bắt đầu sử dụng nhiên liệu có nguồn gốc hydrogen với giá thành hợp lý. Trên cơ sở đó, tiếp tục triển khai đầu tư phát triển các dự án sản xuất năng lượng hydrogen xanh quy mô lớn tại các khu vực có tiềm năng lợi thế về năng lượng tái tạo, gần khách hàng tiêu thụ, thuận lợi cho hoạt động xuất khẩu.

- Huy động đa dạng hóa các nguồn vốn, các hình thức huy động vốn, thu hút có hiệu quả các nguồn vốn trong và ngoài nước vào phát triển năng lượng, đảm bảo quốc phòng - an ninh và cạnh tranh trong thị trường năng lượng. Tăng cường kêu gọi, sử dụng có hiệu quả các cam kết hỗ trợ của quốc tế (COP, JETP, AZEC,...), các nguồn tín dụng xanh, tín dụng khí hậu, trái phiếu xanh,...

- Đa dạng hóa hình thức đầu tư (nhà nước, tư nhân, đối tác công - tư,...) đối với các dự án năng lượng có nguồn gốc hydrogen. Phát huy vai trò của doanh nghiệp nhà nước, đồng thời thu hút mạnh sự quan tâm đầu tư phát triển công nghiệp năng lượng hydrogen từ các loại hình doanh nghiệp ngoài Nhà nước (trong và ngoài nước). Tiếp tục đàm phán, sử dụng có hiệu quả các nguồn tài trợ, hỗ trợ thu xếp vốn của các đối tác quốc tế trong quá trình thực hiện chuyển dịch năng lượng và hướng tới phát thải ròng bằng “0” của Việt Nam.

## ***3. Về khoa học công nghệ***

- Cập nhật kịp thời tiến bộ khoa học công nghệ trên thế giới về các nguồn năng lượng mới cho sản xuất điện, giao thông vận tải, công nghiệp.

- Tăng cường nghiên cứu, ứng dụng và chuyển giao công nghệ sản xuất năng lượng có nguồn gốc hydrogen và công nghệ chuyển đổi nhiên liệu các nhà máy nhiệt điện chạy than, khí sang nhiên liệu sinh khối, amoniac, hydrogen...

- Tạo cơ chế khuyến khích các doanh nghiệp năng lượng trong nước tăng cường đầu tư cho nghiên cứu và phát triển; thúc đẩy hoạt động đổi mới sáng tạo trong lĩnh vực năng lượng có nguồn gốc hydrogen.

## ***4. Về đào tạo, phát triển nguồn nhân lực***

- Xây dựng và thực hiện kế hoạch đào tạo, phát triển nguồn nhân lực cho

các lĩnh vực công nghệ then chốt, tạo đột phá của ngành năng lượng có nguồn gốc hydrogen.

- Tăng cường hợp tác, liên kết với các cơ sở đào tạo uy tín trong nước và quốc tế, tranh thủ sự hỗ trợ của các đối tác, các tổ chức quốc tế trong phát triển nguồn nhân lực lĩnh vực năng lượng có nguồn gốc hydrogen.

- Chú trọng đào tạo nghề để có đội ngũ công nhân kỹ thuật, nhân viên nghiệp vụ lành nghề đủ khả năng nắm bắt và sử dụng thành thạo các phương tiện kỹ thuật và công nghệ hiện đại trong lĩnh vực năng lượng hydrogen.

- Ban hành chính sách đãi ngộ phù hợp để thu hút các chuyên gia, nhà khoa học, nguồn nhân lực trình độ cao trong và ngoài nước về làm việc trong lĩnh vực năng lượng hydrogen.

- Thông qua các dự án đầu tư để đào tạo, tiếp nhận các công nghệ mới, hiện đại thuộc lĩnh vực năng lượng có nguồn gốc hydrogen.

### ***5. Về bảo vệ môi trường và phát triển bền vững***

- Thực hiện chuyển dịch năng lượng mạnh mẽ từ nhiên liệu hóa thạch sang năng lượng có nguồn gốc hydrogen để giảm phát thải khí ô nhiễm và khí nhà kính, đáp ứng mục tiêu phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050, bảo vệ môi trường và phát triển bền vững.

- Thúc đẩy ứng dụng thành tựu khoa học công nghệ mới, hiện đại để thực hiện chuyển dịch nhanh, mạnh sang nền kinh tế các-bon thấp, kinh tế tuần hoàn, giảm tiêu thụ năng lượng, giảm phát thải, hướng đến đáp ứng các quy định về phát thải các-bon trên đơn vị sản phẩm hàng hóa xuất khẩu và thị trường các-bon.

- Triển khai xây dựng các công trình năng lượng có nguồn gốc hydrogen và cơ sở hạ tầng năng lượng có nguồn gốc hydrogen đảm bảo tuân thủ các quy định của pháp luật về bảo vệ môi trường, đa dạng sinh học,...; đảm bảo khả năng vận hành an toàn, ổn định, giảm tối đa những rủi ro, tổn thất và thiệt hại do biến đổi khí hậu.

### ***6. Về hợp tác quốc tế***

- Đẩy mạnh hợp tác quốc tế trong nghiên cứu, phát triển công nghệ sản xuất, tồn trữ, vận chuyển, phân phối và sử dụng năng lượng hydrogen.

- Thực hiện chính sách đối ngoại kinh tế hydrogen linh hoạt, hiệu quả, bình đẳng, cùng có lợi. Tích cực, chủ động xây dựng các đối tác chiến lược quốc tế để thực hiện mục tiêu sản xuất, sử dụng và xuất, nhập khẩu năng lượng có nguồn gốc hydrogen trong ngắn hạn và dài hạn.

- Triển khai tích cực, hiệu quả các nội dung của các cam kết quốc tế (COP, JETP, AZEC,...) với các đối tác quốc tế, tận dụng tối đa hỗ trợ của các đối tác quốc tế trong chuyển giao công nghệ, quản trị, đào tạo nhân lực, cung cấp tài chính.

## ***7. Về công tác truyền thông***

- Tuyên truyền phổ biến sự cần thiết và lợi ích của việc phát triển năng lượng sạch nói chung và năng lượng hydrogen nói riêng với chuỗi giá trị hydrogen trong nền kinh tế tăng trưởng xanh của Việt Nam.

- Khuyến khích các tổ chức, cá nhân phối hợp cùng các cơ quan nhà nước trong tổ chức các dự án, chương trình tuyên truyền, giáo dục nhằm nâng cao nhận thức về lợi ích của nền kinh tế hydrogen và các chủ trương, chính sách của Nhà nước trong lĩnh vực năng lượng sạch đến toàn xã hội.

Sau gần 02 năm triển khai thực hiện Chiến lược năng lượng hydrogen đã nhận được rất nhiều sự quan tâm của các nhà đầu tư trong và ngoài nước nghiên cứu, đề xuất, triển khai dự án phát triển hydrogen tại Việt Nam. Mặc dù, hầu hết các dự án đang trong giai đoạn chuẩn bị đầu tư và nghiên cứu, chưa đi vào vận hành thương mại nhưng đã mang lại nhiều dấu hiệu tích cực để thực hiện hoá các mục tiêu đề ra tại Chiến lược. Bên cạnh đó cũng tồn tại nhiều khó khăn, thách thức cần sớm giải quyết thúc đẩy phát triển lĩnh vực hydrogen hơn nữa, trong đó, nhiệm vụ quan trọng nhất là hoàn thiện cơ chế, chính sách về lĩnh vực hydrogen. Một số nhiệm vụ sẽ được các Bộ, ngành xem xét thực hiện trong thời gian tới bao gồm:

1. Bộ Công Thương chủ trì, phối hợp với các Bộ, ngành, địa phương rà soát danh mục các dự án hydrogen Quy hoạch tổng thể về năng lượng quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn 2050, đảm bảo sự phù hợp, thống nhất trong quy hoạch các dự án phát triển năng lượng hydrogen.

2. Bộ Tài chính chủ trì, phối hợp với các Bộ, ngành, đơn vị liên quan khẩn trương nghiên cứu hoàn thiện cơ chế, chính sách hỗ trợ phát triển lĩnh vực năng lượng hydrogen xanh (ưu đãi thuế, sử dụng đất nhập khẩu thiết bị; hỗ trợ vay vốn;

hỗ trợ chuyển giao công nghệ, phát triển thị trường; phát triển hạ tầng lưu trữ, vận chuyển, phân phối, sử dụng hydrogen trong các lĩnh vực...) tại Việt Nam, trình cấp có thẩm quyền ban hành.

3. Bộ Xây dựng chủ trì xây dựng cơ chế chính sách, đề án, lộ trình chuyển đổi sử dụng nhiên liệu hóa thạch sang nhiên liệu xanh, dự án nghiên cứu, khuyến khích sử dụng phương tiện giao thông xanh, năng lượng xanh, trong đó có nhiên liệu hydrogen.

4. Bộ Nông nghiệp và Môi trường chủ trì xây dựng các chính sách giúp các doanh nghiệp, nhà sản xuất trong nước tiếp cận với các nguồn tín dụng xanh, tín dụng khí hậu, trái phiếu xanh, các tổ chức, chương trình hợp tác quốc tế như COP, JETP, AZEC,...

5. Bộ Khoa học và Công nghệ chủ trì xây dựng các chính sách tăng cường hợp tác quốc tế, chuyển giao công nghệ, đào tạo nguồn nhân lực nhằm thúc đẩy hoạt động nghiên cứu và nội địa hóa về công nghệ sản xuất, lưu trữ, phân phối và sử dụng hydrogen, trọng tâm là hydrogen xanh. Phối hợp cùng các bộ ngành liên quan, ban hành các cơ chế chính sách đãi ngộ phù hợp để thu hút chuyên gia, nhà khoa học, nhân lực trình độ cao trong và ngoài nước làm việc trong lĩnh vực hydrogen.

**CẨM NANG ĐIỆN TỬ**  
**NĂNG LƯỢNG CÓ NGUỒN GỐC HYDROGEN TRONG XU HƯỚNG**  
**CHUYỂN ĐỔI NHIÊN LIỆU TOÀN CẦU VÀ CÁC BÀI HỌC KINH NGHIỆM**

*Chịu trách nhiệm xuất bản*

Giám đốc - Tổng Biên tập

**Trương Thu Hiền**

Biên tập: Hồ Thị Phương Trang

**NHÀ XUẤT BẢN CÔNG THƯƠNG**

**Trụ sở:** Số 655 Phạm Văn Đồng, Nghĩa Đô, Hà Nội

**Điện thoại:** 024.39387165      **Fax:** 024.39387164

**website:** <http://nxbcongtuong.vn>

**Email:** [nxbct.moit.gov.vn](mailto:nxbct.moit.gov.vn)

Số xác nhận đăng ký xuất bản: 5455-2025/CXBIPH/2-429/CT

Số Quyết định xuất bản: 1094/QĐ-NXBCT ngày 25/12/2025

Mã số ISBN: 978-632-630-037-6

ISBN

