

BỘ CÔNG THƯƠNG

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

TẬP I: BÁO CÁO THUYẾT MINH

Hà Nội, tháng 9/2023

MỤC LỤC

DANH MỤC VIẾT TẮT	7
DANH MỤC HÌNH.....	9
PHẦN MỞ ĐẦU	13
1. Sự cần thiết lập Chiến lược về sản xuất năng lượng hydrogen	13
2. Cơ sở pháp lý lập Chiến lược về sản xuất năng lượng hydrogen	14
3. Phạm vi lập Chiến lược về sản xuất năng lượng hydrogen.....	16
4. Phương pháp luận lập Chiến lược về sản xuất năng lượng hydrogen	17
CHƯƠNG I. HIỆN TRẠNG NĂNG LƯỢNG QUỐC GIA VÀ LĨNH VỰC HYDROGEN	20
I. Hiện trạng năng lượng quốc gia	20
1. Cơ cấu tổ chức ngành năng lượng	20
2. Hiện trạng cung cầu năng lượng	21
2.1. Tiêu thụ năng lượng	22
2.2. Cung cấp năng lượng	23
2.3. Đánh giá các chỉ tiêu an ninh năng lượng	26
2.4. Những vấn đề đặt ra từ thực trạng năng lượng .Error! Bookmark not defined.	
3. Hiện trạng chính sách phát triển năng lượng quốc gia	28
3.1. Luật Dầu khí	30
3.2. Luật bảo vệ môi trường	31
3.3. Luật Hóa chất.....	31
3.4. Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia	32
3.5. Chiến lược phát triển ngành dầu khí.....	33
3.6. Chiến lược phát triển ngành than	33
3.7. Chiến lược phát triển ngành điện	33
3.8. Chiến lược phát triển năng lượng tái tạo	34
3.9. Luật Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả.....	35
3.10. Chiến lược quốc gia về biến đổi khí hậu	36
3.11. Chiến lược Bảo vệ môi trường quốc gia	36
3.12. Chiến lược quốc gia tăng trưởng xanh.....	37
3.13. Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050	38
3.14. Quy hoạch hạ tầng dự trữ, cung ứng xăng dầu, khí đốt quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050.....	38

3.15. Quy hoạch tổng thể về năng lượng quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050	38
II. Hiện trạng sản xuất và sử dụng hydrogen tại Việt Nam	39
1. Phân loại và các ứng dụng hydrogen	39
<i>1.1. Phân loại hydrogen</i>	<i>39</i>
<i>1.2. Ứng dụng của Hydrogen xanh</i>	<i>40</i>
2. Tình hình sản xuất hydrogen	42
3. Hiện trạng công nghệ sản xuất hydrogen	48
4. Hiện trạng 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 .	50
<i>4.1. Hiện trạng cơ sở hạ tầng tồn trữ, vận chuyển và phân phối sử dụng hydrogen tại Việt Nam</i>	<i>51</i>
<i>4.2. Các phương án hạ tầng, lưu trữ, vận chuyển, phân phối hydrogen</i>	<i>53</i>
<i>4.3. Khả năng tận dụng hạ tầng đường ống khí hiện tại cho việc vận chuyển hydrogen</i>	<i>56</i>
5. Hiện trạng thể chế, cơ chế và chính sách phát triển lĩnh vực năng lượng hydrogen.....	64
CHƯƠNG II. HIỆN TRẠNG VÀ XU THẾ PHÁT TRIỂN LĨNH VỰC HYDROGEN TRÊN THẾ GIỚI	69
I. Tình hình phát triển lĩnh vực hydrogen trên thế giới.....	69
1. Hiện trạng về cung cầu hydrogen trên thế giới.....	69
2. Công nghệ sản xuất hydrogen.....	70
<i>2.1. Công nghệ chuyển hóa hydrocarbon (nhiên liệu hóa thạch, sinh khối) bằng nhiệt (Reforming).....</i>	<i>70</i>
<i>2.2. Công nghệ điện phân nước (Electrolysis)</i>	<i>73</i>
<i>2.3. Công nghệ sản xuất hydrogen khác.....</i>	<i>75</i>
<i>2.4. Đánh giá mức độ sẵn sàng và xu hướng phát triển công nghệ sản xuất năng lượng hydrogen trong bối cảnh chuyển dịch năng lượng</i>	<i>77</i>
3. Ứng dụng của hydrogen	82
<i>3.1. Lĩnh vực dân dụng và các ngành công nghiệp</i>	<i>83</i>
<i>3.2. Lĩnh vực năng lượng</i>	<i>84</i>
<i>3.3. Lĩnh vực khác</i>	<i>84</i>
4. Công nghệ tồn trữ, vận chuyển và phân phối sử dụng hydrogen	85
5. Chi phí sản xuất, tồn trữ, vận chuyển và phân phối sử dụng hydrogen..	87
6. Các quy định tiêu chuẩn, quy chuẩn trong sản xuất, tồn trữ, vận chuyển và phân phối sử dụng hydrogen.....	89

II. Chiến lược và khung pháp lý phát triển lĩnh vực năng lượng hydrogen tại một số nước trên thế giới	93
III. Vai trò và xu hướng phát triển ứng dụng hydrogen trong bối cảnh chuyển dịch năng lượng, hướng đến mục tiêu Net-Zero	94
CHƯƠNG III. TIỀM NĂNG PHÁT TRIỂN LĨNH VỰC NĂNG LƯỢNG HYDROGEN TẠI VIỆT NAM.....	101
I. Dự báo kịch bản phát triển kinh tế xã hội của Việt Nam	101
1. Tình hình phát triển kinh tế - xã hội, năng lượng của các nước trong khu vực và trên thế giới.....	101
2. Các kịch bản phát triển kinh tế – xã hội phân theo các ngành và các khu vực giai đoạn quy hoạch	101
3. Đánh giá khả năng xảy ra của các kịch bản phát triển kinh tế - xã hội	102
II. Phân tích vai trò của năng lượng hydrogen trong cơ cấu năng lượng quốc gia.....	103
III. Phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức (SWOT) đối với lĩnh vực năng lượng hydrogen	106
1. Cơ hội.....	106
2. Thách thức	110
3. Khó khăn	111
IV. Dự báo tiềm năng sản xuất năng lượng hydrogen.....	112
1. Tiềm năng sản xuất năng lượng hydrogen bằng công nghệ chuyển hóa hydrocarbon và các giải pháp chuyển dịch năng lượng, hướng đến mục tiêu Net-Zero	112
1.1. Tiềm năng sản xuất năng lượng Hydrogen từ hydrocarbon (Blue hydrogen)	112
1.2. Giải pháp thu hồi CO ₂ từ hydrogen blue.....	113
2. Tiềm năng sản xuất năng lượng hydrogen bằng năng lượng tái tạo	116
3. Tiềm năng sản xuất năng lượng hydrogen từ các dạng năng lượng khác	119
V. Dự báo nhu cầu hydrogen	121
1. Lĩnh vực dân dụng và các ngành công nghiệp	122
2. Lĩnh vực năng lượng.....	123
2.1. Nhiên liệu cho ngành giao thông vận tải.....	123
2.2. Nhiên liệu cho sản xuất điện	123
2.3. Nhiên liệu cho các ngành công nghiệp hóa dầu - thép.....	124
2.3. Nhiên liệu cho các ngành xi măng.....	126

2.4. Nguyên liệu cho sản xuất các nhiên liệu tổng hợp	126
3. Lĩnh vực khác (hóa chất, đạm)	127
VI. Đánh giá khả năng sẵn sàng về hạ tầng cho phát triển năng lượng hydrogen.....	128
1. Khả năng tận dụng cơ sở hạ tầng hiện hữu	128
2. Khả năng đầu tư cơ sở hạ tầng cho phát triển năng lượng hydrogen ...	130
3. Đánh giá khả năng hình thành các chuỗi giá trị năng lượng hydrogen tại Việt Nam.....	133
VII. Đánh giá tiềm năng xuất, nhập khẩu năng lượng hydrogen	134
VIII. Dự báo chi phí sản xuất, tồn trữ, vận chuyển và phân phối sử dụng năng lượng hydrogen	136
1. Chi phí quy dẫn (LCOH).....	136
2. Chi phí truyền tải, phân phối và lưu trữ hydrogen	139
CHƯƠNG IV	143
NỘI DUNG CHIẾN LƯỢC SẢN XUẤT NĂNG LƯỢNG HYDROGEN	143
I. Quan điểm phát triển	143
II. Mục tiêu.....	143
1. Mục tiêu tổng quát	143
2. Mục tiêu cụ thể	143
III. Định hướng phát triển.....	144
1. Sản xuất năng lượng hydrogen	144
2. Đối với lĩnh vực sử dụng năng lượng hydrogen	145
3. Đối với lĩnh vực tồn trữ, vận chuyển và phân phối năng lượng hydrogen	146
IV. Giải pháp thực hiện	146
1. Giải pháp về cơ chế, chính sách ưu đãi, khuyến khích phát triển lĩnh vực năng lượng hydrogen	146
2. Giải pháp về đầu tư, tài chính.....	147
3. Giải pháp về khoa học công nghệ	147
4. Giải pháp về đào tạo, phát triển nguồn nhân lực.....	147
5. Giải pháp về bảo vệ môi trường và phát triển bền vững	148
6. Giải pháp về hợp tác quốc tế.....	148
V. Tổ chức thực hiện	148
1. Trách nhiệm của Bộ Công Thương	148

2. Các bộ, ngành, Ủy ban Quản lý vốn nhà nước tại doanh nghiệp	149
3. Ủy ban nhân dân các tỉnh, thành phố trực thuộc trung ương	149
4. Trách nhiệm của các Tập đoàn, doanh nghiệp trong lĩnh vực năng lượng	149
4.1. Tập đoàn Điện lực Việt Nam	149
4.2. Tập đoàn Dầu khí Việt Nam	149
4.3. Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, Tổng công ty Đông Bắc	150
4.4. Tập đoàn Xăng dầu Việt Nam	150
4.5. Các doanh nghiệp lĩnh vực năng lượng khác	150
CHƯƠNG V. ĐÁNH GIÁ MÔI TRƯỜNG CHIẾN LƯỢC	151
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	152
Tài liệu tham khảo	Error! Bookmark not defined.

DANH MỤC VIẾT TẮT

APERC	Trung tâm nghiên cứu Năng lượng Châu Á - Thái Bình Dương
IEA	Cơ quan Năng lượng Quốc tế
OECD	Tổ chức Hợp tác và Phát triển Kinh tế
VNEEP	Chương trình mục tiêu quốc gia về Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả
WB	Ngân hàng thế giới
DNNN	Doanh nghiệp nhà nước
GTVT	Bộ Giao thông và Vận tải
EVN	Tập đoàn Điện lực Việt Nam
PVN	Tập đoàn Dầu khí Việt Nam
TKV	Tập đoàn Công nghiệp Than và Khoáng sản Việt Nam
BOT	Hình thức Xây dựng - Vận hành - Chuyển giao
EF	Hệ số phát thải lưới điện
FO	Dầu nhiên liệu
GDP	Tổng sản phẩm quốc dân
HHI	Chỉ số Herfindahl-Hirschman, dùng để đánh giá mức độ cạnh tranh của thị trường, được tính bằng tổng các bình phương thị phần. HHI dao động từ 0 (cạnh tranh hoàn hảo) đến 10.000 (độc quyền hoàn toàn)
NLCC	Năng lượng cuối cùng
NLSC	Năng lượng sơ cấp
NLTT	Năng lượng tái tạo
TFEC	Tổng tiêu thụ năng lượng cuối cùng
TPES	Tổng cung năng lượng sơ cấp
kgOE	Kilogram dầu tương đương
KTOE	Nghìn tấn dầu tương đương
TOE	Tấn dầu tương đương
KNK	Khí nhà kính
IPP	Hình thức nhà máy điện độc lập
LNG	Khí tự nhiên hóa lỏng
LPG	Khí dầu mỏ hóa lỏng
MAIFI	Số lần mất điện thoáng qua
MEPS	Hiệu suất tối thiểu đối với thiết bị

MRT	Phương tiện giao thông công cộng
N/A	Không có số liệu
NMNĐ	Nhà máy nhiệt điện
NN	Nông nghiệp
NSNN	Ngân sách nhà nước
QCVN	Quy chuẩn Kỹ thuật quốc gia
RPS	Renewable Portfolio Standard
SP	Sản phẩm
VBQPPL	Văn bản quy phạm pháp luật
CSHT	Cơ sở hạ tầng
CCS	Công nghệ thu hồi và lưu giữ carbon (Carbon Capture and Storage).
CCUS	Công nghệ thu giữ, sử dụng và lưu trữ CO ₂ (Carbon Capture, Utilisation and Storage).
GH2	Hydrogen xanh

DANH MỤC HÌNH

<i>Hình I. 1. Sơ đồ cơ cấu tổ chức ngành năng lượng Việt Nam</i>	20
<i>Hình I. 2. Sự khác nhau giữa hydro xám – hydro lam – Hydro xanh và xu hướng sản xuất hydrogen trong tương lai</i>	40
<i>Hình I. 3. Vai trò của Hydrogen xanh trong liên kết ngành hướng tới nền kinh tế trung hòa các-bon</i>	41
<i>Hình I.4. Chuỗi sản xuất, chuyển đổi và sử dụng Hydrogen xanh theo hệ thống năng lượng</i>	42
<i>Hình I. 5: Sản lượng hydrogen sử dụng tại một số đơn vị nhà máy lọc dầu và sản xuất phân đạm (KTA)</i>	45
<i>Hình I. 6. Vai trò của Hydrogen xanh trong tích hợp các nguồn NLTT và giảm phát thải khí nhà kính trong các lĩnh vực khó khử các-bon</i>	46
<i>Hình I. 7. Chuỗi giá trị hydrogen</i>	47
<i>Hình I. 8. Nguyên liệu và công nghệ sản xuất Hydrogen ở các nhà máy lọc dầu của PVN</i>	49
<i>Hình I. 9. Sơ đồ nguyên lý của chuỗi năng lượng sạch trong tương lai</i>	50
<i>Hình I. 10. Các phương pháp vận chuyển hydrogen</i>	54
<i>Hình I. 11. Mô hình vận chuyển hydrogen bằng đường bộ</i>	54
<i>Hình I. 12. Mô hình vận chuyển hydrogen bằng đường ống</i>	54
<i>Hình I. 13. Mô hình hóa lỏng hydrogen</i>	55
<i>Hình I. 14. Mô hình sử dụng chất mang hydrogen hữu cơ lỏng</i>	55
<i>Hình I. 15. Hệ thống đường ống dẫn khí thiên nhiên tại Việt Nam</i>	57
<i>Hình I. 16. Hệ thống phân phối khí thấp áp khu vực Đông Nam Bộ</i>	59
<i>Hình I. 17. Hệ thống phân phối khí khu vực Bắc Bộ</i>	60
<i>Hình I. 18. Dự báo chi phí vận chuyển nhiên liệu hydrogen</i>	62
<i>Hình II. 1. Nhu cầu tiêu thụ hydrogen thế giới giai đoạn 2019-2021 theo lĩnh vực tiêu thụ</i>	69
<i>Hình II. 2. Sản xuất hydrogen thế giới giai đoạn 2019-2021 theo công nghệ</i>	70
<i>Hình II. 3. Tổng quan các con đường sản xuất hydrogen</i>	70
<i>Hình II. 4. Sơ đồ công nghệ Steam methane reforming</i>	71
<i>Hình II. 5. Sơ đồ công nghệ POX kết hợp cụm tinh chế khí sản phẩm</i>	71
<i>Hình II. 6. Sơ đồ công nghệ Auto Thermal Reforming</i>	72
<i>Hình II. 7. Một số công nghệ thu hồi CO₂</i>	72

<i>Hình II. 8. Sơ đồ công nghệ điện phân dung môi kiềm Alkaline</i>	74
<i>Hình II. 9. Sơ đồ công nghệ điện phân PEM</i>	74
<i>Hình II. 10. Sơ đồ công nghệ điện phân SOEC</i>	75
<i>Hình II. 11. Sơ đồ điện phân của hệ thống quang điện phân</i>	76
<i>Hình II.12. Mức độ trưởng thành công nghệ sản xuất hydrogen và CCUS</i>	77
<i>Hình II. 13. Cơ cấu thị phần công nghệ điện phân nước trên thế giới</i>	79
<i>Hình II.14. Dự báo công suất điện phân theo từng khu vực giai đoạn 2030 và 2050</i> ..	79
<i>Hình II. 15. Ứng dụng hydrogen tiềm năng theo lĩnh vực</i>	82
<i>Hình II. 16. Tổng quan các phương án cho vận chuyển, phân phối và lưu trữ hydrogen</i>	86
<i>Hình II. 17. Sơ đồ công nghệ vận chuyển, phân phối hydrogen dạng khí và lỏng</i>	86
<i>Hình II. 18. Một số phương pháp thích hợp để vận chuyển hydrogen theo khoảng cách và công suất</i>	87
<i>Hình II. 19. Dự báo xu hướng chi phí LCOH trung bình thế giới giai đoạn 2020-2050</i>	88
<i>Hình II. 20. So sánh chi phí vận chuyển hydrogen dựa trên khoảng cách và khối lượng theo công nghệ</i>	88
<i>Hình II. 21. Thống kê một số tiêu chuẩn hydrogen từ các tổ chức ISO và IEC</i>	89
<i>Hình II. 22. Thống kê số lượng tiêu chuẩn hydrogen từ các tổ chức ISO và IEC</i>	93
<i>Hình II. 23. Cơ cấu đóng góp của các giải pháp giảm phát thải đối với mục tiêu Net Zero vào năm 2050</i>	95
<i>Hình II. 24. Minh họa vai trò ổn định hệ thống điện của hydrogen</i>	97
<i>Hình II. 25. Sự ưu tiên/thuận lợi của ứng dụng hydrogen trong một số lĩnh vực</i>	97
 <i>Hình III. 1. Dự báo chi phí sản xuất hydrogen xanh</i>	108
<i>Hình III. 2. Mạng lưới sản xuất và phân phối hydrogen quy mô lớn</i>	130
<i>Hình III. 3. Chi phí sản xuất hydrogen quy dẫn kịch bản 01</i>	136
<i>Hình III. 4. Dự báo chi phí sản xuất hydrogen</i>	137
<i>Hình III. 5. Chi phí sản xuất hydrogen quy dẫn kịch bản 02</i>	138
<i>Hình III. 6. Chi phí sản xuất hydrogen quy dẫn kịch bản 03</i>	138

DANH MỤC BẢNG

<i>Bảng I. 1. Các chỉ tiêu kinh tế năng lượng chính giai đoạn 2010-2021</i>	21
<i>Bảng I.2. Tổng tiêu thụ năng lượng cuối cùng giai đoạn 2010-2021 (nghìn TOE)</i>	22
<i>Bảng I. 3. Tốc độ tăng và tỷ trọng các loại năng lượng trong NLCC giai đoạn 2010-2021</i>	23
<i>Bảng I. 4. Diễn biến cung cấp năng lượng sơ cấp giai đoạn 2015-2021 (KTOE)</i>	23
<i>Bảng I. 5. Tốc độ tăng và tỷ trọng các loại năng lượng trong NLSC giai đoạn 2010-2021</i>	24
<i>Bảng I. 6. Khai thác năng lượng 2010-2020 (KTOE)</i>	25
<i>Bảng I. 7. Chênh lệch xuất nhập khẩu theo từng năm (KTOE)</i>	25
<i>Bảng I. 8. Nhập khẩu theo các loại năng lượng giai đoạn 2010-2020 (KTOE)</i>	26
<i>Bảng I. 9. Xuất khẩu theo các loại năng lượng giai đoạn 2010-2020 (KTOE)</i>	26
<i>Bảng I. 10. Biến động một số chỉ tiêu an ninh năng lượng giai đoạn 2010-2021</i>	27
<i>Bảng I. 11. Các mục tiêu phát triển NLTT</i>	34
<i>Bảng I. 12. Quá trình sản xuất hydrogen tại một số nhà máy lọc hóa dầu ở Việt Nam</i>	48
 <i>Bảng II. 1. Một số thông số chính công nghệ sản xuất hydrogen xanh</i>	 75
<i>Bảng II. 2. Đặc điểm công nghệ và xu hướng phát triển công nghệ sản xuất hydrogen xanh lá</i>	78
<i>Bảng II. 3. Một số nhà bản quyền cung cấp công nghệ sản xuất hydrogen xanh</i>	80
<i>Bảng II. 4. So sánh đặc điểm của hai công nghệ điện phân alkaline và PEM</i>	80
<i>Bảng II. 5. Một số dự án sản xuất hydrogen xanh</i>	81
<i>Bảng II. 6. Một số cơ hội và thách thức trong lĩnh vực GTVT</i>	85
<i>Bảng II. 7. Các tiêu chuẩn trong lĩnh vực hydrogen đã được ISO và IEC ban hành</i>	89
 <i>Bảng III. 1. Các kịch bản phát triển kinh tế - xã hội theo Nghị quyết 81</i>	 102
<i>Bảng III. 2. Nhu cầu năng lượng cuối cùng theo các loại nhiên liệu giai đoạn 2021-2050 (Nghìn TOE)</i>	104
<i>Bảng III. 3. Tiềm năng kỹ thuật ĐMT mặt đất</i>	117
<i>Bảng III. 4. Tiềm năng kỹ thuật ĐMT mặt nước</i>	118
<i>Bảng III. 5. Tiềm năng kỹ thuật điện gió trên bờ theo vùng</i>	118
<i>Bảng III. 6. Tiềm năng kỹ thuật điện gió ngoài khơi theo các vùng</i>	119
<i>Bảng III. 7. Sản xuất và tiêu thụ hydrogen tại nhà máy lọc dầu Dung Quất</i>	124

<i>Bảng III. 8. Sản xuất và tiêu thụ hydrogen tại nhà máy lọc dầu Nghi Sơn</i>	124
<i>Bảng III. 9: Một số nhà sản xuất thép lớn ở Việt Nam</i>	125
<i>Bảng III. 10. Tiềm năng sử dụng hydrogen tại các nhà máy sản xuất xi măng</i>	126
<i>Bảng III. 11. Các phương pháp phân phối hydrogen và chi phí đầu tư</i>	130
<i>Bảng III. 12. Chi tiết chi phí truyền tải, phân phối và lưu trữ hydrogen theo IEA</i>	140

PHẦN MỞ ĐẦU

1. Sự cần thiết lập Chiến lược về sản xuất năng lượng hydrogen

Trước xu hướng chuyển dịch năng lượng toàn cầu, cũng như những cam kết của Việt Nam tại Hội nghị COP26 về lộ trình giảm phát thải chống biến đổi khí hậu đến năm 2050, việc chuyển dịch năng lượng từ nhiên liệu có mức độ phát thải carbon 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% là hydrogen 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.

Đối với Việt Nam, việc phát triển năng lượng hydrogen đã được Bộ Chính trị và Chính phủ chỉ đạo tại Nghị quyết số 55-NQ/TW ngày 11/02/2020 về định hướng Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045, cụ thể là thực hiện nghiên cứu công nghệ, xây dựng một số đề án thử nghiệm sản xuất và khuyến khích sử dụng năng lượng hydrogen phù hợp với xu thế chung của thế giới.

Tại Hội nghị thượng đỉnh về chống biến đổi khí hậu toàn cầu COP26, Thủ tướng Chính phủ đã cam kết Việt Nam cùng với các quốc gia khác trên thế giới, sẽ hướng tới nền kinh tế không phát thải carbon vào năm 2050. Theo đó, tại Quyết định số 896/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ ngày 26/7/2022 phê duyệt Chiến lược quốc gia về biến đổi khí hậu giai đoạn đến năm 2050, sản xuất và sử dụng hydrogen được xem là giải pháp để giảm phát thải khí nhà kính lĩnh vực năng lượng với định hướng từng bước sử dụng hydrogen thay thế than trong công nghiệp luyện kim, trong các ngành dịch vụ, thương mại. Sử dụng hydrogen thay thế coke trong luyện thép “xanh” từ năm 2035. Tăng dần tỷ lệ phương tiện giao thông điện, hydrogen. Phát triển ngành công nghiệp sử dụng năng lượng sạch, sản xuất và lưu hành phương tiện giao thông sử dụng điện, hydrogen.

Định hướng phát triển lĩnh vực hydrogen gần đây đã được nhấn mạnh trong Quy hoạch tổng thể về năng lượng quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 (Quyết định số 893/QĐ-TTg ngày 26/7/2023) và Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 (Quyết định số 500/QĐ-TTg ngày 15/5/2023). Theo đó, lĩnh vực điện gió ngoài khơi sẽ được đẩy mạnh phát triển, kết hợp với các loại hình năng lượng tạo khác (điện mặt trời, điện gió trên bờ) để sản xuất năng lượng mới (hydrogen, ammoniac xanh) để phục vụ nhu cầu trong nước và xuất khẩu. Các nguồn điện năng lượng tái tạo sản xuất năng lượng mới phục vụ nhu cầu trong nước và xuất khẩu cho phép phát triển không giới hạn trên cơ sở bảo đảm an ninh quốc phòng, an ninh năng lượng và mang lại hiệu quả kinh tế cao, trở thành một ngành kinh tế mới của đất nước. Ngoài ra, Quy hoạch tổng thể về năng lượng quốc gia cũng đưa ra định hướng phát triển lĩnh vực nhiên liệu sinh học, hydrogen và các nhiên liệu tổng hợp có nguồn gốc từ hydrogen sử dụng trong sản xuất điện, giao thông vận tải (đường bộ, đường sắt, đường thủy, đường hàng không), công nghiệp (thép xanh, hóa chất, lọc hóa dầu), tòa nhà dân dụng và thương mại (nhiệt) nhằm góp phần đẩy mạnh chuyển dịch năng lượng và từng bước phi các-bon hóa nền kinh tế. Nhu cầu sử dụng hydrogen và các sản phẩm gốc hydrogen cũng được xem xét, tính toán trong kịch bản phát triển tổng thể năng lượng Việt Nam.

Do đó, việc nghiên cứu xây dựng Chiến lược sản xuất năng lượng hydrogen là vấn đề cần thiết triển khai nhằm đưa ra định hướng, lộ trình phát triển năng lượng hydrogen trong tương lai, đảm bảo phù hợp với lộ trình phát triển năng lượng quốc gia và điều kiện kinh tế - xã hội tại Việt Nam.

2. Cơ sở pháp lý lập Chiến lược về sản xuất năng lượng hydrogen

Chiến lược về sản xuất năng lượng hydrogen được lập dựa trên các cơ sở sau:

- Văn kiện Đại hội Đại biểu toàn quốc lần thứ XIII của Đảng.
- Kết luận số 45-KL/TW ngày 17/11/2022 Hội nghị lần thứ 6 Ban chấp hành Trung ương đảng khóa XIII về định hướng Quy hoạch tổng thể quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050.
- Nghị quyết số 41-NQ/TW ngày 23/7/2015 của Bộ Chính trị về định hướng Chiến lược phát triển ngành dầu khí Việt Nam đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2035.
- Nghị quyết số 23-NQ/TW ngày 22/3/2018 của Bộ Chính trị về định hướng xây dựng chính sách phát triển công nghiệp Quốc gia đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.
- Nghị quyết số 36-NQ/TW ngày 22/10/2018 của Bộ Chính trị về Chiến lược phát triển bền vững kinh tế biển Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.

- Nghị quyết số 52/NQ-TW ngày 27/9/2019 của Bộ Chính trị về một số chủ trương, chính sách chủ động tham gia cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư (Nghị quyết số 52/NQ-TW).

- Nghị quyết số 55-NQ/TW ngày 11/02/2020 của Bộ Chính trị về định hướng Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 (Nghị quyết số 55-NQ/TW).

- Nghị quyết số 81/2023/QH15 ngày 09/01/2023 của Quốc hội về Quy hoạch tổng thể quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050.

- Nghị quyết số 50/NQ-CP ngày 17/4/2020 của Chính phủ về ban hành Chương trình hành động của Chính phủ thực hiện Nghị quyết số 52-NQ/TW ngày 27 tháng 9 năm 2019 của Bộ Chính trị về một số chủ trương, chính sách chủ động tham gia cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư.

- Nghị quyết số 140/NQ-CP ngày 02/10/2020 của Chính phủ ban hành Chương trình hành động của Chính phủ thực hiện Nghị quyết số 55-NQ/TW.

- Nghị quyết số 01/NQ-CP ngày 06/01/2023 của Chính phủ về nhiệm vụ, giải pháp chủ yếu thực hiện Kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội, Dự toán ngân sách và cải thiện môi trường kinh doanh, nâng cao năng lực cạnh tranh quốc gia năm 2023.

- Nghị quyết số 16/2021/QH15 ngày 27/7/2021 của Quốc hội về Kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội 5 năm 2021-2025.

- Nghị quyết số 99/NQ-CP ngày 30/8/2021 của Chính phủ ban hành kèm Chương trình hành động của Chính phủ nhiệm kỳ 2021-2026 thực hiện Nghị quyết của Quốc hội về Kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội 5 năm 2021-2025.

- Nghị quyết số 54/NQ-CP ngày 12/4/2022 của Chính phủ ban hành Chương trình hành động của Chính phủ thực hiện Nghị quyết của Quốc hội về Kế hoạch cơ cấu lại nền kinh tế giai đoạn 2021-2025

- Nghị định số 08/2022/NĐ-CP ngày 10/01/2022 của Chính phủ quy định chi tiết một số điều của Luật Bảo vệ môi trường;

- Quyết định số 89/2008/QĐ-TTg ngày 07/7/2008 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Chiến lược phát triển ngành than Việt Nam đến năm 2015, định hướng đến năm 2025.

- Quyết định số 2427/QĐ-TTg ngày 22/12/2011 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Chiến lược khoáng sản đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030.

- Quyết định số 1748/QĐ-TTg ngày 14/10/2015 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Chiến lược phát triển ngành dầu khí Việt Nam đến năm 2025 và định hướng đến năm 2035.

- Quyết định số 2068/QĐ-TTg ngày 25/11/2015 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Chiến lược phát triển năng lượng tái tạo của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050.

- Quyết định số 33/QĐ-TTg ngày 07/01/2020 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Chiến lược thủy lợi Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.

- Quyết định số 2233/QĐ-TTg ngày 28/12/2020 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Đề án Phát triển thị trường năng lượng cạnh tranh đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.

- Quyết định số 2289/QĐ-TTg ngày 31/12/2020 Thủ tướng Chính phủ ban hành Chiến lược quốc gia về Cách mạng công nghiệp lần thứ tư đến năm 2030.

- Quyết định số 1658/QĐ-TTg ngày 01/10/2021 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Chiến lược quốc gia về tăng trưởng xanh.

- Quyết định số 379/QĐ-TTg ngày 17/3/2021 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Chiến lược quốc gia về phòng chống thiên tai.

- Quyết định số 450/QĐ-TTg ngày 13/4/2022 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Chiến lược bảo vệ môi trường quốc gia đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050.

- Thông điệp của Việt Nam tại Hội nghị thượng đỉnh khí hậu COP26 diễn ra ở Glasgow, Scotland, Vương quốc Anh.

- Quyết định số 687/QĐ-TTg ngày 07/6/2022 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Đề án phát triển kinh tế tuần hoàn ở Việt Nam.

- Quyết định số 876/QĐ-TTg ngày 22/7/2022 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Chương trình hành động về chuyển đổi năng lượng xanh, giảm phát thải khí các-bon và khí mê-tan của ngành giao thông vận tải.

- 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.

- Quyết định số 888/QĐ-TTg ngày 25/7/2022 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Đề án về những nhiệm vụ, giải pháp triển khai kết quả Hội nghị lần thứ 26 các bên tham gia Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu.

- Quyết định số 896/QĐ-TTg ngày 26/7/2022 của Thủ tướng Chính phủ về việc phê duyệt Chiến lược quốc gia về biến đổi khí hậu giai đoạn đến năm 2050.

- Quyết định số 500/QĐ-TTg ngày 15/5/2023 của Thủ tướng Chính phủ về việc phê duyệt Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2045.

- Quyết định số 893/QĐ-TTg ngày 26/7/2023 của Thủ tướng Chính phủ về việc phê duyệt Quy hoạch tổng thể về năng lượng quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050.

- Các văn bản pháp lý khác có liên quan.

3. Phạm vi lập Chiến lược về sản xuất năng lượng hydrogen

Chiến lược về sản xuất năng lượng hydrogen đề ra định hướng phát triển chuỗi giá trị năng lượng hydrogen bao gồm sản xuất, tồn trữ, vận chuyển, phân

phối và sử dụng năng lượng hydrogen trên phạm vi lãnh thổ Việt Nam, thời kỳ 2023-2030, tầm nhìn đến 2050.

Để có thể đánh giá, đưa ra được mục tiêu, lộ trình phát triển cũng như giải pháp thực hiện phù hợp, khả năng sản xuất hydrogen từ nguồn năng lượng hóa thạch (than, dầu khí) và nguồn năng lượng tái tạo (gió, mặt trời) được phân tích, đánh giá chi tiết theo từng giai đoạn. Nhu cầu sử dụng hydrogen được tính toán và dự báo cho toàn bộ các lĩnh vực liên quan của nền kinh tế như năng lượng (lưu trữ và phát điện), công nghiệp (lọc hóa dầu, hóa chất, sản xuất thép, xi măng...), giao thông vận tải, dân dụng và thương mại.

Chiến lược về sản xuất năng lượng hydrogen cũng cần được đặt trong mối liên quan với các Chiến lược, Quy hoạch trước đó để tạo sự nhất quán, đồng bộ như: Chiến lược phát triển công nghiệp quốc gia, Chiến lược phát triển năng lượng tái tạo, Chiến lược về tăng trưởng xanh, Chiến lược phát triển ngành dầu khí, Chiến lược phát triển ngành công nghiệp than, Quy hoạch tổng thể về năng lượng quốc gia, Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia, Quy hoạch phát triển ngành dầu khí, Quy hoạch phát triển hạ tầng dự trữ xăng dầu và khí đốt...

Chiến lược về sản xuất năng lượng hydrogen sẽ định hướng phát triển cho toàn bộ chuỗi giá trị năng lượng hydrogen bao gồm:

- Sản xuất năng lượng hydrogen: Phát triển sản xuất các nguồn năng lượng hydrogen từ nguyên liệu hóa thạch kết hợp với lưu trữ các bon (CCS/CCUS) để sử dụng hiệu quả nguồn tài nguyên trong nước (than, dầu khí). Đẩy mạnh phát triển sản xuất hydrogen xanh với quy mô lớn từ các nguồn năng lượng tái tạo (điện gió và mặt trời) khi công nghệ phát triển và chi phí sản xuất cạnh tranh được với công nghệ sản xuất hydrogen từ nguyên liệu hóa thạch.

- Sử dụng năng lượng hydrogen: Xem xét ưu tiên sử dụng hydrogen cho các lĩnh vực phát thải khí nhà kính lớn, khó điện hóa như giao thông vận tải đường dài (đường bộ, đường biển và hàng không), sản xuất thép, phân bón, xi măng. Nhu cầu sử dụng hydrogen và dẫn xuất (ammoniac) cho phát điện để thực hiện chủ trương chuyển đổi nhiên liệu trong ngành điện sẽ được xem xét, đánh giá chi tiết với lộ trình áp dụng phù hợp.

- Vận chuyển, tồn trữ và phân phối hydrogen: Đẩy mạnh phát triển hạ tầng tồn trữ, vận chuyển và phân phối hydrogen đồng bộ với lộ trình sản xuất và sử dụng hydrogen. Xem xét khả năng tận dụng cơ sở hạ tầng hiện hữu của ngành dầu khí, hóa chất để tồn trữ, vận chuyển hydrogen. Xây dựng các cơ chế, chính sách phù hợp để khuyến khích và thúc đẩy phát triển hạ tầng cho lĩnh vực hydrogen.

4. Phương pháp luận lập Chiến lược về sản xuất năng lượng hydrogen

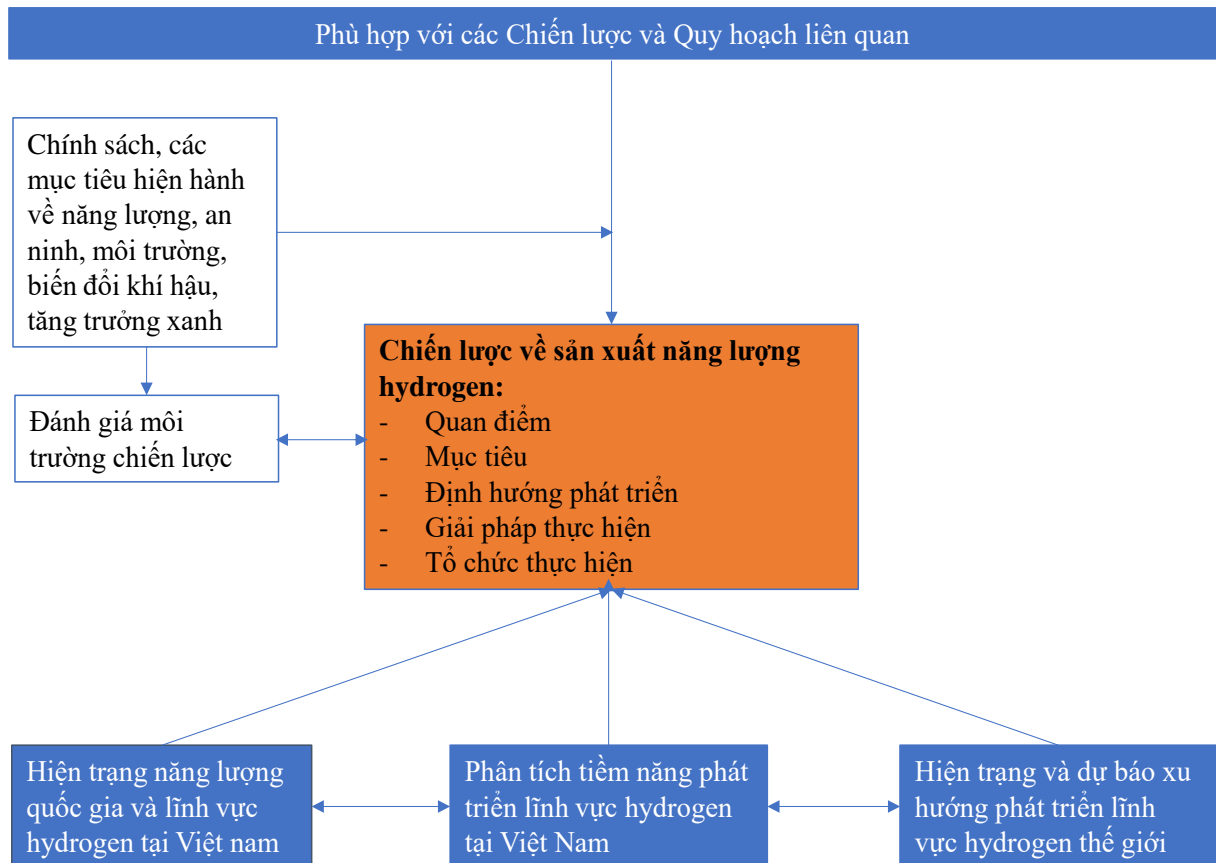
Chiến lược sản xuất hydrogen được lập theo phương pháp kết hợp phân tích từ trên xuống và từ dưới lên.

Theo hướng từ trên xuống, Chiến lược về sản xuất năng lượng hydrogen phải đảm bảo tính thống nhất, đồng bộ với Chiến lược và Quy hoạch tổng thể về

năng lượng quốc gia, Chiến lược và Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia và các Chiến lược, Quy hoạch có liên quan khác như Chiến lược tăng trưởng xanh, Chiến lược phát triển năng lượng tái tạo... Do đó, mục tiêu và lộ trình phát triển và cải giải pháp thực hiện của Chiến lược phải đảm bảo phù hợp và có tính kế thừa với các Chiến lược và Quy hoạch trước đó.

Theo phương pháp phân tích từ dưới lên, các yếu tố chính như hiện trạng, khả năng sản xuất năng lượng hydrogen và dự báo cầu sử dụng năng lượng hydrogen của Việt Nam được phân tích, đánh giá chi tiết cho giai đoạn đến 2030 tầm nhìn đến 2050. Kinh nghiệm quốc tế trong phát triển chuỗi giá trị năng lượng hydrogen cũng được tổng hợp, phân tích để rút ra các bài học kinh nghiệm cho Việt Nam. Trên cơ sở kết quả phân tích trong nước và kết hợp với bài học kinh nghiệm quốc tế, Chiến lược sẽ đưa ra mục tiêu, lộ trình và định hướng phát triển lĩnh vực năng lượng hydrogen phù hợp với điều kiện Việt Nam và xu thế phát triển của thế giới.

Phương pháp lập Chiến lược được đề xuất như sơ đồ sau:



Hình 1: Phương pháp lập Chiến lược về sản xuất năng lượng hydrogen

Chiến lược phát triển năng lượng được chia làm 5 Chương chính gồm:

Chương 1: Hiện trạng năng lượng quốc gia và lĩnh vực hydrogen

Nội dung của Chương 1 là phân tổng quan về lĩnh vực năng lượng và hiện trạng sản xuất, sử dụng hydrogen tại Việt Nam. Hiện trạng về cơ sở hạ tầng, hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn và cơ chế, chính sách cho phát triển năng lượng

hydrogen sẽ được tổng hợp, phân tích chi tiết. Mục tiêu của chương này là đưa ra được bức tranh đầy đủ về hiện trạng phát triển lĩnh vực hydrogen tại Việt Nam.

Chương 2: Hiện trạng và xu hướng phát triển lĩnh vực hydrogen trên thế giới

Nội dung của Chương 2 là tổng quan về tình hình phát triển lĩnh vực hydrogen của thế giới, thực hiện các phân tích chuyên sâu về xu hướng phát triển công nghệ sản xuất, dự báo các lĩnh vực sử dụng tiềm năng, tổng kết các bài học và kinh nghiệm quốc tế trong phát triển chuỗi giá trị hydrogen cũng như hệ thống các tiêu chuẩn, quy chuẩn quốc tế có liên quan.

Chương 3: Tiềm năng phát triển lĩnh vực hydrogen tại Việt Nam

Nội dung của Chương 3 là thực hiện các phân tích, đánh giá tiềm năng sản xuất hydrogen từ các nguồn nguyên liệu hóa thạch và tái tạo tại Việt Nam. Nhu cầu sử dụng hydrogen cho các lĩnh vực của nền kinh tế được phân tích, dự báo chi tiết theo từng giai đoạn. Chương này cũng sẽ thực hiện các đánh giá liên quan đến hạ tầng, chi phí sản xuất, tiềm năng xuất nhập khẩu hydrogen.

Chương 4: Nội dung Chiến lược sản xuất năng lượng Hydrogen

Trên cơ sở kết quả phân tích ở Chương 1 đến Chương 3, Chiến lược về sản xuất hydrogen được xây dựng với mục tiêu, định hướng phát triển và các giải pháp thực hiện phù hợp với điều kiện kinh tế - xã hội tại Việt Nam cũng như đảm bảo phù hợp với lộ trình phát triển năng lượng quốc gia và xu hướng phát triển năng lượng hydrogen của thế giới.

Chương 5: Đánh giá môi trường chiến lược (ĐMC)

Đánh giá môi trường chiến lược được thực hiện nhằm đảm bảo các quan điểm, mục tiêu và định hướng phát triển của Chiến lược sản xuất năng lượng hydrogen phù hợp của chính sách có liên quan đến bảo vệ môi trường (BVMT) và phát triển bền vững (PTBV), điều ước quốc tế về bảo vệ môi trường mà Việt Nam là thành viên và theo quy định của Luật Bảo vệ môi trường.

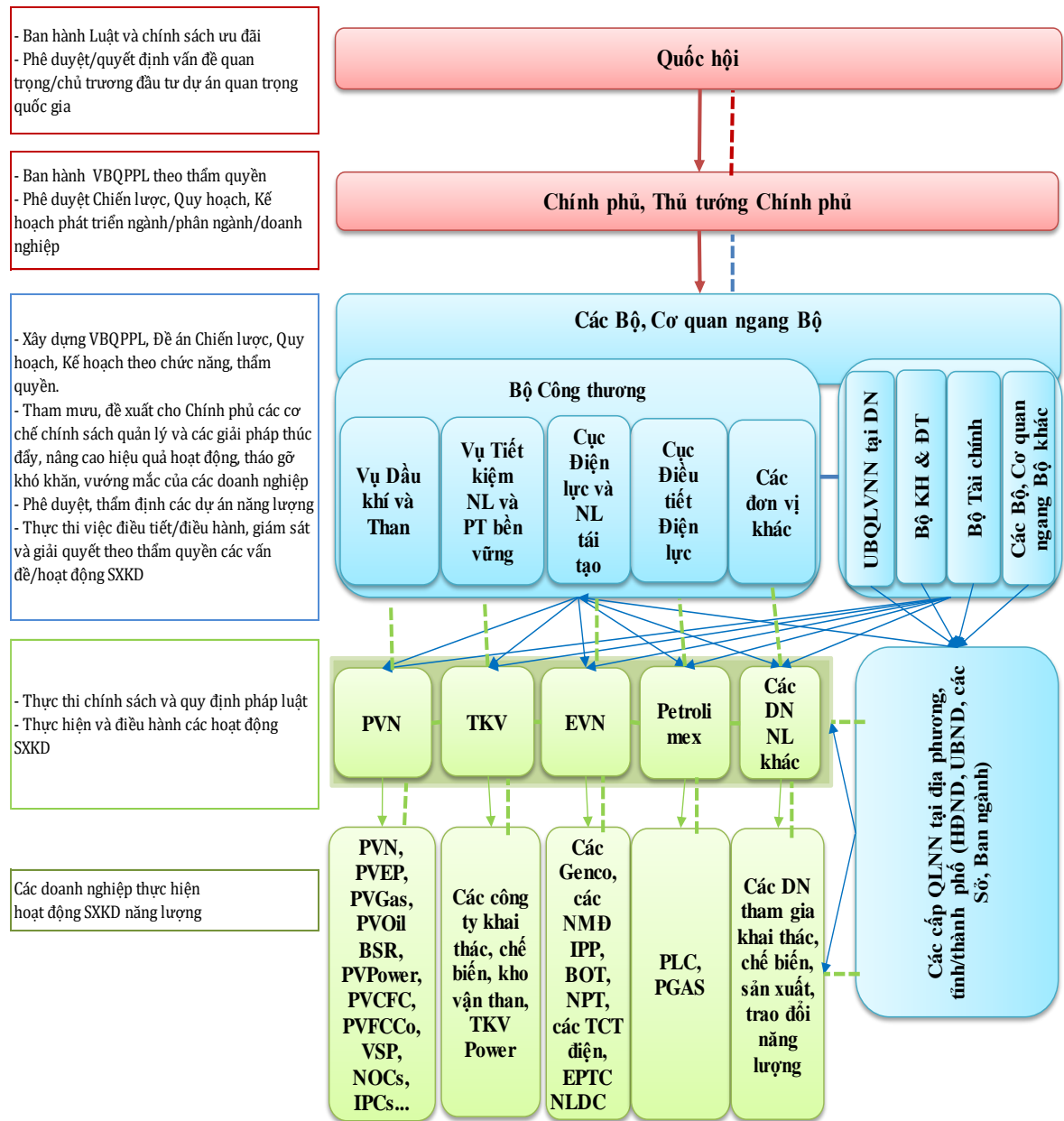
CHƯƠNG I

HIỆN TRẠNG NĂNG LƯỢNG QUỐC GIA VÀ LĨNH VỰC HYDROGEN

I. Hiện trạng năng lượng quốc gia

1. Cơ cấu tổ chức ngành năng lượng

Hiện nay, tham gia trong ngành năng lượng Việt Nam gồm có nhiều chủ thể thuộc nhiều thành phần kinh tế, hoạt động trong các lĩnh vực khai thác, sản xuất, chế biến, truyền tải, xuất nhập khẩu, phân phối và trao đổi năng lượng. Trong lĩnh vực quản lý và điều tiết nhà nước có Bộ Công Thương thực hiện chức năng quản lý giám sát, điều phối các hoạt động trong ngành năng lượng. Sơ đồ tổ chức ngành năng lượng được thể hiện ở hình dưới đây:



Hình I. 1. Sơ đồ cơ cấu tổ chức ngành năng lượng Việt Nam

2. Hiện trạng cung cầu năng lượng

Trong giai đoạn 2010-2021, hệ thống năng lượng Việt Nam đã phát triển để đáp ứng nhu cầu năng lượng của nền kinh tế có quy mô GDP theo giá so sánh 2010 tăng gấp 1,87 lần, từ 2,7 triệu tỷ đồng năm 2010 lên 5,1 triệu tỷ đồng vào năm 2021. Dân số trung bình của Việt Nam tăng từ 87,1 triệu người vào năm 2010 lên 98,6 triệu người vào năm 2021, với cơ cấu dân số thành thị tăng từ 30,4% lên đến 37,1%. Trong giai đoạn này, GDP bình quân đầu người theo giá thực tế tăng từ 1.689 USD năm 2010 lên khoảng 3.694 USD năm 2021. Đây là giai đoạn Việt Nam phát triển sau khi vào nhóm nước thu nhập trung bình từ năm 2009. Nhu cầu năng lượng Việt Nam do đó được dẫn dắt bởi một loạt các yếu tố: hoạt động kinh doanh sản xuất, tăng trưởng dân số và đô thị hóa, cơ giới hóa giao thông vận tải, mức sống dân cư và tăng cường tiếp cận năng lượng. Bảng dưới đây thể hiện diễn biến một số chỉ số kinh tế năng lượng cơ bản gắn với phát triển kinh tế xã hội trong giai đoạn 2010-2021:

Bảng I. 1. Các chỉ tiêu kinh tế năng lượng chính giai đoạn 2010-2021

Chỉ tiêu	Đơn vị	2010	2015	2021	Mức tăng 2021 so với 2010 (lần)
Tổng sản phẩm trong nước theo giá so sánh 2010	Tỷ đồng	2.739.843	3.696.825	5.133.981	1.87
Dân số	Nghìn người	87.067,30	92.228,60	98.280	1.13
Cơ cấu dân số thành thị		30,39	33,48	37.1	1.22
Tổng sản phẩm trong nước bình quân đầu người theo giá thực tế	USD	1.689,6	2.596,0	3.694	2.19
Tổng cung năng lượng sơ cấp (NLSC)	Nghìn TOE	51.610	63.002	91.456	17.72
Tổng tiêu thụ năng lượng cuối cùng (NLCC)	Nghìn TOE	39.831	47.561	64.655	1.62
Tổng NLSC đầu người	kgOE/người	593	683	931	1.57
Tổng NLSC trên GDP	kgOE/1000USD	445	408	432	0.97
Tỷ lệ nhập khẩu ròng năng lượng trên Tổng NLSC	%	-17,6	8,4	36.4	-2.07
Tiêu thụ điện đầu người	kWh/người	972	1.548	2.276	2.34
Tỷ lệ tiêu thụ điện/tổng tiêu thụ năng lượng cuối cùng	%	18,3	25,7	30	1.63
Tổng phát thải CO ₂ từ hoạt động năng lượng	Triệu tấn CO ₂	147	158	252	1.72

Nguồn: Quy hoạch năng lượng quốc gia

Các đặc điểm kinh tế năng lượng chính giai đoạn 2010-2021 như sau:

- Nhu cầu năng lượng, nhu cầu điện tăng nhanh đáp ứng yêu cầu phát triển kinh tế xã hội và đời sống dân cư;
- Tiêu thụ điện đầu người và tỷ lệ điện hóa trong năng lượng cuối cùng tăng mạnh;
- Tăng nhanh sử dụng năng lượng hóa thạch trong công nghiệp và giao thông vận tải;
- Mức độ phụ thuộc nhập khẩu năng lượng tăng do giảm xuất khẩu năng lượng và tăng nhập khẩu than từ bên ngoài;
- Tác động môi trường và phát thải tăng nhanh.

Năm 2015 đánh dấu thời điểm Việt Nam trở thành một nước nhập khẩu tinh năng lượng sau một thời gian dài xuất khẩu tinh năng lượng.

2.1. Tiêu thụ năng lượng

Giai đoạn 2011-2020, tổng tiêu thụ năng lượng cuối cùng (NLCC) tăng bình quân 5,2%/năm, từ 39,8 triệu tấn dầu quy đổi (TOE) lên 66,0 triệu TOE vào năm 2020. Giai đoạn 2016-2020 có tốc độ tăng tổng NLCC cao hơn giai đoạn 2011-2015 với tốc độ tăng bình quân hàng năm 6,8%. Diễn biến tổng NLCC được thể hiện ở bảng dưới đây:

Bảng I.2. Tổng tiêu thụ năng lượng cuối cùng giai đoạn 2010-2021 (nghìn TOE)

Năng lượng	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Than	7.513	7.960	8.613	9.154	13.478	15.528	20.455	16.973
Xăng dầu	14.361	18.030	18.840	20.130	21.208	22.093	19.604	20.690
Khí	493	1.167	1.374	1.446	1.498	1.475	1.495	1.807
NLTT	10.185	8.159	7.915	7.755	7.793	7.453	5.710	5.949
Điện	7.278	12.246	13.718	14.946	16.480	17.994	18.749	19.236
Tổng	39.831	47.561	50.460	53.432	60.457	64.542	66.014	64.655

Nguồn: Quy hoạch năng lượng quốc gia

Trong các loại nhiên liệu, than có tốc độ tăng rất cao trong giai đoạn 2016-2020 với mức tăng bình quân 20,8% hàng năm. Nhu cầu điện có mức tăng 8,9%/năm, khí tự nhiên 5,1%/năm. Do tác động của dịch Covid-19, nhu cầu xăng dầu vào năm 2020 giảm so với năm 2019 và ghi nhận mức tăng bình quân 3,2%/năm trong giai đoạn 2016-2020. Năm 2021, đánh dấu mức tiêu thụ năng lượng cuối cùng giảm so với năm 2020, chủ yếu do nhu cầu than suy giảm ở các ngành công nghiệp.

Hiện nay, năng lượng hydrogen chưa được sử dụng cho mục đích năng lượng, chủ yếu được sử dụng với mục đích nguyên liệu phi năng lượng trong các ngành lọc dầu, phân bón, hóa chất. Do đó, năng lượng hydrogen chưa đóng vai trò trong cân bằng cung cầu năng lượng quốc gia. Theo các định hướng về sử dụng năng lượng hydrogen, hydrogen đóng vai trò quan trọng trong khử các-bon

ở ngành luyện kim, nguyên liệu hóa chất (phân bón), lọc dầu, giao thông vận tải (pin nhiên liệu, hydrogen, amoniac, nhiên liệu tổng hợp...). Với việc sử dụng năng lượng hydrogen, than cốc, xăng dầu có thể được thay thế để giảm phát thải CO₂.

Bảng I. 3. Tốc độ tăng và tỷ trọng các loại năng lượng trong NLCC giai đoạn 2010-2021

	Tốc độ tăng bình quân hàng năm (%)		Tỷ trọng trong tổng NLCC (%)		
	2011-2020	2016-2021	2010	2015	2021
Than	10,5%	14.5%	18,9%	16,7%	26,3%
Xăng dầu	3,2%	1.9%	36,1%	37,0%	32,0%
Khí	11,7%	5.6%	1,2%	2,0%	2,8%
NLTT	-5,6%	-6.9%	25,6%	23,2%	9,2%
Điện	9,9%	7.0%	18,3%	19,3%	29,8%
Tổng	5,2%	8.7%	100,0%	100,0%	100,0%

Nguồn: Quy hoạch năng lượng quốc gia

Tỷ trọng than trong tổng NLCC có xu hướng tăng mạnh từ 19% vào năm 2010 lên đến 26,3% vào năm 2021. Xu thế điện hóa trong NLCC cũng thể hiện khá rõ với tỷ trọng điện trong NLCC tăng từ 18,3% năm 2010 lên đến 29,8% năm 2021. Tỷ trọng xăng dầu đã giảm nhiều trong giai đoạn này từ 36,1% năm 2010 xuống 32,0% năm 2021.

Về cơ cấu tiêu thụ theo ngành, công nghiệp có tỷ trọng 52,4% năm 2021 đạt 33,8 triệu TOE. Các ngành còn lại đều giảm tỷ trọng do ảnh hưởng của dịch Covid-19, trong đó đáng kể là ngành giao thông vận tải 17,7% năm 2020 tương đương năm 11,5 triệu TOE.

2.2. Cung cấp năng lượng

Năm 2021, tổng cung cấp năng lượng sơ cấp (NLSC) của Việt Nam ước tính đạt 91.456 KTOE, giai đoạn 2016-2021, tăng trưởng Tổng NLSC là 6,4%/năm.

Bảng I. 4. Diễn biến cung cấp năng lượng sơ cấp giai đoạn 2015-2021 (KTOE)

Năng lượng	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Than	13.850	22.590	25.594	25.943	35.877	44.852	49.752	44.511
Dầu thô & SP dầu	16.099	17.984	19.101	19.736	22.594	25.057	23.387	22.929
Khí	8.316	8.223	9.351	8.622	8.730	8.964	7.821	6.714

Năng lượng	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
NLTT ¹	12.959	14.121	14.664	16.546	16.801	15.514	14.672	17.231
Xuất/nhập khẩu điện	386	84	114	61	139	107	130	71
Tổng	51.610	63.002	68.824	70.908	84.141	94.494	95.762	91.456

Nguồn: Quy hoạch năng lượng quốc gia

Nhìn vào tăng trưởng của từng nhóm sản phẩm năng lượng trong Tổng NLSC, có thể thấy than có tốc độ tăng trưởng tương đối cao, 17,1%/năm trong giai đoạn 2016-2020. Kế theo xuất nhập khẩu điện năng, 9,1%/năm. Tuy nhiên đóng góp nhập khẩu điện thuần vào tổng cung gần như không đáng kể. Năng lượng tái tạo, bao gồm cả các sản phẩm biomass, và nòng cốt là Thủy điện đạt mức tăng 0,8%/năm.

Bảng I. 5. Tốc độ tăng và tỷ trọng các loại năng lượng trong NLSC giai đoạn 2010-2021

	Tốc độ tăng bình quân hàng năm (%)		Tỷ trọng trong tổng NLSC (%)		
	2011-2015	2016-2021	2010	2015	2021
Than	13,6%	12,0%	26,8%	35,9%	48,7%
Xăng dầu	3,8%	4,1%	31,2%	28,5%	25,1%
Khí	-0,6%	-3,3%	16,1%	13,1%	7,3%
NLTT	1,2%	3,4%	25,1%	22,4%	18,8%
Điện	-10,3%	-2,8%	0,7%	0,1%	0,1%
Tổng	6,4%	6,4%	100,0%	100,0%	100%

Nguồn: Quy hoạch năng lượng quốc gia

Trong cơ cấu nhiên liệu của tổng NLSC, than có xu hướng ngày càng tăng. Năm 2015, than chiếm 35,9% trong tổng NLSC, tăng lên 48,7% vào năm 1. Dịch COVID-19 khiến cho nhu cầu nhiên liệu giảm đáng kể, đồng thời làm giảm tỷ trọng đóng góp của Các sản phẩm dầu và khí trong tổng NLSC. Theo số liệu thống kê, tỷ trọng của sản phẩm dầu và khí từ 28,5% và 13,1% năm 2015 giảm xuống tương ứng chỉ còn 25,1% và 7,3% vào năm 2021. Vài năm trở lại đây ghi nhận sự gia tăng mạnh mẽ của các loại hình phát điện từ năng lượng tái tạo như mặt trời và gió. Tuy nhiên đóng góp chung của nhóm năng lượng tái tạo trong tổng NLSC vẫn có xu hướng giảm, một phần do sản lượng của Thủy điện tăng không đáng kể. Tỷ trọng của nhóm nhiên liệu này giảm từ 22,4% năm 2015 xuống còn 18,8% vào năm 2020.

¹ Năng lượng tái tạo bao gồm ethanol khoáng, NLMT nước nóng, thủy điện, điện gió, điện mặt trời nổi lưới & Biomass phi dân dụng

Hiện nay, hydrogen chưa được sử dụng cho mục đích năng lượng, hydrogen hiện tại chủ yếu được sản xuất từ nguồn nhiên liệu hóa thạch. Trong tương lai hydrogen cần tiếp tục được sản xuất từ nguồn nhiên liệu hóa thạch có thu giữ các-bon và nguồn điện năng lượng tái tạo (gió, mặt trời...) thông qua các quá trình điện phân nước. Khi đó, nhu cầu năng lượng sơ cấp sản xuất năng lượng hydrogen sẽ đóng vai trò trong cân bằng cung cầu năng lượng sơ cấp quốc gia. Một phần nhu cầu năng lượng sơ cấp, than, khí tự nhiên, gió, mặt trời trong tổng cung năng lượng sơ cấp sẽ được sử dụng để sản xuất năng lượng thứ cấp hydrogen sử dụng trong các ngành kinh tế.

2.2.1. Khai thác năng lượng trong nước

Dầu thô, than đá, khí, thủy điện và năng lượng tái tạo là những nguồn năng lượng được khai thác trong nước. Năm 2021, số liệu cho thấy, tổng lượng năng lượng khai thác trong nước là 56.962 KTOE.

Bảng I. 6. Khai thác năng lượng 2010-2020 (KTOE)

Loại nhiên liệu	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Than	23.766	20.343	19.270	19.023	21.149	22.379	21.254	23,671
Dầu thô	15.266	17.218	15.402	13.770	12.097	11.200	8.996	9,234
Khí	8.316	9.551	9.351	8.622	8.730	8.964	7.821	6714
NLTT	10.589	9.331	9.209	9.202	9.742	9.909	8.497	10,587
Thủy điện	2.369	4.827	5.499	7.391	7.145	5.686	6.269	6,756
Tổng	60.307	61.270	58.731	58.008	58.863	58.138	52.837	56,962

Nguồn: Quy hoạch năng lượng quốc gia

2.2.2. Xuất nhập khẩu năng lượng

Kể từ năm 2015, Việt Nam trở thành nước nhập khẩu tịnh năng lượng với tỷ trọng nhập khẩu tịnh năng lượng trên tổng NLSC tăng từ 8,4% năm 2015 lên 36,4% vào năm 2021, sau khi tăng lên mức kỷ lục 48% khi sản lượng than nhập khẩu tăng đột biến. Năng lượng nhập khẩu tăng liên tục, trong khi xuất khẩu giảm, khiến cho tỷ lệ nhập khẩu tịnh trên NLSC ngày càng cao.

Bảng I. 7. Chênh lệch xuất nhập khẩu theo từng năm (KTOE)

	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Nhập khẩu	12.088	17.074	22.225	24.642	32.149	45.608	53.605	40.534
Xuất khẩu	21.186	11.798	10.948	11.525	9.368	8.144	7.666	-7.216
Nhập khẩu ròng	-9.098	5.276	11.277	13.116	22.781	37.464	45.939	33.318
Tỷ lệ nhập khẩu ròng trên NLSC (%)	-17,6	8,4	16,4	18,5	27,1	39,6	48,0	36,4%

Nguồn: Quy hoạch năng lượng quốc gia

Đóng góp trong thành phần nhập khẩu năng lượng có sự gia tăng đáng kể của than, tăng 51,2%/năm trong cả giai đoạn 2016-2020. Đáng kể nhất là dầu thô, tăng 130,2%/năm, nhưng nhập khẩu các sản phẩm dầu lại giảm 3,6%/năm. Điều này do sản lượng nhập khẩu dầu thô từ cuối 2008 cho nhà máy lọc dầu Nghi Sơn. Số liệu tổng hợp nhập khẩu và xuất khẩu theo các loại hình năng lượng trong giai đoạn 2010-2020 như sau:

Bảng I. 8. Nhập khẩu theo các loại năng lượng giai đoạn 2010-2020 (KTOE)

Thành phần	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Than	656	3.879	7.391	8.219	12.739	24.520	30.694	20.371
Dầu thô		186	444	649	5.504	8.076	12.004	10.241
Xăng dầu	10.950	12.799	14.147	15.562	13.627	12.717	10.637	9.797
Điện	482	206	235	203	269	285	264	121
Than củi		5,0	8,3	9,2	9,3	9,3	6,2	4,2
Tổng	12.088	17.074	22.225	24.642	32.149	45.608	53.605	40.534

Nguồn: Quy hoạch năng lượng quốc gia

Bảng I. 9. Xuất khẩu theo các loại năng lượng giai đoạn 2010-2020 (KTOE)

Thành phần	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Than	11.104	979	696	1.248	1.337	640	509	1.015
Dầu thô	8.137	9.365	8.262	7.538	4.702	3.797	4.682	3.367
Các sản phẩm dầu	1.850	1.291	1.817	2.542	3.104	3.441	2.240	2.668
Điện	95	122	121	142	130	178	134	50
Than củi		42	51	56	95	87	100	116
Tổng	21.186	11.798	10.948	11.525	9.368	8.144	7.666	7.215

Nguồn: Quy hoạch năng lượng quốc gia

2.3. Đánh giá các chỉ tiêu an ninh năng lượng

Những chỉ tiêu đảm bảo an toàn và tăng cường an ninh năng lượng cần phải xét trên những đặc thù của mỗi quốc gia. Trong một nghiên cứu của ADB (ADB, 2009) đã nhận dạng những lo ngại chính về an ninh năng lượng của các quốc gia đang phát triển ở khu vực châu Á và Thái Bình Dương như sau:

- Thiếu tiếp cận năng lượng;
- Thiếu sự đa dạng hóa các nguồn năng lượng;
- Sự phụ thuộc cao vào các năng lượng truyền thống;
- Sự thiếu hụt ngày càng tăng giữa cung và cầu năng lượng trong nước;
- Sự phụ thuộc vào năng lượng nhập khẩu;
- Thiếu cơ sở hạ tầng năng lượng tương xứng.

Theo các nghiên cứu quốc tế về các chỉ số an ninh năng lượng ở cấp độ quốc gia, các chỉ tiêu an ninh năng lượng của Việt Nam giai đoạn 2010-2021 được thực hiện trong bảng sau:

Bảng I. 10. Biến động một số chỉ tiêu an ninh năng lượng giai đoạn 2010-2021

Chỉ tiêu	2010	2015	2021	Nhận xét/Chú thích
Tỷ số trữ lượng và sản xuất (R/P) than, dầu và khí tự nhiên – năm	Than: ~100 năm, Khí TN: ~40 năm, Dầu thô: ~ 20 năm			Trữ lượng và khả năng cung cấp của dầu thô, khí tự nhiên sẽ sụt giảm mạnh nếu không có phát hiện mới. Trữ lượng than khá dồi dào, chỉ tính riêng trữ lượng than antracite thì có thể duy trì khai thác >50 năm với khả năng khai thác hiện tại.
Sự phụ thuộc vào nhập khẩu nhập khẩu năng lượng (nhập khẩu tịnh NL trên Tổng năng lượng sơ cấp (%))	-17,6	8,4%	36,4%	Sự phụ thuộc vào nhiên liệu nhập khẩu tăng mạnh trong những năm gần đây. Đây là xu hướng đáng lưu ý đối với việc đảm bảo an ninh năng lượng
Tỷ trọng của chi phí nhập khẩu than/dầu/khí trong tổng chi phí nhập khẩu (%)	9,69	4,79	4,82	Tỷ trọng chi phí nhập khẩu nhiên liệu trong tổng chi phí giành cho hàng hóa nhập còn thấp, chưa đáng lo ngại
Tỷ trọng chi phí nhập khẩu than/dầu/khí trong doanh thu xuất khẩu (%)	11,39	4,89	4,47	Tỷ trọng chi phí nhập khẩu nhiên liệu trong tổng doanh thu từ xuất khẩu hàng hóa còn thấp, chưa đáng lo ngại
Tỷ trọng của chi phí nhập khẩu than/dầu/khí trong tổng thu nhập quốc nội (%)	7,09	4,10	4,68	
Đa dạng hóa nhập khẩu SP dầu (chỉ số HHI)	1.700	1.835	1.210	Các sản phẩm xăng dầu đã được nhập từ nhiều nguồn/quốc gia khác nhau, với mức đa dạng nguồn cung cấp cao, đảm bảo được an ninh cung cấp xăng dầu.
Đa dạng hóa nguồn phát điện (chỉ số HHI)	3.107	3.209	3.605	Các loại hình nguồn điện đang có hướng kém đa dạng hóa, trở nên phụ thuộc vào một số ít nguồn điện, cần đẩy mạnh đa dạng hóa các loại hình nguồn điện
Đa dạng hóa nguồn cung NL sơ cấp (chỉ số HHI)	2.078	2.773	3.597	Cơ cấu NLSC đang có hướng kém đa dạng hóa, trở nên phụ thuộc vào một số ít loại hình năng lượng, cần phát triển các năng lượng tái tạo, năng lượng thay thế để đa dạng hóa nguồn cung NLSC
Cường độ năng lượng cuối cùng (kgOE/1.000USD)	357	308	305	Cường độ năng lượng nhìn chung có sự cải thiện trong giai đoạn 2011-2021, thể hiện hiệu quả sử dụng năng lượng của nền kinh tế.

Chỉ tiêu	2010	2015	2021	Nhận xét/Chú thích
Hệ số dự phòng thô công suất phát điện (%)	30,8	32,4	38,0	Tỷ lệ dự phòng thô toàn quốc cao do tính đến công suất các nguồn điện NLTT. Dự phòng hệ thống vẫn thấp nếu xét công suất khả dụng theo mùa và giới hạn truyền tải điện liên miền.
Thời gian mất điện trung bình (SAIDI) - phút/KH		2.281	356	Độ tin cậy cung cấp điện lưới phân phối ngày càng cao
Số lần mất điện trung bình (SAIFI) - lần/KH		13,36	3,11	
Số lần mất điện thoáng qua (MAIFI) - lần/KH		2,03	0,77	
Dự trữ xăng dầu theo ngày nhập ròng (năm 2020 nhập ròng xăng dầu 20 triệu m ³)			63 ngày	<p>+ Dự trữ sản xuất: Nghi Sơn: dự trữ 6 ngày sản xuất đối với dầu thô và 10 ngày sản xuất sản phẩm xăng dầu, thiếu 9 ngày sản xuất đối với dầu thô; NMLD Dung Quất: khoảng 6 ngày sản xuất đối với dầu thô và khoảng 7 ngày sản xuất sản phẩm xăng dầu các loại, thiếu 9 ngày đối với dầu thô và 3 ngày đối với sản phẩm.</p> <p>+ Dự trữ thương mại: 25 ngày cung ứng, tương ứng với 34 ngày nhập ròng, về cơ bản đang bám sát mục tiêu.</p> <p>+ Dự trữ quốc gia: 9 ngày nhập ròng về sản phẩm và chưa có dầu thô dự trữ, thiếu 5 ngày nhập ròng sản phẩm và 6 ngày dự trữ dầu thô</p>

Nguồn: Quy hoạch năng lượng quốc gia

Diễn biến các chỉ tiêu an ninh năng lượng giai đoạn 2010-2021 cho thấy:

- Các chỉ tiêu an ninh năng lượng dài hạn đa phần có diễn biến xấu đi do hạn chế cung cấp NLSC trong nước, tăng mức độ phụ thuộc năng lượng nhập khẩu, giảm mức độ đa dạng hóa nguồn cung cấp NLSC và loại hình nguồn điện;
- Các chỉ tiêu độ tin cậy cung cấp điện được cải thiện; tuy nhiên dự trữ xăng dầu, dự trữ than còn chưa đạt yêu cầu.
- Năng lượng hydrogen được sản xuất từ các nguồn năng lượng tái tạo trong nước (gió, mặt trời...) sẽ làm giảm sự phụ thuộc vào năng lượng nhập khẩu, do đó, tăng cường an ninh năng lượng quốc gia.

3. Hiện trạng chính sách phát triển năng lượng quốc gia

Hoạt động trong lĩnh vực năng lượng chịu sự quản lý thống nhất của Nhà nước trên cơ sở thực thi Nghị quyết số 55-NQ/TW, các luật liên quan và nhiều văn bản dưới luật khác bao gồm các nghị định của Chính phủ, quyết định của Thủ

tướng Chính phủ, quyết định, thông tư của Bộ Công Thương trong tất cả các hoạt động năng lượng. Những chính sách năng lượng chủ yếu được trình bày dưới đây:

Loại	Tên văn bản	Nội dung
Nghị quyết	Nghị quyết số 55-NQ/TW ngày 11/2/2020 của Bộ Chính trị	Định hướng chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045
Luật	Luật Dầu khí năm 2022	Luật này áp dụng đối với cơ quan, tổ chức, cá nhân Việt Nam và nước ngoài có liên quan đến điều tra cơ bản về dầu khí và hoạt động dầu khí.
	Luật Điện lực năm 2004 và Luật sửa đổi, bổ sung một số điều của Luật Điện lực	Luật này quy định về quy hoạch và đầu tư phát triển điện lực; tiết kiệm điện; thị trường điện lực; quyền và nghĩa vụ của tổ chức, cá nhân hoạt động điện lực và sử dụng điện; bảo vệ trang thiết bị điện, công trình điện lực và an toàn điện.
	Luật Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả 2010	Luật này quy định về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả; chính sách, biện pháp thúc đẩy sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả; quyền, nghĩa vụ, trách nhiệm của tổ chức, hộ gia đình, cá nhân trong sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả. Luật này tạo khuôn khổ pháp lý để thúc đẩy các hoạt động sử dụng hiệu quả năng lượng ở tất cả các khu vực của nền kinh tế thông qua các quy định, tiêu chuẩn, các ưu đãi và khuyến khích.
	Luật Hóa chất	Luật này quy định về hoạt động hóa chất, an toàn trong hoạt động hóa chất, quyền và nghĩa vụ của tổ chức, cá nhân tham gia hoạt động hóa chất, quản lý nhà nước về hoạt động hóa chất.
	Luật Bảo vệ Môi trường	Luật này quy định về hoạt động bảo vệ môi trường; chính sách, biện pháp và nguồn lực để bảo vệ môi trường; quyền, nghĩa vụ và trách nhiệm của cơ quan, tổ chức, hộ gia đình và cá nhân trong bảo vệ môi trường.
Chiến lược	Quyết định số 2068/QĐ-TTg ngày 25/11/2015	Chiến lược phát triển năng lượng tái tạo của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050
	Quyết định 896/QĐ-TTg ngày 26/07/2022	Chiến lược quốc gia về biến đổi khí hậu giai đoạn đến năm 2050
	Quyết định số 1658/QĐ-TTg ngày 01/10/2021	Chiến lược quốc gia về tăng trưởng xanh giai đoạn 2021-2030, tầm nhìn 2050
	Quyết định số 450/QĐ-TTg ngày 13/4/2022	Chiến lược bảo vệ môi trường quốc gia đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050
	Quyết định số 432/QĐ-TTg ngày 12/4/2012	Chiến lược Phát triển bền vững Việt Nam
Quy hoạch	Quyết định số 500/QĐ-TTg ngày 15/05/2023	Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050
	Quyết định số 1623/QĐ-TTg ngày 25/10/2017	Quy hoạch phát triển ngành Dầu khí đến năm 2025, định hướng đến năm 2035

Loại	Tên văn bản	Nội dung
	Quyết định số 60/QĐ-TTg ngày 16/1/2017	Quy hoạch phát triển ngành công nghiệp khí Việt Nam đến năm 2025, định hướng đến năm 2035
	Quyết định số 403/QĐ-TTg ngày 14/3/2016	Điều chỉnh Quy hoạch phát triển ngành than Việt Nam đến năm 2020, có xét triển vọng đến năm 2030
	Quyết định số 861/QĐ-TTg ngày 18/7/2023	Quy hoạch hạ tầng dự trữ, cung ứng xăng dầu, khí đốt quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050
	Quyết định số 893/QĐ-TTg ngày 26/7/2023	Quy hoạch tổng thể về năng lượng quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050

Trước xu thế chuyển dịch năng lượng, các yêu cầu về hoàn thiện chính sách, pháp luật năng lượng ngày càng cao. Luật Điện lực, Luật Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả đang được đưa vào các chương trình sửa đổi luật. Luật về năng lượng tái tạo đang được xem xét xây dựng để tạo đà phát triển mạnh mẽ cho NLTT trong thời gian tới.

3.1. Luật Dầu khí

Luật Dầu khí được Bộ Công Thương phối hợp với các Bộ, cơ quan liên quan triển khai theo đúng quy định của Luật số 63/2020/QH14 Sửa đổi, bổ sung một số điều của Luật ban hành văn bản quy phạm pháp luật, và đã được Quốc hội khoá XV, kỳ họp thứ 4 thông qua vào ngày 14/11/2022 (Luật số 12/2022/QH15), có hiệu lực từ ngày 01/7/2023.

a. Nghị định quy định chi tiết một số điều của Luật Dầu khí.

Ngày 01/7/2023 Thủ tướng Chính phủ đã ký ban hành Nghị định số 45/2023/NĐ-CP Quy định chi tiết một số điều của Luật Dầu khí, Nghị định có hiệu lực từ ngày 01/7/2023.

b. Nghị định quy định về đầu tư ra nước ngoài trong hoạt động dầu khí

Thực hiện chỉ đạo của Phó Thủ tướng Thường trực Phạm Bình Minh tại Văn bản số 5478/VPCP-CN ngày 23/8/2022 của Văn phòng Chính phủ; căn cứ quy định tại Luật Ban hành văn bản quy phạm pháp luật năm 2015, được sửa đổi bổ sung năm 2020, Bộ Công Thương đã chủ trì, phối hợp với các Bộ, ngành liên quan xây dựng dự thảo Nghị định quy định về đầu tư ra nước ngoài trong hoạt động dầu khí thay thế Nghị định số 124/2017/NĐ-CP ngày 15/11/2017 của Chính phủ quy định về đầu tư ra nước ngoài trong hoạt động dầu khí (Nghị định số 124/2017/NĐ-CP).

Trong quá trình xây dựng và hoàn thiện dự thảo Nghị định này, Bộ Công Thương đã phối hợp với các Bộ, ngành liên quan đánh giá thực trạng tình hình đầu tư ra nước ngoài (ĐTRNN) trong hoạt động dầu khí; rà soát các khó khăn, vướng mắc trong quá trình quản lý, thực hiện ĐTRNN trong hoạt động dầu khí để làm cơ sở xây dựng dự thảo Nghị định.

Dự thảo Nghị định đã được gửi lấy ý kiến các Bộ, ngành, địa phương liên quan, các doanh nghiệp hoạt động trong lĩnh vực dầu khí (Tập đoàn Dầu khí Việt Nam - PVN, Tổng công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí - PVEP,...). Dự thảo Nghị

định cũng đã được đăng tải trên Cổng thông tin điện tử của Chính phủ và Cổng thông tin điện tử Bộ Công Thương để lấy ý kiến rộng rãi các tổ chức, cá nhân. Bộ Công Thương đã tiếp thu, giải trình, chỉnh lý và hoàn thiện dự thảo Nghị định.

Trên cơ sở ý kiến của Hội đồng thẩm định Bộ Tư pháp ngày 11/5/2023, Bộ Công Thương có Tờ trình số 3674/TTr-BCT ngày 13/6/2023 báo cáo Chính phủ về việc ban hành Nghị định quy định về đầu tư ra nước ngoài trong hoạt động dầu khí (thay thế Nghị định số 124/2017/NĐ-CP). Căn cứ thông báo của Văn phòng Chính phủ, Bộ Công Thương đang tiếp tục phối hợp với các Bộ, cơ quan liên quan để hoàn thiện nội dung Dự thảo Nghị định trên cơ sở rà soát, làm rõ theo góp ý bổ sung của các đơn vị trước khi trình Chính phủ xem xét xử lý theo quy định.

3.2. Luật Bảo vệ môi trường

Luật Bảo vệ môi trường số 72/2020/QH14 được Quốc hội ban hành ngày 17/11/2020 và chính thức có hiệu lực từ ngày 01/01/2022 quy định về hoạt động bảo vệ môi trường; quyền, nghĩa vụ và trách nhiệm của cơ quan, tổ chức, cộng đồng dân cư, hộ gia đình và cá nhân trong hoạt động bảo vệ môi trường.

- Ngày 10/01/2022, Chính phủ ban hành Nghị định số 08/2022/NĐ-CP quy định chi tiết một số điều của Luật Bảo vệ môi trường. Nghị định này quy định chi tiết về bảo vệ các thành phần môi trường; phân vùng môi trường, đánh giá môi trường chiến lược, đánh giá tác động môi trường; giấy phép môi trường, đăng ký môi trường; bảo vệ môi trường trong hoạt động sản xuất, kinh doanh, dịch vụ, đô thị, nông thôn và một số lĩnh vực; quản lý chất thải; trách nhiệm tái chế, xử lý sản phẩm, bao bì của tổ chức, cá nhân sản xuất, nhập khẩu; quan trắc môi trường; hệ thống thông tin, cơ sở dữ liệu về môi trường; phòng ngừa, ứng phó sự cố môi trường, bồi thường thiệt hại về môi trường; công cụ kinh tế và nguồn lực bảo vệ môi trường; quản lý nhà nước, kiểm tra, thanh tra và cung cấp dịch vụ công trực tuyến về bảo vệ môi trường.

3.3. Luật Hóa chất

- Luật Hóa chất số 06/2007/QH12 được Quốc hội ban hành ngày 21/11/2007 và chính thức có hiệu lực kể từ ngày 01/7/2008 quy định về hoạt động hóa chất, an toàn trong hoạt động hóa chất, quyền và nghĩa vụ của tổ chức, cá nhân tham gia hoạt động hóa chất, quản lý nhà nước về hoạt động hóa chất.

- Ngày 09/10/2017, Chính phủ ban hành Nghị định số 113/2017/NĐ-CP quy định chi tiết và hướng dẫn thi hành một số điều của Luật Hóa chất, có hiệu lực thi hành từ ngày 25/11/2017 và thay thế Nghị định số 108/2008/NĐ-CP ngày 07/10/2008 của Chính phủ quy định chi tiết và hướng dẫn thi hành một số điều của Luật hóa chất và Nghị định số 26/2011/NĐ-CP ngày 08/4/2011 của Chính phủ sửa đổi, bổ sung một số điều của Nghị định số 108/2008/NĐ-CP. Nghị định này quy định chi tiết và hướng dẫn thi hành một số điều về:

+ Yêu cầu chung để đảm bảo an toàn trong sản xuất, kinh doanh hóa chất.

+ Hóa chất sản xuất, kinh doanh có điều kiện trong lĩnh vực công nghiệp; điều kiện, hồ sơ, trình tự, thủ tục cấp Giấy chứng nhận đủ điều kiện sản xuất, kinh doanh hóa chất sản xuất, kinh doanh có điều kiện trong lĩnh vực công nghiệp.

+ Điều kiện sản xuất, kinh doanh tiền chất công nghiệp; hồ sơ, trình tự, thủ tục cấp Giấy phép xuất khẩu, nhập khẩu tiền chất công nghiệp.

+ Hóa chất hạn chế sản xuất, kinh doanh trong lĩnh vực công nghiệp; điều kiện, hồ sơ, trình tự, thủ tục cấp Giấy phép sản xuất, kinh doanh hóa chất hạn chế sản xuất, kinh doanh trong lĩnh vực công nghiệp.

+ Hóa chất cấm, hóa chất độc.

+ Kế hoạch, biện pháp phòng ngừa ứng phó sự cố hóa chất.

+ Khoảng cách an toàn đối với cơ sở hoạt động hóa chất nguy hiểm.

+ Phân loại hóa chất, phiếu an toàn hóa chất.

+ Khai báo hóa chất, thông tin về hóa chất.

+ Huấn luyện an toàn hóa chất.

- Ngày 18/10/2022, Chính phủ ban hành Nghị định số 82/2022/NĐ-CP sửa đổi bổ sung một số điều của Nghị định số 113/2017/NĐ-CP quy định chi tiết và hướng dẫn thi hành một số điều của Luật Hóa chất.

3.4. Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia

Ngày 11/02/2020 Bộ Chính trị đã ban hành Nghị quyết số 55-NQ/TW về định hướng chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 (Nghị quyết số 55-NQ/TW). Nghị quyết số 55-NQ/TW) đã đưa ra những mục tiêu, nhiệm vụ, giải pháp quan trọng phát triển bền vững năng lượng Việt Nam.

Ngày 02/10/2020, Chính phủ đã ban hành Nghị quyết số 140/NQ-CP Ban hành Chương trình hành động của Chính phủ thực hiện Nghị quyết số 55-NQ/TW ngày 11/02/2020 của Bộ Chính trị về định hướng chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 (Nghị quyết số 140/NQ-CP), theo đó Chính phủ giao Bộ Công Thương xây dựng Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia Việt Nam với các quan điểm, mục tiêu phù hợp với Nghị quyết số 55-NQ/TW.

Liên quan đến nội dung phát triển năng lượng hydrogen, Nghị quyết số 55-NQ/TW đã nêu rõ định hướng “Thực hiện nghiên cứu công nghệ, xây dựng một số đề án thử nghiệm sản xuất và khuyến khích sử dụng năng lượng hydrogen phù hợp với xu thế chung của thế giới.”. Nghị quyết số 55-NQ/TW đã đặt tiền đề cho việc nghiên cứu, sản xuất và sử dụng năng lượng hydrogen ở Việt Nam phục vụ phát triển bền vững năng lượng.

Hiện nay Bộ Công Thương đã hoàn thành việc xây dựng Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia Việt Nam giai đoạn đến năm 2030, định hướng đến năm 2045 phù hợp với Quy hoạch năng lượng quốc gia và tình hình mới trình Thủ tướng Chính phủ xem xét, phê duyệt.

3.5. Chiến lược phát triển ngành dầu khí

Ngày 23/7/2015, Bộ Chính trị đã có Nghị quyết số 41-NQ/TW về định hướng Chiến lược phát triển ngành dầu khí Việt Nam đến năm 2025 và tầm nhìn đến năm 2035 (Nghị quyết số 41-NQ/TW). Căn cứ Nghị quyết số 41-NQ/TW, Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Chiến lược phát triển ngành dầu khí Việt Nam, Chiến lược phát triển PVN, Quy hoạch phát triển ngành dầu khí Việt Nam, Kế hoạch 5 năm 2016-2020 của PVN,... để triển khai các nội dung của Nghị quyết.

Hiện nay Ban Kinh tế trung ương đang chủ trì, phối hợp với các cơ quan, đơn vị liên quan thực hiện công tác tổng kết 8 năm thực hiện Nghị quyết số 41-NQ/TW để báo cáo Bộ Chính trị, xem xét chỉ đạo.

3.6. Chiến lược phát triển ngành than

Ngày 07/7/2008, Thủ tướng Chính phủ đã phê duyệt Chiến lược phát triển ngành than Việt Nam đến năm 2015, định hướng đến năm 2025 tại Quyết định số 89/2008/QĐ-TTg (Chiến lược 89). Đến nay, các nội dung cơ bản của Chiến lược 89 đã và đang được ngành than triển khai theo đúng quan điểm, định hướng đề ra; đảm bảo cung cấp đủ than phục vụ sự nghiệp phát triển kinh tế - xã hội; bảo đảm quốc phòng, an ninh, bảo vệ môi trường,... Tuy nhiên, Chiến lược 89 được phê duyệt để phát triển ngành than Việt Nam ở giai đoạn đến năm 2015; từ thời điểm bắt đầu thực hiện Chiến lược 89 đến nay, tốc độ phát triển các ngành công nghiệp sử dụng than đã có nhiều thay đổi, dẫn đến nhu cầu của các hộ tiêu thụ lớn (điện, xi măng, hóa chất,...) có nhiều biến động; kết quả thăm dò những năm vừa qua cho thấy điều kiện tài nguyên (điều kiện địa chất, trữ lượng,...) có nhiều thay đổi so với dự báo tại thời điểm xây dựng Chiến lược 89, do vậy, đã ảnh hưởng đến việc thực hiện các mục tiêu phát triển về thăm dò, khai thác than của Chiến lược 89.

Thực hiện nhiệm vụ được giao tại Nghị quyết số 140/NQ-CP ngày 02/10/2020 của Chính phủ ban hành Chương trình hành động của Chính phủ thực hiện Nghị quyết số 55-NQ/TW ngày 11/02/2020 của Bộ Chính trị về định hướng chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045, Bộ Công Thương đã xây dựng, hoàn thiện Chiến lược phát triển ngành than Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 trình Thủ tướng Chính phủ xem xét, phê duyệt.

3.7. Chiến lược phát triển ngành điện

Ngày 05/10/2004, Thủ tướng Chính phủ đã phê duyệt Chiến lược phát triển ngành điện Việt Nam giai đoạn 2004 - 2010, định hướng đến năm 2020 tại Quyết định số 176/2004/QĐ-TTg.

Ngày 01/4/2021, Thủ tướng Chính phủ về việc phê duyệt Chiến lược phát triển Tập đoàn Điện lực Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến 2045 tại Quyết định số 538/QĐ-TTg.

Luật Điện lực quy định về quy hoạch và đầu tư phát triển điện lực; tiết kiệm điện; thị trường điện lực; quyền và nghĩa vụ của tổ chức, cá nhân hoạt động điện lực và sử dụng điện; bảo vệ trang thiết bị điện, công trình điện lực và an toàn điện.

Thực hiện nhiệm vụ được giao tại Nghị quyết số 140/NQ-CP ngày 02/10/2020 của Chính phủ ban hành Chương trình hành động của Chính phủ thực hiện Nghị quyết số 55-NQ/TW ngày 11/02/2020 của Bộ Chính trị về định hướng chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045, Bộ Công Thương đang triển khai các công việc liên quan để xây dựng Chiến lược phát triển ngành Điện lực Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 trình Thủ tướng Chính phủ phê duyệt.

3.8. Chiến lược phát triển năng lượng tái tạo

Chiến lược phát triển năng lượng tái tạo đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định 2068/QĐ-TTg ngày 25/11/2015 phê duyệt Chiến lược phát triển năng lượng tái tạo của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050, theo đó chiến lược hướng đến việc khuyến khích huy động mọi nguồn lực từ xã hội và người dân cho phát triển năng lượng tái tạo để tăng cường khả năng tiếp cận nguồn năng lượng hiện đại, bền vững, tin cậy với giá cả hợp lý cho mọi người dân; đẩy mạnh phát triển và sử dụng nguồn năng lượng tái tạo, tăng nguồn cung cấp năng lượng trong nước, từng bước gia tăng tỷ trọng nguồn năng lượng tái tạo trong sản xuất và tiêu thụ năng lượng quốc gia nhằm giảm sự phụ thuộc vào nguồn năng lượng hóa thạch, góp phần đảm bảo an ninh năng lượng, giảm nhẹ biến đổi khí hậu, bảo vệ môi trường và phát triển kinh tế - xã hội bền vững. Chiến lược có một số mục tiêu chính như sau:

- Giảm nhẹ phát thải khí nhà kính trong các hoạt động năng lượng so với phương án phát triển bình thường: Khoảng 5% vào năm 2020; khoảng 25% vào năm 2030 và khoảng 45% vào năm 2050.

- Góp phần giảm nhiên liệu nhập khẩu cho mục đích năng lượng: Giảm khoảng 40 triệu tấn than và 3,7 triệu tấn sản phẩm dầu vào năm 2030; giảm khoảng 150 triệu tấn than và 10,5 triệu tấn sản phẩm dầu vào năm 2050.

Bảng I. 11. Các mục tiêu phát triển NLTT

Các phân ngành	2015	2020	2030	2050
Sản xuất sử dụng NLTT (MTOE)	25	37	62	138
Tỷ lệ trong tổng NLSC (%)	31,8	31,0	32,3	44
Điện sản xuất từ NLTT (TWh)	58 (35%)	101 (38%)	186 (32%)	452 (43%)
Thủy điện (TWh)	56	90	96	
Thủy điện tích năng (MW)			2400	8000
Sinh khối cho sản xuất điện (TOE)	0,3 (1%)	1,8 (3%)	9,0 (6,3%)	20,0 (8,1)
Sinh khối cho sản xuất nhiệt (TOE)	13,7	13,6	16,8	23,0
Sinh khối cho NL sinh học (TOE)	0,2	0,8	6,4	19,5

Các phân ngành	2015	2020	2030	2050
Điện gió (TWh)		2,5 (1%)	16 (2,7%)	53 (5%)
Điện mặt trời (TWh)		1,4 (0,5%)	35,4 (6%)	210 (20%)

Chiến lược NLTT cũng đề xuất một số cơ chế cụ thể để hiện thực hóa các mục tiêu phát triển NLTT như sau: biểu giá FIT, Renewable Portfolio Standard (RPS), thanh toán bù trừ (net metering), Quỹ phát triển năng lượng bền vững,...

3.9. Luật Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả

Luật Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả (Luật SDNL TK&HQ - Luật số 50/2010/QH12) được Quốc hội nước Cộng hòa Xã hội Chủ nghĩa Việt Nam khóa XII, kỳ họp thứ 7 thông qua ngày 17/6/2010, có hiệu lực thi hành từ ngày 01/01/2011. Luật số 50/2010/QH12 đã khẳng định quan điểm nhất quán của Đảng và Nhà nước ta coi SDNL TK&HQ là chính sách được ưu tiên hàng đầu, giữ vai trò quan trọng trong việc thực hiện chiến lược phát triển kinh tế gắn với an ninh năng lượng và bảo vệ môi trường, phù hợp với yêu cầu phát triển kinh tế thị trường có sự điều tiết của Nhà nước và hội nhập kinh tế quốc tế.

Luật SDNL TK&HQ gồm có 12 Chương, 48 Điều, quy định các giải pháp sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả trong các ngành, các lĩnh vực kinh tế, xã hội và quy định quyền, nghĩa vụ và trách nhiệm của tổ chức, cá nhân trong việc sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả.

Cùng với sự ra đời của Luật SDNL TK&HQ, một hệ thống văn bản quy phạm pháp luật đã được khẩn trương xây dựng và ban hành, tạo thành khung pháp lý tương đối hoàn chỉnh, đảm bảo cho tính thực thi các hoạt động trong lĩnh vực sử dụng năng lượng TK&HQ bao gồm các Nghị định của Chính phủ, Quyết định của Thủ tướng, quy chuẩn kỹ thuật về hiệu suất năng lượng tối thiểu cho các trang thiết bị mục tiêu, các văn bản hướng dẫn tác nghiệp...

Tính đến nay, 26 văn bản quy phạm pháp luật đã được ban hành ở cấp Trung ương 30 bộ Tiêu chuẩn hiệu suất năng lượng tối thiểu áp dụng cho các nhóm thiết bị mục tiêu, kèm theo phương pháp thử nghiệm, 09 Quyết định về việc chỉ định 09 cơ sở thử nghiệm hiệu suất năng lượng và 16 văn bản hướng dẫn tác nghiệp đã được ban hành.

Ngày 16/12/2021, triển khai Kế hoạch thực hiện Kết luận số 19-KL/TW ngày 14/10/2021 của Bộ Chính trị và Đề án số 292-ĐA/ĐĐQH15 ngày 20/10/2021 của Đảng đoàn Quốc hội về Định hướng chương trình xây dựng pháp luật nhiệm kỳ Quốc hội khóa XV, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Quyết định số 2114/QĐ-TTg ngày 16/12/2021 của Thủ tướng Chính phủ ban hành Kế hoạch thực hiện Kết luận số 19-KL/TW của Bộ Chính trị và Đề án Định hướng Chương trình xây dựng pháp luật nhiệm kỳ Quốc hội khóa XV, trong đó giao nhiệm vụ Bộ Công Thương thực hiện Nghiên cứu, rà soát Luật Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả để báo cáo UBTVQH xem xét đưa vào Chương trình xây dựng

Luật, Pháp lệnh giai đoạn 2023 -2024². Thời gian trình Chính phủ Báo cáo nghiên cứu rà soát Luật Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả trước 30/9/2022.

3.10. Chiến lược quốc gia về biến đổi khí hậu

Chiến lược quốc gia về biến đổi khí hậu giai đoạn đến năm 2050 đã được Thủ tướng Chính phủ duyệt tại Quyết định số 896/QĐ-TTg ngày 26/7/2022. Theo đó, các mục tiêu cụ thể của chiến lược được xác định là:

i) Thích ứng với biến đổi khí hậu

Giảm mức độ dễ bị tổn thương và rủi ro trước tác động của biến đổi khí hậu thông qua nâng cao khả năng chống chịu và năng lực thích ứng của hệ thống tự nhiên, kinh tế và xã hội, giảm thiểu thiệt hại do thiên tai và khí hậu cực đoan gia tăng do biến đổi khí hậu.

ii) Giảm phát thải khí nhà kính

Nỗ lực đạt mục tiêu phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050, tích cực đóng góp có trách nhiệm cùng cộng đồng quốc tế bảo vệ hệ thống khí hậu trái đất; nâng cao chất lượng tăng trưởng, sức cạnh tranh của nền kinh tế.

Quyết định số 896/QĐ-TTg đã đưa ra những mục tiêu hướng đến của phát triển năng lượng hydrogen tại Việt nam để đạt được mục tiêu phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050 như sau:

- Từng bước sử dụng hydrogen thay thế than trong công nghiệp luyện kim, trong các ngành dịch vụ, thương mại; Áp dụng công nghệ điện phân ô-xít nóng chảy trong lĩnh vực luyện thép; sử dụng hydrogen thay thế coke trong luyện thép “xanh” từ năm 2035.

- Tăng dần tỷ lệ phương tiện giao thông điện, hydrogen; Phát triển ngành công nghiệp sử dụng năng lượng sạch, sản xuất và lưu hành phương tiện giao thông sử dụng điện, hydrogen.

Như vậy, trong Chiến lược biến đổi khí hậu quốc gia, hydrogen được xác định là một trong những giải pháp mũi nhọn để đạt mục tiêu phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050.

3.11. Chiến lược Bảo vệ môi trường quốc gia

Ngày 13/4/2022, Phó Thủ tướng Chính phủ Lê Văn Thành ký quyết định phê duyệt Chiến lược bảo vệ môi trường quốc gia đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050. Chiến lược được phê duyệt với quan điểm môi trường là điều kiện, nền tảng, yếu tố tiên quyết cho phát triển bền vững kinh tế - xã hội, do vậy phát triển kinh tế phải hài hòa với thiên nhiên, tôn trọng quy luật tự nhiên, không đánh đổi môi trường lấy tăng trưởng kinh tế. Bảo vệ môi trường là trách nhiệm của cả hệ thống chính trị, của toàn xã hội, trong đó các cấp chính quyền địa phương, doanh nghiệp, cộng đồng và người dân có vai trò quan trọng. Bảo vệ môi trường phải

⁽²⁾ Hồ sơ đề nghị đề nghị xây dựng Luật sửa đổi, bổ sung một số điều của Luật Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả sẽ được chuẩn bị sau khi UBTVQH phê duyệt kế hoạch xây dựng Luật giai đoạn 2023-2024.

lấy bảo vệ sức khỏe của nhân dân làm mục tiêu hàng đầu. Ưu tiên chủ động phòng ngừa và kiểm soát ô nhiễm, tập trung giải quyết các vấn đề môi trường trọng điểm, cấp bách; khắc phục ô nhiễm, suy thoái, cải thiện chất lượng môi trường, kết hợp với bảo tồn thiên nhiên và đa dạng sinh học, góp phần ứng phó với biến đổi khí hậu.

Mục tiêu của Chiến lược là đến năm 2030 sẽ ngăn chặn xu hướng gia tăng ô nhiễm, suy thoái môi trường, giải quyết các vấn đề môi trường cấp bách, từng bước cải thiện, phục hồi chất lượng môi trường; ngăn chặn sự suy giảm đa dạng sinh học. Nâng cao năng lực chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu; bảo đảm an ninh môi trường, xây dựng và phát triển các mô hình kinh tế tuần hoàn, kinh tế xanh, các-bon thấp, phấn đấu đạt được các mục tiêu phát triển bền vững của đất nước.

Các nhiệm vụ Chiến lược đề ra: Chủ động phòng ngừa, kiểm soát, ngăn chặn các tác động xấu lên môi trường, các sự cố môi trường; Giải quyết các vấn đề môi trường trọng điểm, cấp bách; khắc phục ô nhiễm, suy thoái môi trường; duy trì, cải thiện chất lượng và vệ sinh môi trường; Bảo tồn thiên nhiên và đa dạng sinh học, thúc đẩy bảo vệ môi trường trong khai thác, sử dụng tài nguyên; Chủ động bảo vệ môi trường để góp phần nâng cao năng lực thích ứng với biến đổi khí hậu và giảm phát thải khí nhà kính.

Chiến lược bảo vệ môi trường quốc gia xác định tầm nhìn đến năm 2050, môi trường Việt Nam có chất lượng tốt, bảo đảm quyền được sống trong môi trường trong lành và an toàn của nhân dân; đa dạng sinh học được gìn giữ, bảo tồn, bảo đảm cân bằng sinh thái; chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu; xã hội hài hoà với thiên nhiên, kinh tế tuần hoàn, kinh tế xanh, các-bon thấp được hình thành và phát triển, hướng tới mục tiêu trung hòa các-bon vào năm 2050.

3.12. Chiến lược quốc gia tăng trưởng xanh

Chiến lược quốc gia tăng trưởng xanh đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 1658/QĐ-TTg ngày 01/10/2021 về việc phê duyệt Chiến lược quốc gia về tăng trưởng xanh. Chiến lược tăng trưởng xanh có mối liên kết với lịch trình biến đổi khí hậu và chính sách tái cơ cấu nền kinh tế. Tăng trưởng carbon thấp là một trong ba định hướng chiến lược. Chiến lược này nhằm tăng tốc quá trình tái cơ cấu kinh tế để sử dụng tài nguyên hiệu quả, giảm phát thải khí nhà kính thông qua nghiên cứu và ứng dụng các công nghệ hiện đại, phát triển hạ tầng để cải thiện hiệu suất của nền kinh tế, đối phó với biến đổi khí hậu, xóa đói giảm nghèo và phát triển kinh tế bền vững.

Chiến lược quốc gia tăng trưởng xanh cũng đưa ra định nghĩa về năng lượng hydrogen là năng lượng thứ cấp được tạo ra từ nguồn năng lượng sơ cấp ban đầu, hydrogen không màu, không mùi, dễ chảy, dễ kết hợp với oxy để tạo ra nhiệt năng. Hydrogen là năng lượng sạch do khi sử dụng chỉ thải ra nước.

Chiến lược quốc gia tăng trưởng xanh cũng xác định nhiệm vụ của Bộ Công Thương trong việc “xây dựng cơ chế khuyến khích phát triển nhiên liệu khí hydrogen gắn với điện gió ngoài khơi”.

3.13. Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050

Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 (gọi tắt là Quy hoạch điện VIII) được Thủ tướng Chính phủ tại Quyết định số 500/QĐ-TTg ngày 15/5/2023. Quy hoạch bao gồm phát triển nguồn điện và lưới điện truyền tải ở cấp điện áp từ 220 kV trở lên, công nghiệp và dịch vụ về năng lượng tái tạo, năng lượng mới trên lãnh thổ Việt Nam thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050, bao gồm cả các công trình liên kết lưới điện với các quốc gia láng giềng.

Đối với năng lượng hydrogen Quy hoạch điện VIII nêu rõ định hướng phát triển mạnh điện gió ngoài khơi kết hợp với các loại hình năng lượng tái tạo khác (điện mặt trời, điện gió trên bờ...) để sản xuất năng lượng mới (hydrogen, amoniac xanh...) phục vụ nhu cầu trong nước và xuất khẩu. Quy hoạch điện VIII cũng đề xuất thực hiện lộ trình chuyển đổi nhiên liệu sang hydrogen khi công nghệ được thương mại hóa và giá thành phù hợp.

3.14. Quy hoạch hạ tầng dự trữ, cung ứng xăng dầu, khí đốt quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050

Quy hoạch hạ tầng dự trữ, cung ứng xăng dầu, khí đốt quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 được phê duyệt tại Quyết định số 861/QĐ-TTg ngày 18/7/2023. Quy hoạch hạ tầng dự trữ, cung ứng xăng dầu, khí đốt bao gồm hệ thống kho dự trữ dầu thô, xăng dầu, kho dự trữ chứa khí thiên nhiên hóa lỏng (LNG), khí dầu mỏ hóa lỏng (LPG) phục vụ dự trữ sản xuất, dự trữ thương mại và dự trữ quốc gia trên phạm vi cả nước; hệ thống các đường ống dẫn xăng dầu, khí đốt từ nguồn cung đến nơi tiêu thụ (không bao gồm hệ thống hạ tầng dự trữ, cung ứng xăng dầu, khí đốt cấp phát nội bộ của các lực lượng vũ trang). Kho nguyên liệu và sản phẩm của nhà máy lọc hóa dầu, nhà máy xử lý khí, kho chứa nhiên liệu của nhà máy điện; đường ống dẫn khí từ mỏ khí ngoài biển vào đất liền, đường ống cung cấp khí từ cảng cho các kho nhà máy lọc hóa dầu, nhà máy xử lý khí, nhà máy điện thống nhất với Quy hoạch năng lượng quốc gia và Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia.

3.15. Quy hoạch tổng thể về năng lượng quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050

Quy hoạch tổng thể về năng lượng quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 (gọi tắt là Quy hoạch năng lượng quốc gia) được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 893/QĐ-TTg ngày 26/7/2023. Quy hoạch năng lượng quốc gia bao gồm các phân ngành: dầu khí, than, điện, năng lượng mới và tái tạo với các nhiệm vụ từ điều tra cơ bản, tìm kiếm thăm dò, khai thác, sản xuất, tồn trữ, phân phối đến sử dụng và các hoạt động khác có liên quan.

Nhấn mạnh đến vai trò của năng lượng hydrogen trong dài hạn, Quy hoạch năng lượng quốc gia đã đưa ra mục tiêu phát triển năng lượng hydrogen rong các mục tiêu chính: Phát triển sản xuất năng lượng mới phục vụ nhu cầu trong nước và xuất khẩu. Phấn đấu đến năm 2030, quy mô công suất sản xuất hydrogen xanh

khoảng 100 - 200 nghìn tấn/năm. Định hướng đến năm 2050 quy mô công suất sản xuất hydrogen xanh khoảng 10-20 triệu tấn/năm.

Quy hoạch năng lượng quốc gia đưa ra định hướng tiếp tục đẩy mạnh phát triển các nguồn năng lượng tái tạo (thủy điện, điện gió trên bờ và ngoài khơi, mặt trời, sinh khối,...), năng lượng mới, năng lượng sạch (hydrogen, amoniac xanh,...) phù hợp với khả năng bảo đảm an toàn hệ thống với giá thành điện năng hợp lý, đặc biệt là các nguồn điện tự sản xuất, tự tiêu thụ, điện mặt trời mái nhà.

Đối với năng lượng hydrogen, Quy hoạch năng lượng quốc gia đề xuất phát triển của các dạng năng lượng tái tạo bao gồm nhiên liệu sinh học, hydrogen, amoniac và các nhiên liệu tổng hợp có nguồn gốc từ hydrogen sử dụng trong sản xuất điện, giao thông vận tải (đường bộ, đường sắt, đường thủy, đường hàng không), công nghiệp (thép, hóa chất, lọc dầu, công nghiệp khác...), tòa nhà dân dụng và thương mại nhằm góp phần đẩy mạnh chuyển dịch năng lượng và từng bước phi các-bon hóa nền kinh tế. Xây dựng lộ trình công nghệ cho sản xuất và sử dụng nhiên liệu hydrogen và các nhiên liệu có nguồn gốc từ hydrogen.

II. Hiện trạng sản xuất và sử dụng hydrogen tại Việt Nam

1. Phân loại và các ứng dụng hydrogen

1.1. Phân loại hydrogen

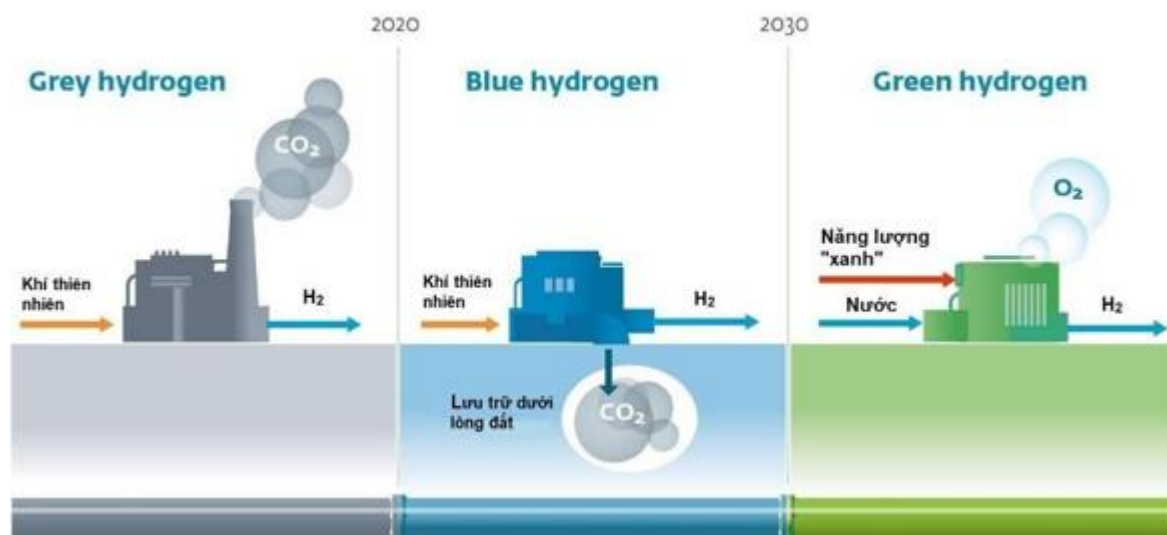
Hydrogen là nguyên tố xếp đầu tiên trong bảng tuần hoàn nguyên tố hóa học. Hydrogen nhẹ và là nguyên tố phổ biến nhất trong vũ trụ. Hydrogen được xem là nguyên tố then chốt trong việc chuyển đổi năng lượng trên thế giới. Hydrogen có thể sử dụng trực tiếp ở dạng tinh khiết hoặc là cơ sở để tổng hợp nhiên liệu hydrogen ở các dạng lỏng, khí cũng như cho các chất mang năng lượng khác như ammonia (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.

- 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, 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 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 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 hydro được sản xuất bằng công nghệ điện phân nước sử dụng nguồn điện từ Năng lượng tái tạo, không phát thải khí CO_2 .



Hình I. 2. Sự khác nhau giữa hydro xám – hydro lam – Hydro xanh và xu hướng sản xuất hydrogen trong tương lai³

1.2. Ứng dụng của Hydrogen xanh

- 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, ...).

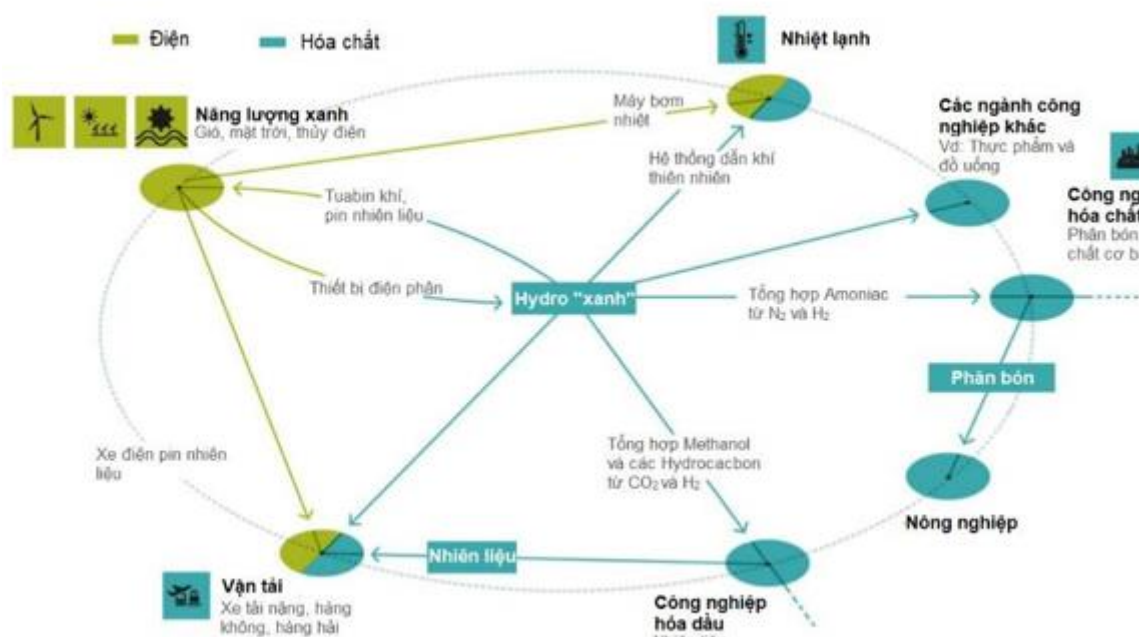
+ Sử dụng trực tiếp làm chất khử, thay thế các nguyên liệu nạp hydrogen hiện có: lọc/ hóa dầu, thép, thủy tinh, luyện kim, xi măng...

+ 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.

³ <https://www.theworldofhydrogen.com/gasunie/what-is-hydrogen/>



Hình 1. 3. Vai trò của Hydrogen xanh trong liên kết ngành hướng tới nền kinh tế trung hòa các-bon⁴

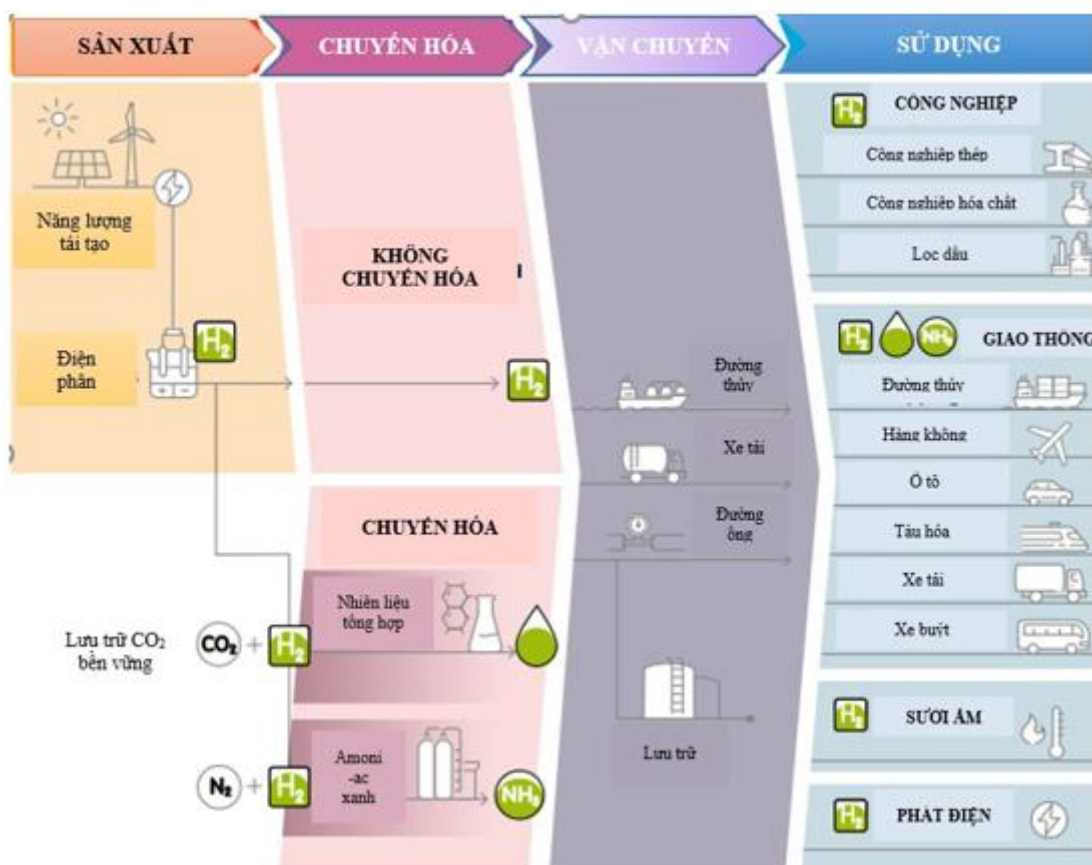
1.3. Chuỗi cung ứng Hydrogen xanh

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 trữ Hydro 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 Hydroge 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.

⁴ <https://www.siemens-energy.com/global/en/news/magazine/2019/the-path-to-a-co2-free-future.html>



Hình I.4. Chuỗi sản xuất, chuyển đổi và sử dụng Hydrogen xanh theo hệ thống năng lượng

2. 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 nâu⁵ 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/năm⁶. Tổng nhu cầu hydrogen dự kiến sẽ tăng lên khoảng 4.000 KTA vào năm 2050.

⁵ 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.

⁶ <https://congthuong.vn/toa-dam-trien-vong-hydrogen-xanh-trong-nen-kinh-te-carbon-thap-cua-viet-nam-223744.html>

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 NLTT 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 ammonia xanh để xuất khẩu. Một số dự án sản xuất hydrogen xanh đã được đề xuất khác 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 - Tập đoàn năng lượng Enterprize Energy và các nhà đầu tư từ Châu Âu⁷. Tính tới thời điểm tháng 8/2022, UBND tỉnh Bình Thuận đã có văn bản gửi Thủ tướng Chính phủ và Bộ Công Thương, Bộ Tài nguyên và Môi trường đề nghị xem xét đưa Dự án vào Quy hoạch điện VIII, Quy hoạch năng lượng quốc gia và Quy hoạch không gian biển quốc gia. Dự án Thăng Long Wind 2. Dự án đã được Thủ tướng đồng ý chủ trương khảo sát, đo đạc, thu thập dữ liệu.

- Dự án Nhà máy sản xuất khí hydrogen xanh Trà Vinh tại xã Đông Hải, huyện Duyên Hải, tỉnh Trà Vinh theo công nghệ điện phân kiềm, phục vụ nhu cầu nội địa và xuất khẩu tới Nhật Bản, Hàn Quốc, Singapore và Châu Âu với các sản phẩm đầu ra gồm: hydrogen (24.000 tấn H₂/năm) cho các nhà máy điện, tuabin khí, pin nhiên liệu; Ammonia (150.000 – 180.000 tấn/năm) là nhiên liệu tàu thủy, nhà máy sản xuất phân đạm, khí Oxy (195.000 tấn/năm) dùng trong y tế do Tập đoàn The Green Solutions Group⁸ đề xuất. Hiện dự án đã được cấp chủ trương đầu tư⁹. Nhà máy sản xuất Hydrogen xanh Trà Vinh Dự án Nhà máy sản xuất Hydrogen xanh Trà Vinh sản xuất hydrogen từ điện phân nước biển, điện năng lượng được tạo ra hydrogen xanh thông qua quá trình điện phân nước, công nghệ của dự án là điện được sử dụng để tách nước thành hydrogen và oxy; hydrogen tạo ra có thể được lưu trữ dưới dạng khí lỏng, thích hợp để sử dụng trong nhiều lĩnh vực và dễ dàng vận chuyển. Dự án Nhà máy sản xuất Hydrogen xanh Trà Vinh đã được khởi công xây dựng vào tháng 3/2023.

- Dự án Nhà máy sản xuất hydrogen xanh Bến Tre – Công ty TNHH TGS Green Hydro (Thành viên Tập đoàn The Green Solutions) làm chủ đầu tư với tổng

⁷<https://dangcongsan.vn/kinh-te/du-an-san-xuat-hydro-tu-dien-phan-nuoc-bien-dau-tien-cua-viet-nam-595301.html>

⁸<https://www.nangluongsachvietnam.vn/d6/vi-VN/news/Tiem-nang-phat-trien-hydro-sach-tai-Viet-Nam-6-8-14561>

⁹<https://skhdt.travinh.gov.vn/1440/38641/72801/667475/thong-tin-xttdt-htdn/danh-sach-cac-du-an-dang-chuan-bi-dau-tu-cac-du-an-dang-trien-khai-cac-du-an-da-hoan-tat>

vốn đầu tư 19.500 tỷ đồng, dự kiến được xây dựng tại xã Bảo Thuận, huyện Ba Tri. Dự kiến khởi công quý IV/2022 và bắt đầu chạy thử vào quý I/2024. Giai đoạn 1, Nhà máy sản xuất 24.000 tấn hydrogen/năm; 150.000 tấn ammonia/năm; 195.000 tấn khí oxy/năm. Giai đoạn 2, Nhà máy sản xuất 60.000 tấn hydrogen/năm; 375.000 tấn ammonia/năm; 490.000 tấn oxy/năm¹⁰. Tính đến tháng 5/2022, dự án đang ở giai đoạn xử lý mặt bằng để làm lễ khởi công¹¹.

- Ngày 12/09/2022, Công ty cổ phần Tư vấn xây dựng điện 2 và các đối tác đề xuất tỉnh Quảng Trị cho phép được khảo sát nghiên cứu địa điểm đầu tư Dự án Trung tâm hydrogen xanh tại huyện Hải Lăng, tỉnh Quảng Trị bao gồm các nhà máy ĐMT, điện gió; nhà máy sản xuất H₂/NH₃ dự kiến tại Khu kinh tế Đông Nam với diện tích khoảng 40 ha gồm 3 giai đoạn¹².

- Một số tập đoàn khác cũng đang bắt đầu có những trao đổi bước đầu trong nghiên cứu, đầu tư dự án Hydrogen như TTVN Group¹³, tập đoàn SK¹⁴.

Bên cạnh đó, vào ngày 29/3/2022, Black & Veatch¹⁵ và The Green Solutions (TGS) đã ký biên bản ghi nhớ (MoU) để thúc đẩy sản xuất và cung ứng hydrogen xanh và ammonia xanh tại Việt Nam¹⁶. Theo đó, TGS đã chỉ định Black&Veatch nghiên cứu sản xuất và lưu trữ hydrogen xanh tại Việt Nam, sử dụng năng lượng mặt trời hoặc năng lượng gió được cung cấp qua lưới điện. Nghiên cứu cũng bao gồm việc phát triển một nhà máy sản xuất amoniac xanh cũng như đánh giá cấu hình và công nghệ của nhà máy, rủi ro công nghệ và giảm thiểu thử nghiệm, thiết kế mang tính mô hình, ước tính chi phí đầu tư và tính toán chi phí bình quân. Augustus Global Investments sẽ cung cấp vốn phát triển ban đầu cho dự án.

Với Tập đoàn dầu khí Việt Nam (PVN), ngày 18/11/2021, PVN và Ngân hàng Phát triển Châu Á (ADB) cũng đã ký Biên bản ghi nhớ (MOU) về việc xây dựng quan hệ đối tác chiến lược trong giai đoạn 2021 – 2024 nhằm thúc đẩy phát triển năng lượng sạch, bền vững tại Việt Nam, cũng như hỗ trợ PVN đạt được các mục tiêu chuyển đổi năng lượng xanh. Cụ thể, hai bên sẽ hợp tác trong các lĩnh vực như: Chiến lược, lộ trình chuyển đổi năng lượng xanh; thu giữ, sử dụng, lưu trữ các-bon; phát triển công nghiệp khí hydrogen và điện gió ngoài khơi.

¹⁰ <https://moit.gov.vn/phat-trien-ben-vung/sap-khoi-cong-nha-may-san-xuat-hydro-xanh-tai-ben-tre.html>

¹¹ <https://baodongkhoi.vn/khao-sat-vi-tri-du-kien-xay-dung-nha-may-san-xuat-hydro-24052022-a100816.html>

¹² <https://www.quangtri.gov.vn/chi-tiet-tin/-/view-article/1/13848241113627/1662962699746>

¹³ Công ty Cổ phần Tập đoàn Trường Thành Việt Nam

¹⁴ <https://baocantho.com.vn/tap-doan-sk-muon-hop-tac-dau-tu-phat-trien-chuoi-cung-ung-hydrogen-tai-can-tho-a149141.html>

¹⁵ Black & Veatch là công ty hàng đầu thế giới về phát triển hydro energy

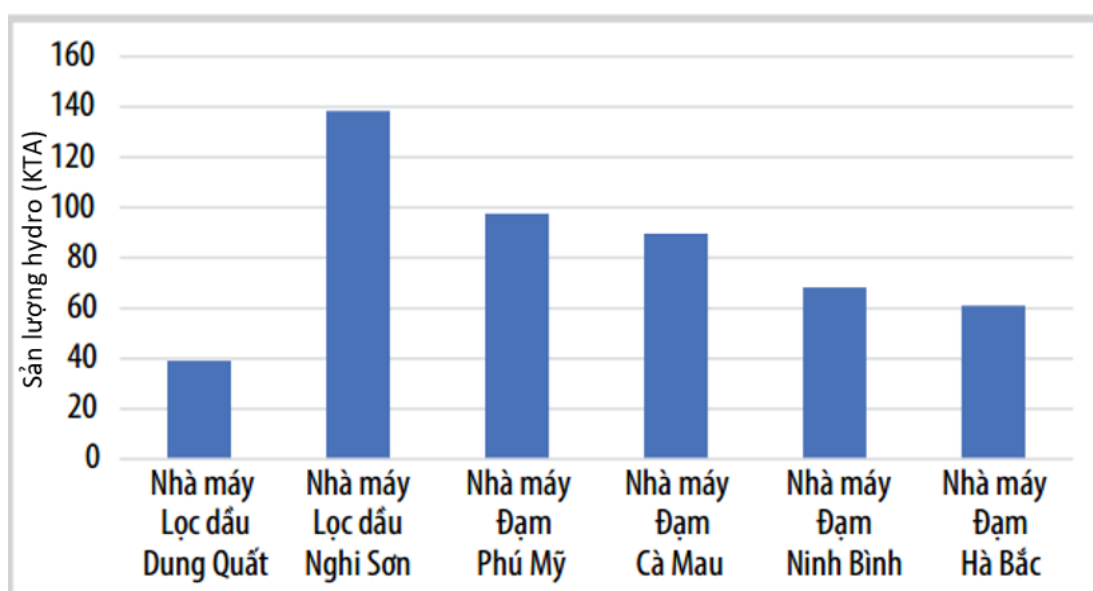
¹⁶ <https://vnanet.vn/vi/chuyen-de/business-wire-20/khac-0/black--veatch-va-green-solutions-ky-mou-thuc-day-san-xuat-nang-luong-xanh-tai-viet-nam-6036355.html>

Về hạ tầng vận chuyển, Việt Nam hiện có một số công ty sản xuất và cung cấp hydrogen ở quy mô nhỏ bằng xe bồn dạng ống (tube): Gas Việt Nhật, công suất 1.000 Nm³/h; Công ty Tam Long, 500 Nm³/h; Linder Gas, 1.000 Nm³/h...

Hiện tại, hydrogen xanh và dẫn xuất của nó là một giải pháp hướng tới giảm phát thải KNK mặc dù chưa được sản xuất và sử dụng ở Việt Nam. Hầu như các lĩnh vực kinh tế như sản xuất công, giao thông có tiềm năng chuyển đổi sang sử dụng loại năng lượng không phát thải này. Tuy nhiên, trên thực tế hydrogen xanh chưa bắt đầu được sản xuất, sử dụng và phát triển.

3. Tình hình 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/năm¹⁷. 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.



Hình I. 5: Sản lượng hydrogen sử dụng tại một số đơn vị nhà máy lọc dầu và sản xuất phân đạm (KTA)¹⁸

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 Nam¹⁹.

¹⁷ <https://congthuong.vn/toa-dam-trien-vong-hydrogen-xanh-trong-nen-kinh-te-carbon-thap-cua-viet-nam-223744.html>

¹⁸ 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

¹⁹ 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

Dưới tác động của xu hướng chuyển dịch năng lượng, bên cạnh các lĩnh vực hiện đang sử dụng hydrogen, thì các ngành công nghiệp có mức tiêu hao năng lượng và phát thải cao cũng được xem là những lĩnh vực tiềm năng để phát triển các ứng dụng hydrogen xanh thay thế cho việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch hiện tại. Những ngành công nghiệp tiềm năng này gồm sản xuất điện, thép, xi măng, và giao thông vận tải. Đây có thể được xem là những thị trường tiềm năng để phát triển hydrogen sạch trong tương lai tại Việt Nam.

Bên cạnh đó, Việt Nam trước yêu cầu của công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước, nhu cầu sử dụng năng lượng không ngừng gia tăng trong khi nguồn nhiên liệu hóa thạch ngày càng cạn kiệt. Việt Nam cần có lộ trình cụ thể trong xây dựng mô hình năng lượng sạch trong tương lai để đạt được mục tiêu “kép” đảm bảo an ninh năng lượng và phát triển bền vững. hydrogen xanh với vai trò trong việc tích hợp các nguồn NLTT, tích trữ, phân phối năng lượng quy mô lớn cũng như giảm phát thải KNK trong các lĩnh vực khó khử các-bon như giao thông vận tải đường dài, sản xuất công nghiệp nặng,... có thể sẽ là một trong những giải pháp hữu hiệu trong việc bảo đảm mục tiêu “kép” an ninh năng lượng và phát triển bền vững²⁰.



Hình I. 6. Vai trò của Hydrogen xanh trong tích hợp các nguồn NLTT và giảm phát thải khí nhà kính trong các lĩnh vực khó khử các-bon²¹

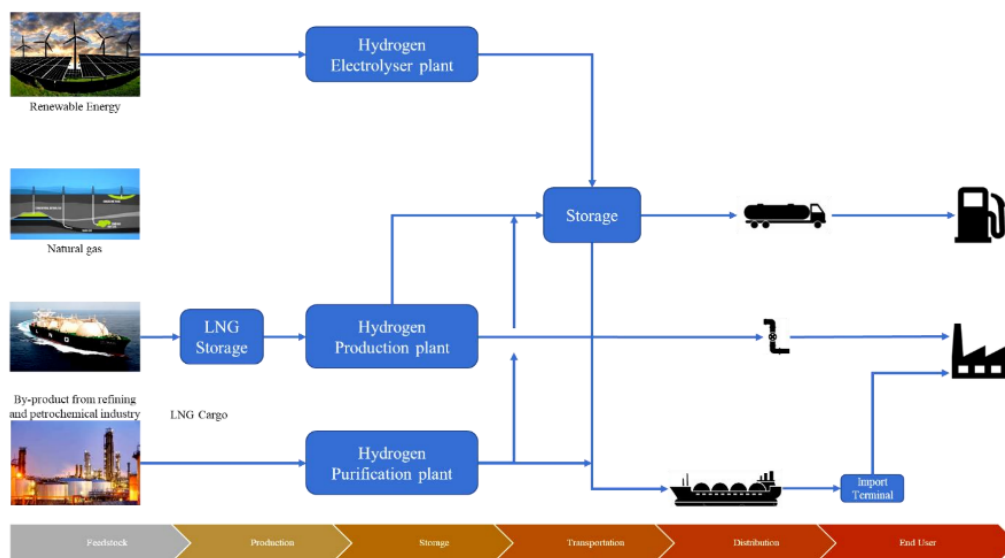
Với các nền kinh tế tiên tiến như Hàn Quốc, Nhật Bản, Mỹ và Liên minh Châu Âu, hydrogen xanh đã được coi là hàng hóa và là yếu tố chính, trọng tâm trong các chiến lược khử các-bon trên thế giới, đặc biệt trong các lĩnh vực khó giảm thiểu.

Với nhu cầu năng lượng cho phát triển kinh tế và nguồn cung năng lượng giới hạn của Việt Nam, dự báo rằng nhu cầu H₂ sẽ tăng mạnh và trở thành động lực chính cho nền kinh tế các-bon thấp ở Việt Nam trong thời gian tới. Theo đó,

²⁰ <https://nangluongvietnam.vn/nang-luong-hydro-co-hoi-cho-muc-tieu-phat-trien-ben-vung-pvn-trong-tuong-lai-27460.html>

²¹ <https://nangluongvietnam.vn/nang-luong-hydro-co-hoi-cho-muc-tieu-phat-trien-ben-vung-pvn-trong-tuong-lai-27460.html>

thị trường hydrogen hiện tại đã và đang bắt đầu hình thành ở Việt Nam, dù nhỏ và chủ yếu sản xuất hydrogen cho mục đích tiêu thụ nội bộ, nhưng đang hứa hẹn sẽ dần chuyển sang mục tiêu sử dụng làm nguyên, nhiên liệu thay thế để khử carbon, xem hydrogen xanh là hàng hóa và chuỗi giá trị của hydrogen xanh có thể được phân loại như nguyên liệu, sản xuất, lưu trữ, vận chuyển, phân phối thị trường²².



Hình 1. 7. Chuỗi giá trị hydrogen

Chuỗi giá trị hydrogen xanh sẽ khác nhau tùy thuộc vào mục tiêu, chiến lược của từng quốc gia và cách phân loại hydrogen xanh là hàng hóa hay dự trữ năng lượng theo nhu cầu thị trường và khả năng ứng dụng ở quốc gia đó.

Chuỗi giá trị hydrogen hoàn chỉnh sẽ bao gồm đầy đủ các quá trình: (1) Nguyên liệu thô có thể được phân loại theo nguyên liệu đầu vào như than, khí tự nhiên, LNG hoặc theo sản phẩm từ các cơ sở sản xuất lọc hóa dầu; (2) Nguồn năng lượng cung cấp cho quá trình sản xuất như điện từ NLTT, điện lưới, nhiệt cho quá trình cracking; (3) Công nghệ sản xuất như điện phân nước, reforming khí tự nhiên, khí hóa sinh khối, than; (4) Hydrogen từ nơi sản xuất sẽ được lưu trữ dưới dạng khí nén hoặc hóa lỏng hoặc chất mang hydro hữu cơ lỏng (LOHC), được xử lý theo yêu cầu trước khi vận chuyển đến trạm phân phối hoặc đến hộ tiêu thụ dùng cuối. Tuy nhiên, hiện tại chuỗi giá trị hydrogen của Việt Nam chưa hoàn chỉnh, mới chỉ dừng lại ở quá trình (1) - (3), hydrogen xám được sản xuất tại các cơ sở lọc hóa dầu để phục vụ cho hoạt động sản xuất của các cơ sở này. Một phần nhỏ hydrogen được sử dụng cho các ngành công nghiệp khác được mua theo các hợp đồng cung cấp riêng của các cơ sở sản xuất. Thị trường sản xuất, cung ứng và tiêu thụ hydrogen xanh chưa được hình thành tại Việt Nam và thị trường này đang cần được hình thành và phát triển đầy đủ một cách mạnh mẽ trong thời gian tới.

²² Pre-Feasibility Study for Hydrogen Production in Vietnam – Volume 1 HYDROGEN MARKET FORECAST IN VIETNAM, consultancy companies: VPI and PECC4; INVESTOR: SK E&S CO., LTD

3. Hiện trạng công nghệ sản xuất hydrogen

Như đã nêu trên, hydrogen được sản xuất ở Việt Nam chủ yếu là từ quá trình lọc hóa dầu, sản xuất phân đạm với nguyên liệu đầu vào là hydrocarbon như khí thiên nhiên, LPG, naphtha hoặc thông qua các phân xưởng công nghệ trong nhà máy lọc dầu như CCR (reforming xúc tác), PDH (dehydro hóa propan) thông qua con đường reforming với hơi nước truyền thống và từ nguồn nguyên liệu than, sinh khối được áp dụng công nghệ khí hóa²³.

Trong tương lai khi nhu cầu về hydrogen gia tăng, đặc biệt là nhu cầu hydrogen xanh, để đảm bảo công suất sản xuất, cần bổ sung nguồn cung cấp hydrogen xanh. Để có hydrogen xanh, các nguồn sản xuất hydrogen truyền thống cần phải bổ sung thiết bị xử lý cuối đường ống là các thiết bị thu và lưu giữ CO₂ (CCS) cho các quá trình reforming các loại nguyên liệu hóa thạch sử dụng (như khí thiên nhiên, LPG, naphtha) và khí hóa than, sinh khối. Ngoài ra, công nghệ điện phân nước sử dụng NLTT cũng cần được xem xét phát triển ở thời điểm thuận lợi với giá thành cạnh tranh. Các công nghệ sản xuất hydrogen xanh khác như quang điện phân, sinh học, ... cần được tiếp tục nghiên cứu ứng dụng khi các công nghệ này đạt được độ thuần thực và được công nhận thương mại. Trước khi cung cấp đến hộ sử dụng cuối, dòng hydrogen này phải được xử lý để đảm bảo được độ tinh khiết yêu cầu cho các mục đích sử dụng. Cùng với đó là yêu cầu phát triển đối với ngành khoa học vật liệu để đảm bảo vật liệu sử dụng cho các ứng dụng trực tiếp hydrogen xanh hoặc dẫn xuất của nó chịu được ăn mòn, nhiệt, áp suất và hạn chế cháy nổ.

Bảng I. 12. Quá trình sản xuất hydrogen tại nhà máy lọc hóa dầu ở Việt Nam

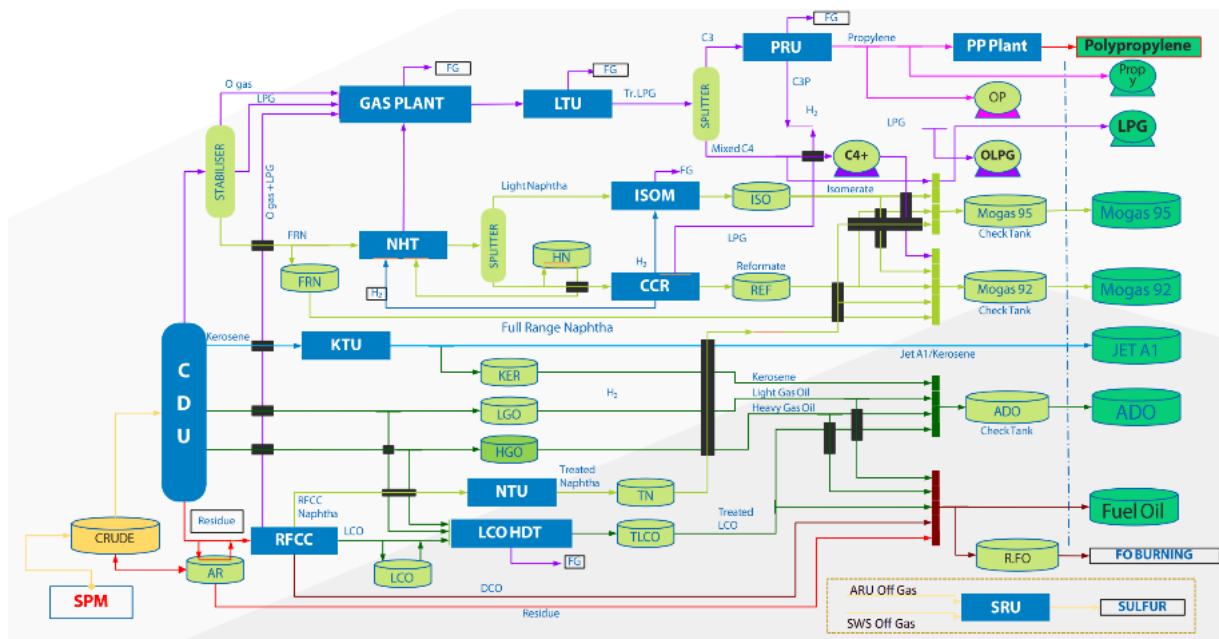
Nhà máy	Quá trình công nghệ
Nhà máy Lọc dầu Dung Quất (hiện tại)	CCR
Nhà máy Lọc dầu Dung Quất (nâng cấp mở rộng)	CCR
	H ₂ bổ sung
Liên hợp Lọc hóa dầu Nghi Sơn	CCR
	H ₂ bổ sung từ LPG
Nhà máy Đạm Phú Mỹ	Reforming (hiện tại)
	H ₂ bổ sung khi sử dụng nguyên liệu khí thiên nhiên chứa 30% CO ₂
	Thay thế hoàn toàn nguyên liệu khí thiên nhiên
Nhà máy Đạm Cà Mau	Reforming (hiện tại)
	H ₂ bổ sung khi sử dụng nguyên liệu khí thiên nhiên chứa 30% CO ₂

²³ <https://www.vietnamplus.vn/buoc-tien-trong-ung-dung-cong-nghe-shell-khi-hoa-than/240143.vnp>

Thay thế hoàn toàn nguyên liệu khí thiên nhiên

Nguồn: VPI, 2020

Nguyên liệu và công nghệ sản xuất hydrogen ở các nhà máy lọc dầu của PVN được mô tả như hình dưới đây:



Nguồn: Công ty cổ phần Lọc hóa dầu Bình Sơn (BSR)

Hình I. 8. Nguyên liệu và công nghệ sản xuất Hydrogen ở các nhà máy lọc dầu của PVN

Ở nhà máy lọc dầu Dung Quất hiện tại, hydrogen chủ yếu được sản xuất từ phân xưởng reforming xúc tác (CCR) cùng với các sản phẩm khác là khí hóa lỏng LPG và xăng Reformate qua quá trình chuyển hóa Naphtha thành xăng Reformate Ron 102 - 104. Lượng hydrogen sản xuất hiện khoảng từ 35.43 – 43.30 nghìn tấn/năm (KTA) với độ tinh khiết 92 – 93% đáp ứng toàn bộ nhu cầu hydrogen trong nhà máy. Lượng dư khoảng 60% hiện đang dùng làm khí nhiên liệu, và là nguồn dự phòng để nâng cấp cấu hình công nghệ của Nhà máy trong thời gian tới. Trong tương lai, khi Nhà máy Lọc dầu Dung Quất được nâng cấp mở rộng, nhu cầu sử dụng hydrogen sẽ tăng cao, khi đó cần có nguồn hydrogen bổ sung từ phân xưởng sản xuất hydrogen HGU (steam reforming) và có thể bổ sung cụm công nghệ hấp phụ chuyển đổi áp suất (PSA) để làm tinh khiết hydrogen đến 99,9% mol, để sẵn sàng cung cấp ra thị trường khi có nhu cầu²⁴.

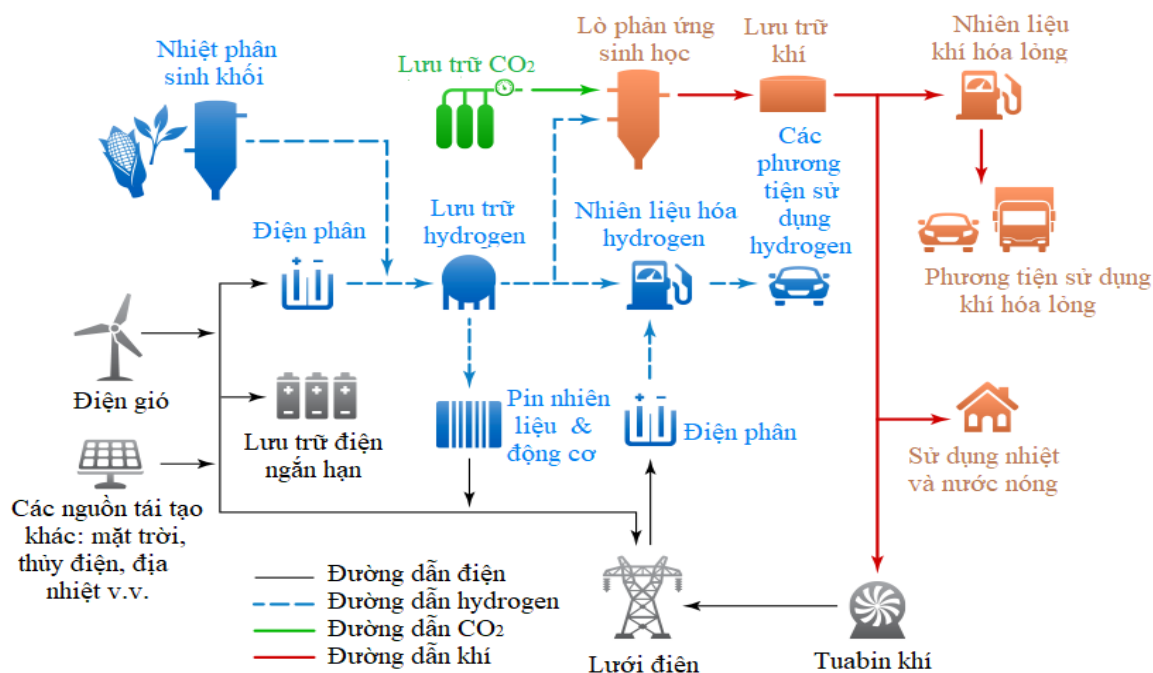
Liên hiệp Lọc hóa dầu Nghi Sơn, hydrogen cũng chủ yếu được sản xuất từ phân xưởng CCR và hydrogen bổ sung từ phân xưởng sản xuất hydrogen từ LPG, và một tỷ lệ hydrogen nhỏ được thu hồi từ offgas.

²⁴ Công ty Cổ phần Lọc hóa dầu Bình Sơn. Tài liệu giới thiệu Nhà máy lọc dầu Dung Quất. 07/2022.

Ở các nhà máy đạm, hydrogen được sản xuất chủ yếu từ nguồn nguyên liệu khí thiên nhiên thông qua quá trình tái hóa hơi (steam reforming) để tạo khí tổng hợp syngas (H_2 và CO). Hydrogen là nguyên liệu cơ bản để tổng hợp amoniac, sau đó được chuyển hóa để tạo ra sản phẩm urea. Nhà máy Đạm Phú Mỹ và Đạm Cà Mau hàng năm cung cấp ra thị trường 1,6 triệu tấn urea²⁵.

Ngoài ra, ở Việt Nam hiện có một số nhà sản xuất hydrogen như Vietnam Air Liquide, Vietnam Linde Gas hay Messer sản xuất hydrogen bằng phương pháp điện phân, cung cấp cho nhu cầu hydrogen của một số lĩnh vực cụ thể trong ngành hàng không.

Trong thời gian tới, để đáp ứng mục tiêu giảm phát thải, các nguồn nguyên/nhiên liệu hóa thạch sẽ được thay thế dần bởi các nguồn năng lượng “sạch”. Theo đó, quá trình điện phân nước sử dụng các nguồn NLTT được xem như là phương pháp sản xuất hydrogen “sạch” và thân thiện nhất với môi trường, được dự báo là phương pháp chủ đạo trong sản xuất hydrogen cho các ngành công nghiệp và nhiên liệu trong tương lai. Đối với khu vực có sẵn nguồn sinh khối, hydrogen có thể được sản xuất thông qua quá trình khí hóa sinh khối với thiết bị CCS.



Hình 1. 9. Sơ đồ nguyên lý của chuỗi năng lượng sạch trong tương lai²⁶

4. Hiện trạng 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

²⁵ Nguyễn Hữu Lương, Nguyễn Thị Châu Giang, Huỳnh Minh Thuận (2020). Sản xuất Hydrogen từ các nguồn tái tạo và sử dụng trong các Nhà máy chế biến Dầu khí tại Việt Nam. Tạp chí Dầu khí. Số 11 – 2020, 37 – 55

²⁶ <https://nangluongvietnam.vn/hydro-nhien-lieu-sach-cho-tuong-lai-va-cuu-can-cho-hien-tai-tam-ket-26278.html>

4.1. Hiện trạng cơ sở hạ tầng tồn trữ, vận chuyển và phân phối sử dụng hydrogen tại Việt Nam

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.

Trong số các thị trường tiềm năng sử dụng hydrogen xanh tại Việt Nam, ngành dầu khí hiện có lợi thế hơn cả vì chuỗi giá trị dầu khí có nhiều điểm tương đồng với chuỗi giá trị hydrogen, từ đó có thể xem xét tận dụng kinh nghiệm và cơ sở hạ tầng sẵn có của ngành để phát triển thị trường hydrogen xanh. Tuy nhiên, cần thiết phải “nâng cấp, cải tạo để tái sử dụng” các đường ống dẫn khí đốt tự nhiên hiện có khả thi với tỷ lệ phối trộn thấp (tối đa khoảng 20%) nhằm đảm bảo tính an toàn để vận chuyển hỗn hợp khí tự nhiên và hydrogen²⁷ (rủi ro do lún đường ống, thẩm thấu, rò rỉ hydrogen...). Bên cạnh đó, vận chuyển hydrogen bằng đường ống thường phù hợp với khối lượng hydrogen vận chuyển lớn theo tuyến cố định, song phương pháp này đòi hỏi chi phí đầu tư đáng kể. Giới hạn về thể tích hydrogen phối trộn dựa trên luật/quy định của địa phương, tỷ lệ này thay đổi đáng kể giữa các nước Châu Âu: 0,5% ở Thụy Điển, 4% ở Áo và Thụy Sĩ, 6% ở Pháp đến 12% ở Hà Lan. Giới hạn trên của nồng độ hydrogen phụ thuộc vào vật liệu được chọn và các giới hạn quá áp suất được thực hiện thông qua các tiêu chuẩn thực hành tại địa phương²⁸. Căn cứ vào giới hạn trên đó, đường ống vận chuyển phải đảm bảo tăng độ an toàn trong quá trình phân phối hydrogen xanh. Theo đó, hydrogen xanh với tỷ lệ tinh khiết cao, cần đầu tư hệ thống đường ống và thiết bị vận chuyển chuyên dụng.

Như vậy, hiện việc tận dụng cơ sở hạ tầng của các cơ sở cung cấp khí ở những vị trí cụ thể hoặc đường ống cung cấp hydrogen nội bộ trong các nhà máy lọc hóa dầu mới có điều kiện áp dụng.

Với lĩnh vực giao thông vận tải, Việt Nam chưa có cơ sở hạ tầng cho phân phối hydrogen do hydrogen chưa được sử dụng trong giao thông vận tải. Trong

²⁷ <https://www.linkedin.com/pulse/re-using-lng-terminals-hydrogen-paul-martin/>

²⁸ I. Eames, M. Austin, A. Wojcik (2022). Injection of gaseous hydrogen into a natural gas pipeline. International journal of hydrogen energy. Page: 25745 – 25754.

tương lai, cơ sở hạ tầng phân phối hydrogen xanh cho nhu cầu ở lĩnh vực này cần được đầu tư từ đầu với mạng lưới các trạm nạp nhiên liệu hydrogen hoặc pin nhiên liệu đủ dày để thuận tiện cho nhu cầu sử dụng của người dân. Có thể nghiên cứu cứu lắp đặt các trạm nạp hydrogen xanh ngay tại các trạm xăng hiện hữu, nhưng cần xem xét yếu tố an toàn và khả năng vận chuyển hydrogen xanh tại khu vực đó.

Với các lĩnh vực công nghiệp như thép, xi măng, ... hydrogen hiện nay chủ yếu được phân phối từ các đơn vị tư nhân ở dạng khí và dạng lỏng trong chai khí 40L, 50L và pallet hay nạp vào chai của khách hàng tại trạm nạp trong nhà máy. Khí hydrogen lỏng được phân phối bằng LGC, ISO tank hay bơm trực tiếp tại nhà máy. Do vậy, nếu nhu cầu hydrogen xanh tăng, cơ sở hạ tầng vận chuyển và cung cấp đến các cơ sở công nghiệp này cũng cần thiết được tăng cường và phát triển hoàn thiện.

Với ngành điện, mặc dù tiềm năng NLTT của Việt Nam nói chung là lớn nhưng lại có sự phân bố không đồng đều, tập trung chủ yếu tại khu vực Duyên hải Nam Trung Bộ và Tây Nam Bộ. Do vị trí cách xa các trung tâm phụ tải và lưới điện truyền tải phát triển chưa đáp ứng kịp thời với sự phát triển của nguồn điện NLTT, gây áp lực lên hệ thống truyền tải quốc gia để giải tỏa nguồn NLTT đã, đang và chuẩn bị xây dựng trong tương lai. Theo đó, các cơ sở sản xuất hydrogen xanh nếu được quy hoạch nằm gần các nhà máy điện NLTT có thể tận dụng nguồn điện tái tạo để giảm áp lực cho các đường dây truyền tải và phân phối điện quốc gia và gần khu vực tập trung các nguồn tiêu thụ lớn tiềm năng sẽ tiết kiệm được chi phí vận chuyển, lưu chứa cũng như sẽ mang lại những lợi ích khác.

Như vậy, cơ sở hạ tầng cung cấp, phân phối, lưu giữ và tiêu thụ hydrogen xanh của Việt Nam gần như chưa hình thành. Do đó, để phát triển ngành công nghiệp này cần đầu tư phát triển hạ tầng phục vụ đi kèm đồng thời với phát triển thị trường. Quá trình này cần phải được nghiên cứu xem xét cẩn thận để có lộ trình đầu tư phù hợp.

Liên quan đến chi phí sản xuất hydrogen, chi phí sản xuất hydrogen tại Nhà máy Lọc dầu Dung Quất từ phân xưởng CCR gần 30.000 đồng/kg hydrogen. Chi phí sản xuất hydrogen bổ sung thông qua quá trình reforming khí thiên nhiên cao hơn 20% so với hydrogen đi từ phân xưởng CCR. Trong khi đó, với giá điện gió, mặt trời tại Việt Nam xấp xỉ 1.700 đồng/kWh. Giả thiết giá thành sản xuất hydrogen xanh từ quá trình điện phân chủ yếu từ chi phí điện tiêu thụ thì ước tính chi phí sản xuất hydrogen xanh tại Việt Nam khoảng 85.000 đồng/kg H₂, gấp 2,5 lần chi phí sản xuất hiện tại. Như vậy, để có thể đưa hydrogen xanh vào các nhà máy lọc hóa dầu của Việt Nam, việc giảm chi phí năng lượng đầu vào là một vấn đề tiên quyết cần phải được giải quyết, trừ khi H₂ xám sẽ phải chịu thuế carbon hoặc giá carbon được tạo ra trong Hệ thống Thương mại Phát thải. Theo đó, để hydrogen xanh có thể cạnh tranh với chi phí sản xuất của các nguồn hydrogen truyền thống, giá điện gió, mặt trời cần giảm xuống còn < 700 đồng/kWh (khoảng

3 cent/kWh)²⁹ trong trường hợp không có thuế hoặc giá các-bon. Chi phí trên chưa tính đến chi phí hạ tầng xử lý, lưu giữ, phân phối, vận chuyển.

4.2. Các phương án hạ tầng, lưu trữ, vận chuyển, phân phối hydrogen

Sự phát triển của hạ tầng lưu trữ, vận chuyển, phân phối hiện nay còn rất hạn chế, là một trong những thách thức cho nhiều quốc gia, trong đó có Việt Nam trong quá trình bắt đầu chuyển đổi năng lượng sang sử dụng hydrogen xanh. Theo cơ quan năng lượng Đức, vì sự chuyển đổi mở rộng trên tất cả các lĩnh vực, nên quy hoạch tích hợp cơ sở hạ tầng năng lượng là cần thiết cho cơ sở hạ tầng điện, khí đốt và hydrogen để mở đường hướng tới nền kinh tế các-bon thấp³⁰.

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 LOHC³¹:

- 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.

- Hydrogen lỏng được bảo quản trong bình lạnh dưới -253°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°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.

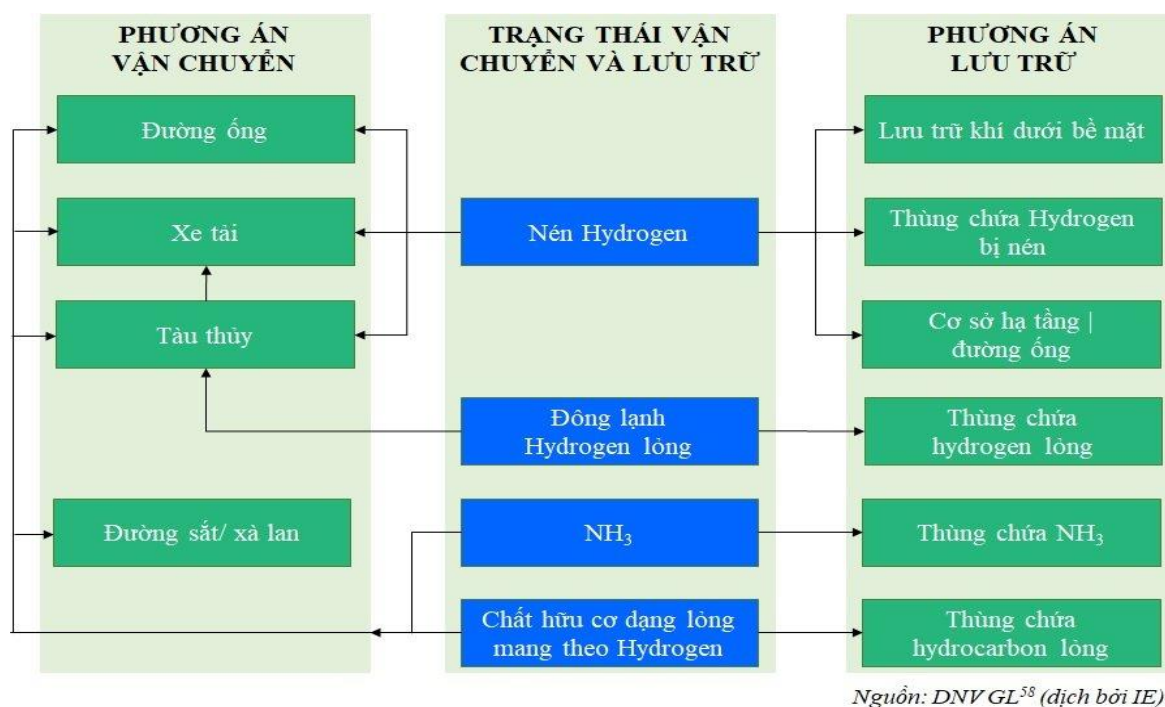
- LOHC, chất mang hydrogen hữu cơ lỏng, là công nghệ mới nhất để lưu trữ hydrogen bằng cách sử dụng hợp chất hữu cơ để hấp thụ hydrogen tại nơi sản xuất và giải phóng hydrogen tại nơi cung cấp cho hộ dùng cuối bằng cách khử cặn. Ví dụ, có thể sử dụng phương pháp hydrogen hóa toluene thành methyl cyclohexane,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

²⁹ Nguyễn Hữu Lương, Nguyễn Thị Châu Giang, Huỳnh Minh Thuận (2020). Sản xuất Hydrogen từ các nguồn tái tạo và sử dụng trong các Nhà máy chế biến Dầu khí tại Việt Nam. Tạp chí Dầu khí. Số 11 – 2020, 37 – 55.

³⁰ <https://kinhtexaydung.petrotimes.vn/duc-quy-hoach-co-so-ha-tang-khi-dot-dien-hydro-phai-duoc-ket-hop-640343.html>

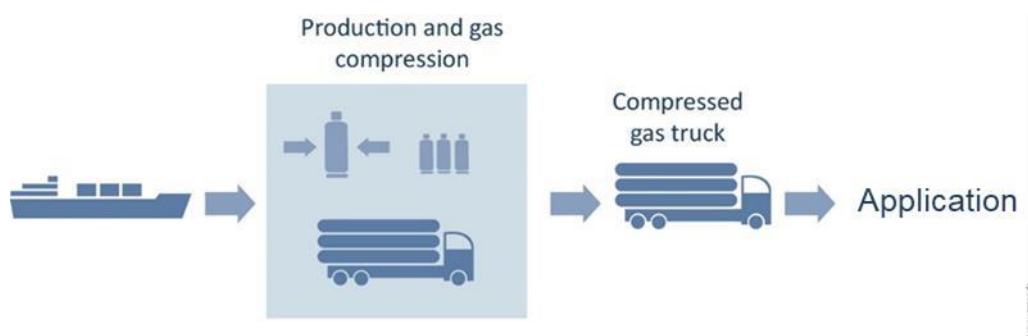
³¹ <https://petrotimes.vn/h2-nang-luong-tuong-lai-ky-7-572938.html>



Hình I. 10. Các phương pháp vận chuyển hydrogen³²

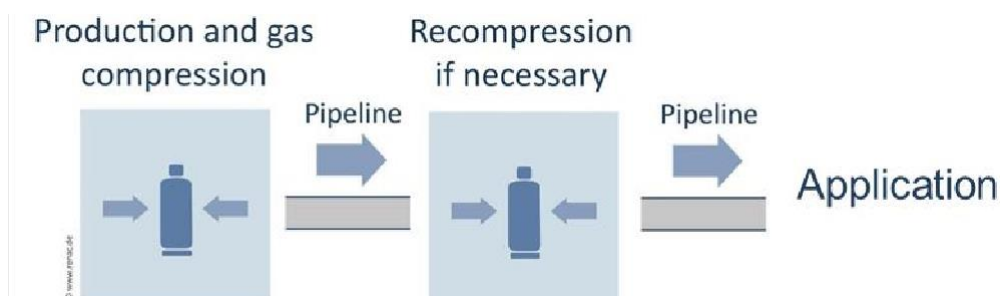
Hydrogen sau khi được sản xuất sẽ được sử dụng trực tiếp hoặc vận chuyển đến điểm sử dụng cuối cùng theo một trong những cách thức sau:

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



Hình I. 11. Mô hình vận chuyển hydrogen bằng đường bộ

(ii) Nén và vận chuyển hydrogen qua đường ống

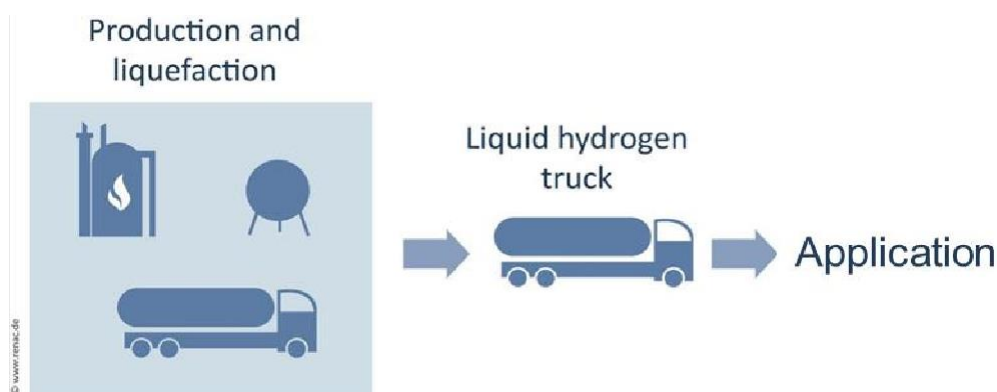


Hình I. 12. Mô hình vận chuyển hydrogen bằng đường ống

³² <https://petrotimes.vn/h2-nang-luong-tuong-lai-ky-7-572938.html>

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*

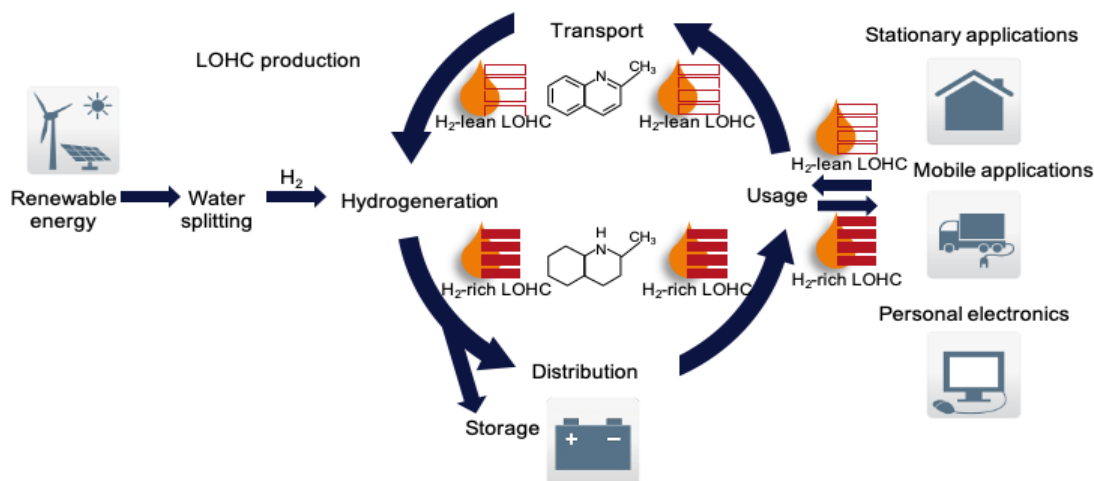


Hình I. 13. Mô hình hóa lỏng hydrogen

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 I. 14. 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 $1,9 \text{ MWh/m}^3$ 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.

4.3. Khả năng tận dụng hạ tầng đường ống khí hiện tại cho việc vận chuyển hydrogen

Các đường ống vận chuyển khí hiện tại đang hoạt động ở Việt Nam chủ yếu là đường ống cấp khí từ các mỏ khai thác khí tới điểm tiếp bờ và các đường ống dẫn khí trên bờ như: Hệ thống đường ống dẫn khí Nam Côn Sơn, Nam Côn Sơn 2, PM3 – Cà Mau, Bạch Hổ, Phú Mỹ - Thành phố Hồ Chí Minh, Dinh Cố - Bà Rịa – Phú Mỹ, Phú Mỹ - Mỹ Xuân – Gò Dầu,... và sắp tới là đường ống dẫn khí Lô B – Ô Môn cung cấp khí cho cụm năng lượng điện Ô Môn, được xem là tuyến đường ống dẫn khí lớn nhất Việt Nam tính tới thời điểm hiện tại. PVN hiện cũng đang có chương trình nghiên cứu đánh giá khả năng tích hợp hydrogen xanh vào chuỗi giá trị cung ứng của PVN và chương trình thử nghiệm phối trộn hydrogen xanh với khí thiên nhiên áp dụng cho các nhà máy điện khí của tập đoàn.

Đối với hệ thống vận chuyển khí hiện hữu, PVN/PV GAS hiện đang quản lý và vận hành các hệ thống vận chuyển khí chính như sau:

- (i) Hệ thống vận chuyển khí Cửu Long;
- (ii) Hệ thống vận chuyển khí Nam Côn Sơn;
- (iii) Hệ thống vận chuyển khí PM3 – Cà Mau;
- (iv) Hệ thống vận chuyển khí Hàm Rồng – Thái Bình;

(v) Hệ thống vận chuyển và phân phối khí thấp áp.



Hình I. 15. Hệ thống đường ống dẫn khí thiên nhiên tại Việt Nam

a. Hệ thống khí Cửu Long: công suất khoảng 2 tỷ m^3 khí/năm

Được đưa vào vận hành từ năm 1995 với mục đích thu gom, vận chuyển khí từ các mỏ thuộc khu vực bể Cửu Long về Nhà máy xử lý khí Dinh Cố để xử lý, tách các sản phẩm lỏng LPG và condensate với. Khí đồng hành được thu gom về giàn nén khí trung tâm Bạch Hổ bằng các đường ống dẫn khí sau:

- Đường ống dẫn khí Tê Giác Trắng – Bạch Hổ 12 inch dài 25,4 km.
- Đường ống dẫn khí Thiên Ưng – Bạch Hổ (NCS2 – GĐ1) 26 inch dài 150 km.
- Đường ống dẫn khí Sư Tử Vàng – Rạng Đông 16 inch dài 43,3 km.
- Đường ống dẫn khí Rạng Đông – Bạch Hổ 16 inch dài 46,5 km.

Từ giàn nén khí trung tâm, khí được vận chuyển qua đường ống ngầm dưới biển 16" dài 116,5 km để đưa vào xử lý tại Nhà máy xử lý khí Dinh Cố. Sau đó, khí tiếp tục được vận chuyển đến Trạm phân phối khí Bà Rịa, Trung tâm phân phối khí Phú Mỹ để cung cấp cho các nhà máy Điện, Đạm. Ngoài ra còn có 3 đường ống sản phẩm lỏng Dinh Cố – Thị Vải 6 inch dài 24 km có nhiệm vụ vận chuyển sản phẩm lỏng LPG, Condensate sau khi được xử lý tại Nhà máy xử lý khí Dinh Cố đến kho cảng Thị Vải để tồn trữ và xuất cho khách hàng.

Từ trung tâm phân phối khí Phú Mỹ, khí được phân phối tới khách hàng là các nhà máy điện, đạm tại Phú Mỹ, Nhơn Trạch, Hiệp Phước và các hộ tiêu thụ thuộc các khu công nghiệp dọc theo tuyến ống bằng các đường ống dẫn khí:

- Đường ống dẫn khí Phú Mỹ – Hồ Chí Minh 22 inch dài 39 km, cung cấp khí cho các nhà máy, hộ tiêu thụ khí tại Nhơn Trạch, Hiệp Phước.
- Hệ thống phân phối khí thấp áp tại Gò Dầu và Nhơn Trạch và Hiệp Phước.

b. Hệ thống khí Nam Côn Sơn (NCS):

Tổng công suất khoảng 14 tỷ m³/năm Được đưa vào vận hành tuyến NCS1 năm 2002 và NCS2 (NCS2_GĐ1&GĐ2) năm 2020. Khí thiên nhiên được khai thác từ các mỏ Lan Tây, Lan Đỏ, Rồng Đỏi, Chim Sáo, Hải Thạch/ Mộc Tinh, Thiên Ưng/ Đại Hùng, Sao Vàng/ Đại Nguyệt vận chuyển về Nhà máy xử lý khí NCS Dinh Cố và về Trung tâm phân phối khí Phú Mỹ bằng các đường ống:

- Đường ống dẫn khí dưới biển 26” dài 371 km (NCS1) và 26 inch dài 225 km (NCS2);
- Đường ống dẫn khí trên đất liền gồm:
 - + Đường ống Long Hải – Dinh Cố 26 inch, dài 9,2 km.
 - + Đường ống Dinh Cố - Phú Mỹ, 30 inch dài 28,7 km.
 - + Đường ống vận chuyển condensate từ Nhà máy xử lý khí NCS sang Nhà máy Xử lý khí Dinh Cố 6 inch dài 0,673 km và được đấu nối vào hệ thống vận chuyển sản phẩm lỏng Dinh Cố - Thị Vải thuộc hệ thống khí Cửu Long.

c. Hệ thống khí PM3 – Cà Mau

Công suất 2 tỷ m³/năm được đưa vào vận hành năm 2007. Khí thiên nhiên khai thác từ các Lô PM3-CAA và Lô 46 Cái Nước được vận chuyển về Nhà máy Xử lý khí Cà Mau (GPP) để xử lý, tách LPG và condensate sau đó khí được chuyển đến Trung tâm phân phối khí Cà Mau (GDC) để cung cấp cho các nhà máy điện, đạm; toàn bộ hệ thống có tổng chiều dài 325 km bao gồm:

- Đường ống biển từ giàn Bunga Raya – B về Trạm tiếp bờ (LFS) 18 inch dài 298 km.
- Đường ống bờ từ LFS về Nhà máy xử lý Khí Cà Mau 18 inch, dài 27 km. Từ GPP Cà Mau có các đoạn ống vận chuyển các sản phẩm khí như sau:
 - + GPP Cà Mau đến GDC 16 inch dài 0,345 km.
 - + GDC sang các nhà máy Điện, Đạm Cà Mau 8 – 12 inch từ với chiều dài khoảng 2 km mỗi đường ống.
 - + Đường ống xuất Condensate từ GPP ra cầu cảng xuất nhập sản phẩm lỏng (Jetty) 6”, dài 2 km.
 - + Đường ống xuất LPG từ GPP ra Jetty 8 inch, dài 2 km.

d. Hệ thống khí Hàm Rồng – Thái Bình: Công suất 500 triệu m³/năm

Được đưa vào vận hành từ năm 2015, sản lượng ước tính trên 500.000 m³/ngày Khí thiên nhiên được vận chuyển từ giàn khai thác khí Thái Bình đi vào điểm tiếp bờ tại biển Cồn Vành (12 inch dài 13,7 km), sau đó đến Trạm tiếp bờ tại xã Đông Minh (dài 5,28 km) và đến Trung tâm phân phối khí Tiền Hải nằm trong khu công nghiệp Tiền Hải (dài 5,7 km). Từ trạm phân phối, khí được vận chuyển bằng các đường ống dẫn khí thấp áp đến các hộ tiêu thụ trong KCN Tiền Hải và nén thành CNG để cung cấp cho các khách hàng khác nằm xa đường ống. Condensate sau khi xử lý sẽ được xuất ra xe từ bồn TK - 401.

đ. Hệ thống phân phối Khí Thấp Áp/CNG

- Cơ sở hạ tầng cung cấp khí thấp áp/CNG tại khu vực Đông Nam Bộ bao gồm các hệ thống phân phối chính sau đây:



Hình I. 16. Hệ thống phân phối khí thấp áp khu vực Đông Nam Bộ

+ Hệ thống đường ống thấp áp Phú Mỹ - Mỹ Xuân - Gò Dầu: được đưa vào vận hành vào đầu năm 2003 và mở rộng GĐ3 vào năm 2017 với chiều dài 7 km, đường kính 14 inch có công suất tối đa khoảng 3 triệu Sm³/ngày (tương đương 1,1 tỷ m³ khí/năm).

+ Hệ thống phân phối khí thấp áp Nhơn Trạch: được PV GAS đưa vào vận hành từ năm 2012 với công suất thiết kế 2 triệu m³ khí/ngày (khoảng 730 triệu Sm³ khí/ năm) cung cấp khí cho các khách hàng tại 09 KCN tập trung với 20 khách hàng tại Nhơn Trạch.

+ Hệ thống phân phối khí thấp áp Hiệp Phước – Long Hậu: với giai đoạn 1 bắt đầu đi vào vận hành từ tháng 02/2012 bắt nguồn từ đầu chờ tại trạm phân phối khí Hiệp Phước, thuộc dự án đường ống dẫn khí Phú Mỹ - Hồ Chí Minh với công suất tối đa đạt khoảng 1 triệu Sm³/ngày (tương đương hơn 350 triệu m³ khí/năm).

+ Hệ thống cung cấp khí thấp áp cho Công ty TNHH Intermalt Việt Nam: cung cấp khí thiên nhiên cho khách hàng Sojitz Việt Nam với công suất thiết kế tối đa 1 triệu m³ khí /ngày đêm. Tuyến ống đi qua địa phận KCN Phú Mỹ 1, KCN Phú Mỹ 2 và KCN Cái Mép, huyện Tân Thành, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu. Công suất của tuyến ống nhánh 8 inch cho KCN Cái Mép và KCN Phú Mỹ 2: 0,63 triệu

m³/ngày đêm.

+ Đối với hệ thống phân phối CNG: bao gồm 03 trạm nén khí tại khu vực Miền Nam (02 trạm nén CNG của Gas South đặt tại Khu công nghiệp Mỹ Xuân A, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu và Khu công nghiệp Hiệp Phước (TP. Hồ Chí Minh), tổng công suất 280 triệu Sm³/ năm và 01 trạm nén CNG của CNG Việt Nam nằm tại Phú Mỹ (Bà Rịa - Vũng Tàu) công suất 220 triệu Sm³/năm).

- Cơ sở hạ tầng cung cấp khí thấp áp/CNG tại khu vực Bắc Bộ (tiếp nhận khí từ mỏ Thái Bình – Hàm Rồng và cung cấp cho các khách hàng tại khu vực Tiền Hải & lân cận) bao gồm các hệ thống phân phối chính sau đây:



Hình I. 17. Hệ thống phân phối khí khu vực Bắc Bộ

+ Đường ống khí 12 inch thu gom, vận chuyển từ mỏ Thái Bình về bờ đến Trung tâm phân phối khí Tiền Hải;

+ Hệ thống khí thấp áp cung cấp cho các khách hàng công nghiệp tại khu vực Tiền Hải, Thái Bình.

+ Hệ thống nén CNG tại miền Bắc công suất 110 triệu m³ khí/năm của CNG Việt Nam.

Việc triển khai pha trộn hydrogen vào mạng lưới khí đốt tự nhiên để sử dụng trong các ứng dụng công nghiệp và môi trường có thể ảnh hưởng đến đường ống, đặc tính khí đốt và hệ thống an toàn, thiết bị đo lường cũng như thiết bị và thiết bị sử dụng cuối. Nhiều công ty dầu khí trên thế giới đang nỗ lực tìm hiểu và vượt qua những thách thức kỹ thuật xung quanh việc phối trộn & cung cấp hỗn hợp hydrogen – khí tự nhiên. Các yếu tố kỹ thuật cần lưu ý bao gồm:

- Khả năng tương thích của vật liệu chế tạo đường ống

Một số đường ống kim loại có thể xuống cấp khi tiếp xúc với hydrogen trong thời gian dài, đặc biệt đối với nồng độ và áp suất hydrogen cao hơn có thể xảy ra khi bơm vào hệ thống đường ống dẫn khí tự nhiên áp suất cao. Hiệu ứng giòn phụ thuộc vào loại thép và điều kiện vận hành và phải được đánh giá trong từng trường hợp cụ thể.

- Tiêu chuẩn & Quy chuẩn hệ thống đường ống vận chuyển

Lượng hydrogen hiện được phép sử dụng trong cơ sở hạ tầng khí đốt tự nhiên bị giới hạn bởi các tiêu chuẩn và quy chuẩn cụ thể của từng quốc gia. Một số nước giới hạn tỷ lệ trộn hydrogen ở mức 0.1% theo thể tích như ở Anh nhưng cũng có thể lên đến 12% tại Bỉ. Hiện nhiều quốc gia cũng chưa ban hành các tiêu chuẩn chất lượng về hydrogen nguyên chất & hỗn hợp hydrogen – khí tự nhiên, do vậy cần thiết phải xây dựng & phát triển các tiêu chuẩn nhằm cho phép phối trộn hydrogen vào hệ thống đường ống dẫn khí tự nhiên.

- Tính chất khí và hệ thống an toàn

Hydrogen có mật độ năng lượng thể tích thấp hơn so với khí tự nhiên. Ở bất kỳ áp suất nào, mật độ năng lượng thể tích của hydrogen chỉ bằng khoảng một phần ba so với khí tự nhiên. Hydrogen được bơm vào mạng lưới khí đốt tự nhiên sẽ tạo ra hỗn hợp có ít năng lượng trên một đơn vị thể tích hơn. Do vậy, để có thể cung cấp cùng một mức năng lượng, các đường ống và mạng lưới phân phối sẽ cần tăng áp suất hệ thống và tăng mật độ của hỗn hợp khí chảy qua đường ống.

Các đặc tính của hỗn hợp khí như khả năng nổ, tính dễ cháy, bắt lửa, phân tán và khả năng thêm chất tạo mùi để phát hiện rò rỉ của hỗn hợp hydrogen/khí tự nhiên có sự khác biệt so với hệ thống khí tự nhiên tinh khiết do vậy cần thiết phải xác lập mô hình và thử nghiệm trước khi triển khai. Một số báo cáo cho rằng có thể pha trộn hỗn hợp 5-10% thể tích hydrogen mà không cần điều chỉnh hệ thống an toàn.

- Đo đếm khí

Hỗn hợp hydrogen – khí tự nhiên có thể ảnh hưởng đến độ chính xác của thiết bị đo đếm khí hiện hữu. Một số nghiên cứu đã chỉ ra rằng không cần điều chỉnh đồng hồ đo đếm khnì đối với mức hỗn hợp hydrogen thấp. Tuy nhiên cần tiến hành thử nghiệm trước khi triển khai và có thể phải cần thiết bị đo đếm mới với hỗn hợp hydroge có nồng độ cao hơn.

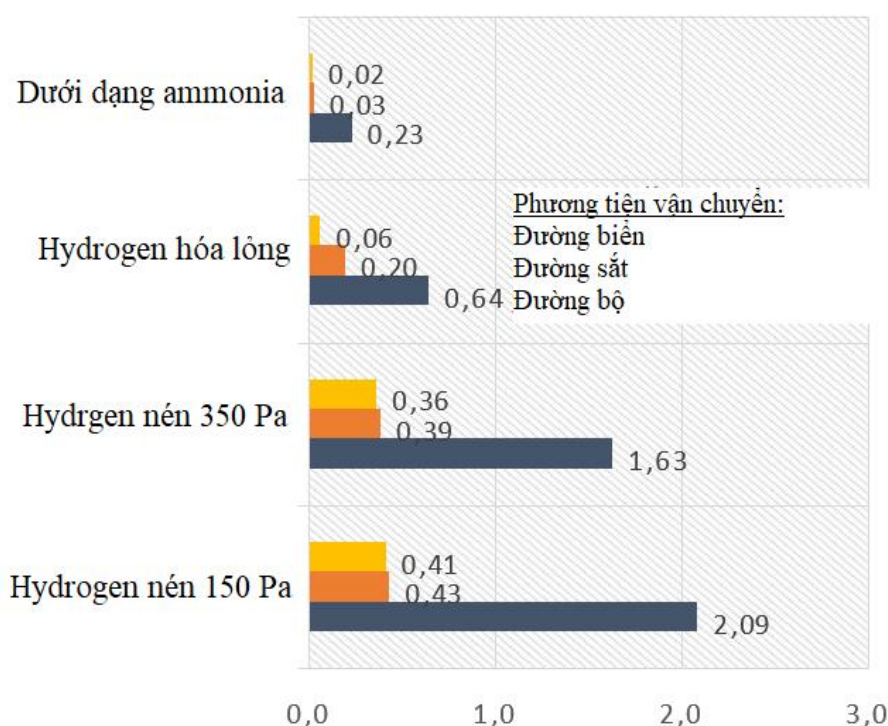
- Thiết bị gia dụng và thiết bị sử dụng đầu cuối

Thử nghiệm ở một số nước cho thấy tỷ lệ pha trộn hydrogen dưới 10% ít ảnh hưởng đến các thiết bị như bếp gas tự nhiên, lò nung và lò sưởi. Ngoài các mức đó, có thể cần phải sửa đổi, chẳng hạn như đầu đốt mới. Các thiết bị công nghiệp như gentua-bin, máy nén và nồi hơi cũng có thể bị ảnh hưởng bởi hỗn hợp hydrogen, cũng như một số vật liệu được sử dụng trong các bồn/bể CNG. Do vậy cần thiết phải tiến hành nghiên cứu, thử nghiệm & phải được đánh giá trên cơ sở từng trường hợp trước khi cung cấp hỗn hợp hydrogen – khí tự nhiên cho các khách hàng công nghiệp.

Như vậy, xét về khía cạnh kỹ thuật, hệ thống đường ống dẫn khí hiện hữu tại khu vực Đông & Tây Nam Bộ có thể được sử dụng để vận chuyển hỗn hợp hydrogen – khí tự nhiên với sản lượng hydrogen khoảng 80.000 tấn/năm; hệ thống đường ống dẫn khí Thái Bình – Hàm Rồng 2.000 tấn/năm. Trường hợp xây dựng

mới hệ thống đường ống vận chuyển hydrogen ước tính chi phí đầu tư khoảng 3 triệu USD/1 km đường ống.

Theo đánh giá của IEA, để triển khai dự án xuất khẩu hydrogen xanh từ Úc vào năm 2040, chi phí cho tất cả các phương án vận chuyển hydrogen trong khoảng từ 2,6 – 2,8 USD/kg. Ở kịch bản sử dụng amoniac có thể sẽ giảm chi phí xuống còn 1,5 USD/kg (chưa tính đến chi phí tách hydrogen khỏi amoniac sau vận chuyển). Phương án hóa lỏng hydrogen cho phép giảm chi phí vận chuyển từ 2-5 lần nhưng chuyển đổi hydrogen thành amoniac để vận chuyển sẽ tiết kiệm chi phí tới 20 lần so với phương pháp nén khí hydrogen. Theo đó, chi phí vận chuyển hydrogen xanh sẽ phụ thuộc vào sự phát triển các công nghệ lưu giữ, các phương thức vận chuyển và các cải tiến làm giảm chi phí vận chuyển.



Hình I. 18. Dự báo chi phí vận chuyển nhiên liệu hydrogen³³

5. Hiện trạng các quy định tiêu chuẩn, quy chuẩn trong sản xuất, tồn trữ, vận chuyển và phân phối sử dụng hydrogen

Hiện tại, các quy định, tiêu chuẩn và quy chuẩn liên quan đến sản xuất, tồn trữ, vận chuyển và phân phối sử dụng hydrogen vẫn đang trong quá trình phát triển và điều chỉnh ở nhiều quốc gia trên thế giới, bao gồm cả Việt Nam. Các quy định này thường được đưa ra để đảm bảo an toàn và bảo vệ môi trường trong quá trình sử dụng hydrogen, đồng thời khuyến khích phát triển năng lượng sạch và bền vững.

³³ <https://nangluongvietnam.vn/hydrogen-nhien-lieu-sach-cho-tuong-lai-va-cuu-can-cho-hien-tai-tam-ket-26278.html>

Dưới đây là một số khía cạnh quan trọng mà các quy định, tiêu chuẩn và quy chuẩn thường được tập trung:

An toàn sản xuất và tồn trữ: Các quy định và tiêu chuẩn này tập trung vào việc đảm bảo an toàn trong quá trình sản xuất hydrogen, bao gồm việc sử dụng các phương pháp sản xuất an toàn và đảm bảo an toàn cho người lao động. Điều này bao gồm việc thiết lập các quy trình kiểm soát rủi ro, thiết kế an toàn cho các cơ sở sản xuất, và tuân thủ các quy định an toàn quốc gia và quốc tế.

Tiêu chuẩn chất lượng: Tiêu chuẩn chất lượng đảm bảo rằng hydrogen sản xuất và sử dụng đáp ứng các yêu cầu về chất lượng và độ tinh khiết. Điều này đảm bảo rằng hydrogen được sử dụng hiệu quả và an toàn trong các ứng dụng khác nhau, bao gồm cả ngành công nghiệp và năng lượng.

Quy chuẩn vận chuyển và phân phối: Đối với vận chuyển và phân phối hydrogen, các quy chuẩn tập trung vào việc đảm bảo an toàn và hiệu quả trong quá trình vận chuyển. Điều này bao gồm việc đảm bảo các phương tiện vận chuyển an toàn và tuân thủ các quy định liên quan đến sự an toàn và bảo vệ môi trường trong quá trình vận chuyển và lưu trữ.

Quy chuẩn hệ thống lưu trữ và cung cấp năng lượng: Các quy chuẩn này đảm bảo rằng hệ thống lưu trữ và cung cấp năng lượng hydrogen đáp ứng các yêu cầu về an toàn, hiệu quả và bảo vệ môi trường. Điều này bao gồm việc đảm bảo an toàn trong quá trình lưu trữ và cung cấp năng lượng hydrogen cho các ứng dụng sử dụng.

Một số quy định tiêu chuẩn, quy chuẩn quốc tế về hydrogen có thể áp dụng tại Việt Nam bao gồm:

- Tiêu chuẩn ISO 14275:2013 - Hydrogen - Production, purification, storage, transportation and distribution - Safety requirements
- Tiêu chuẩn ISO 19880:2016 - Hydrogen - Fuel cell systems - Safety requirements
- Tiêu chuẩn ISO 22878:2016 - Hydrogen - Fuel cell electric vehicles - Safety requirements

Những quy định tiêu chuẩn này sẽ giúp đảm bảo an toàn cho người sử dụng và môi trường khi sản xuất, tồn trữ, vận chuyển và phân phối sử dụng hydrogen.

Việc ban hành các quy định tiêu chuẩn, quy chuẩn về hydrogen là một bước quan trọng để thúc đẩy sự phát triển của ngành công nghiệp hydrogen tại Việt Nam.

Những hạn chế do việc ban hành các tiêu chuẩn, quy chuẩn về sản xuất, tồn trữ, vận chuyển và phân phối sử dụng hydrogen có thể gây ảnh hưởng tới nền công nghiệp Hydrogen ở Việt Nam cụ thể như:

An toàn: Quy chuẩn và tiêu chuẩn an toàn là yếu tố quan trọng đối với việc sản xuất, sử dụng và vận chuyển hydrogen. Nếu quy định không được thực hiện một cách nghiêm ngặt, nguy cơ tai nạn và sự cố có thể tăng lên, gây thương tổn

cho người và tài sản. Điều này có thể làm giảm sự tin tưởng của công chúng và các đối tác quốc tế trong ngành công nghiệp hydrogen của Việt Nam.

Chất lượng sản phẩm: Quy định tiêu chuẩn về chất lượng sản phẩm hydrogen sẽ ảnh hưởng đến khả năng xuất khẩu và tiêu thụ nội địa. Nếu hydrogen sản xuất không đáp ứng các tiêu chuẩn quốc tế, Việt Nam có thể mất đi cơ hội tham gia vào thị trường quốc tế hoặc gặp khó khăn trong việc xuất khẩu sản phẩm hydrogen.

Môi trường: Quy định về môi trường và biện pháp bảo vệ môi trường trong sản xuất hydrogen là rất quan trọng. Việc không tuân thủ các quy chuẩn này có thể dẫn đến tác động tiêu cực đến môi trường, gây ô nhiễm và ảnh hưởng đến hình ảnh và sự bền vững của ngành công nghiệp này.

Hiệu suất và công nghệ: Quy chuẩn có thể tác động đến cách thức sản xuất hydrogen và sử dụng công nghệ. Việc áp dụng các quy định mới có thể đòi hỏi các công ty thay đổi quy trình sản xuất và đầu tư vào công nghệ mới. Điều này có thể tạo cơ hội cho sự phát triển và cải tiến, nhưng cũng có thể đối mặt với áp lực tài chính ban đầu.

Chi phí: Tuân thủ các tiêu chuẩn và quy chuẩn có thể tăng chi phí sản xuất hydrogen. Điều này có thể ảnh hưởng đến giá thành sản phẩm và cạnh tranh trên thị trường.

Phát triển thị trường: Các quy định về vận chuyển và phân phối có thể ảnh hưởng đến khả năng tiếp cận của các công ty hydrogen đến thị trường tiêu dùng và đối tác. Nếu quy chuẩn này quá nghiêm ngặt, có thể tạo ra rào cản cho sự phát triển của ngành.

Tóm lại, quy định tiêu chuẩn và quy chuẩn trong ngành công nghiệp hydrogen của Việt Nam có thể có tác động tích cực hoặc tiêu cực, phụ thuộc vào cách chúng được xây dựng và triển khai. Để đảm bảo sự phát triển bền vững của ngành này, cần có sự cân nhắc cẩn thận và sự hợp tác giữa chính phủ, các công ty và các bên liên quan khác để đảm bảo rằng quy định được thiết lập đúng mục tiêu và có lợi cho cả ngành và môi trường.

5. Hiện trạng thể chế, cơ chế và chính sách phát triển lĩnh vực năng lượng hydrogen

Hiện nay, Chính phủ Việt Nam cũng đã có rất nhiều các chính sách nhằm đáp ứng mục tiêu dài hạn về phát triển NLTT, bảo vệ môi trường, đặc biệt là các dạng năng lượng mới. Các văn bản đó bao gồm:

- Ngày 13/4/2022, Chính phủ đã ban hành Quyết định số 450/QĐ-TTg phê duyệt Chiến lược bảo vệ môi trường quốc gia đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050, trong đó đề cập: “ ... thúc đẩy phát triển NLTT, sử dụng nhiên liệu sạch, ... ”.

- Ngày 25/11/2015, Chính phủ phê duyệt Chiến lược phát triển NLTT Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050 tại Quyết định số 2068/QĐ-TTg, trong đó định hướng: “Tập trung nguồn lực, khai thác và sử dụng tối đa tiềm năng

NLTT trong nước bằng những công nghệ tiên tiến, phù hợp với điều kiện thực tế của từng vùng miền, mang lại hiệu quả cao về kinh tế, xã hội và môi trường. Phát triển mạnh mẽ thị trường công nghệ NLTT, ngành công nghiệp sản xuất máy móc thiết bị, cung cấp dịch vụ NLTT trong nước. Tăng cường mạnh tiềm lực cho nghiên cứu, phát triển, chuyển giao và ứng dụng các dạng NLTT mới”.

- Ngày 11/02/2020 Bộ Chính trị đã ban hành Nghị quyết số 55-NQ/TW về “Định hướng Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045” với quan điểm chỉ đạo: “Phát triển đồng bộ, hợp lý và đa dạng hoá các loại hình năng lượng; ưu tiên khai thác, sử dụng triệt để và hiệu quả các nguồn NLTT, năng lượng mới, năng lượng sạch...; ưu tiên phát triển điện khí, có lộ trình giảm tỉ trọng điện than một cách hợp lý”. Nghị quyết cũng đề ra mục tiêu: “Tỉ lệ các nguồn NLTT trong tổng cung năng lượng sơ cấp đạt khoảng 15 - 20% vào năm 2030; 25 - 30% vào năm 2045”. Nghị quyết cũng đã đề ra những mục tiêu quan trọng để bảo đảm vững chắc an ninh năng lượng quốc gia, đáp ứng yêu cầu phát triển nền kinh tế nhanh và bền vững, bảo vệ môi trường sinh thái. Một trong những nhiệm vụ, giải pháp chủ yếu của Nghị quyết là Phát triển các nguồn cung năng lượng sơ cấp theo hướng tăng cường khả năng tự chủ, đa dạng hoá, bảo đảm tính hiệu quả, tin cậy và bền vững bao gồm cả về dầu khí, than và NLTT trong đó có nhấn mạnh “Xây dựng các cơ chế, chính sách đột phá để khuyến khích và thúc đẩy phát triển mạnh mẽ các nguồn NLTT nhằm thay thế tối đa các nguồn năng lượng hoá thạch. Ưu tiên sử dụng năng lượng gió và mặt trời cho phát điện; khuyến khích đầu tư xây dựng các nhà máy điện sử dụng rác thải đô thị, sinh khối và chất thải rắn đi đôi với công tác bảo vệ môi trường và phát triển kinh tế tuần hoàn. Hình thành và phát triển một số trung tâm NLTT tại các vùng và các địa phương có lợi thế. Sớm nghiên cứu, đánh giá tổng thể về tiềm năng và xây dựng định hướng phát triển năng lượng địa nhiệt, sóng biển, thủy triều, hải lưu; triển khai một số mô hình ứng dụng, tiến hành khai thác thử nghiệm để đánh giá hiệu quả. Thực hiện nghiên cứu công nghệ, xây dựng một số đề án thử nghiệm sản xuất và khuyến khích sử dụng năng lượng hydrogen phù hợp với xu thế chung của thế giới.”

- Tháng 10/2022, Chính phủ cũng đã công bố Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC) cập nhật của Việt Nam, theo đó, “Mục tiêu giảm phát thải đến năm 2030 của Việt Nam tăng lên 15,8% và có thể đạt 43,5% khi có sự hỗ trợ của quốc tế.

- Ngày 30/12/2020, Chính phủ đã ban hành danh mục công nghệ cao được ưu tiên đầu tư phát triển và danh mục sản phẩm công nghệ cao được khuyến khích phát triển tại Quyết định số 38/2020/QĐ-TTg, trong đó có “Hệ thống, thiết bị lưu giữ nhiên liệu khí mật độ năng lượng cao” chính là công nghệ năng lượng khí hydrogen. Công nghệ năng lượng khí hydrogen cần được hiểu theo nghĩa rộng bao gồm công nghệ sản xuất hydrogen xanh, công nghệ vận chuyển, lưu trữ hydrogen và công nghệ sử dụng hydrogen. Theo đó, dự án ứng dụng công nghệ năng lượng hydrogen sẽ được hưởng ưu đãi đầu tư theo quy định của pháp luật về đầu tư trong lĩnh vực công nghệ cao.

- Ngày 30/01/2022, Văn phòng Chính phủ có Thông báo số 30/TB-VPCP kết luận của Thủ tướng Chính phủ - Trưởng Ban Chỉ đạo quốc gia tại cuộc họp lần thứ nhất, theo đó Ban Chỉ đạo quốc gia triển khai thực hiện cam kết của Việt Nam tại COP26.

- Ngày 22/7/2022, Chính phủ đã ra 02 Quyết định: (i) Quyết định số 876/QĐ-TTg phê duyệt “Chương trình hành động về chuyển đổi năng lượng xanh, giảm phát thải khí các-bon và khí mê-tan của ngành giao thông vận tải” với mục tiêu tổng quát là Phát triển hệ thống giao thông vận tải xanh hướng tới mục tiêu phát thải ròng khí nhà kính về “0” vào năm 2050; (ii) Quyết định số 882/QĐ-TTg phê duyệt “Chiến lược quốc gia về tăng trưởng xanh giai đoạn 2021-2030” nhằm bảo đảm an ninh năng lượng quốc gia, thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội, song song với việc thực hiện cam kết mạnh mẽ về đưa phát thải ròng về 0 vào năm 2050 của Thủ tướng Chính phủ tại Hội nghị COP26 và nêu rõ nhiệm vụ “Tạo hành lang pháp lý đủ mạnh để hỗ trợ nghiên cứu công nghệ nhiên liệu xanh (hydrogen xanh, amoniac, nhiên liệu sinh học...); thực hiện một số đề án thử nghiệm sản xuất nhiên liệu xanh; đánh giá tiềm năng thu hồi, sử dụng và lưu giữ các-bon (CCUS)”;

- Ngày 25/07/2022, Quyết định 888/QĐ-TTg phê duyệt Đề án về những nhiệm vụ, giải pháp triển khai kết quả COP26, trong đó nêu "Phát triển các dự án năng lượng mới không phát thải như sản xuất nhiên liệu hydrogen xanh, amonia xanh... phục vụ phát triển kinh tế - xã hội...; Ban hành cơ chế khuyến khích, ưu đãi sử dụng nhiên liệu sinh học, điện, nhiên liệu amonia xanh, hydrogen xanh trong giao thông vận tải....".

- Ngày 26/7/2022, Chính phủ đã ban hành Quyết định số 896/QĐ-TTg phê duyệt “Chiến lược quốc gia về BĐKH giai đoạn đến năm 2050” nhằm phấn đấu đạt phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050. Mục tiêu tổng quát của chiến lược: (i) chủ động thích ứng hiệu quả, giảm mức độ dễ bị tổn thương, tổn thất và thiệt hại do BĐKH; (ii) giảm phát thải khí nhà kính theo mục tiêu phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050, đóng góp tích cực và trách nhiệm với cộng đồng quốc tế trong bảo vệ hệ thống khí hậu trái đất; (iii) tận dụng cơ hội từ ứng phó với BĐKH để chuyển dịch mô hình tăng trưởng, nâng cao sức chống chịu và cạnh tranh của nền kinh tế. Trong đó có các giải pháp nhằm giảm phát thải khí nhà kính có sử dụng hydrogen xanh cho lĩnh vực năng lượng bao gồm: (i) Từng bước áp dụng công nghệ chuyển đổi sang nhiên liệu sạch, không phát thải đối với các nhà máy sử dụng nhiên liệu hóa thạch; (ii) Từng bước sử dụng hydrogen thay thế than trong công nghiệp luyện kim, trong các ngành dịch vụ, thương mại, (iii) Xây dựng và triển khai lộ trình chuyển đổi sang sử dụng nhiên liệu sạch cho các phương tiện giao thông; tăng dần tỷ lệ phương tiện giao thông điện, hydrogen và (iv) Phát triển ngành công nghiệp sử dụng năng lượng sạch, sản xuất và lưu hành phương tiện giao thông sử dụng điện, hydrogen; sản xuất pin thể hệ mới, chất bán dẫn tiết kiệm năng lượng; phát triển hệ thống hạ tầng giao thông xanh.

Như vậy, để đáp ứng được mục tiêu đã cam kết tại COP26, cơ chế và chính sách phát triển năng lượng của Việt Nam đã thể hiện được những chủ trương, định

hướng của Đảng đến những giải pháp cụ thể của Chính phủ, các chính sách định hướng phát triển kinh tế xã hội của quốc gia, của các ngành kinh tế và các nhiệm vụ, giải pháp của các ngành có phát thải lớn đang dần được xây dựng có đề cập đến các khía cạnh phát triển năng lượng sạch và hydrogen xanh, nhưng hiện chưa có chính sách rõ ràng cho phát triển công nghệ năng lượng hydrogen xanh. Tuy nhiên, những định hướng chính sách nêu trên là những nền tảng và khung pháp lý làm tiền đề quan trọng để các Bộ, ngành cơ quan tiếp tục xây dựng lộ trình và hoàn thiện cơ chế, chính sách đưa công nghệ năng lượng hydrogen xanh tham gia hiệu quả vào quá trình thực hiện các mục tiêu phát triển bền vững của Việt Nam.

Những hạn chế trong việc định hướng phát triển thị trường hydrogen xanh cần phải cân nhắc và khắc phục đó là:

- Về định hướng phát triển: Việt Nam đang ở giai đoạn đầu của quá trình phát triển và ứng dụng công nghệ sản xuất hydrogen xanh sử dụng nguồn điện từ NLTT. Hiện hydrogen trong nước được sản xuất chủ yếu từ dầu mỏ và khí thiên nhiên. Do đó, việc xác định các mục tiêu, nhiệm vụ, giải pháp về phát triển hydrogen xanh và kế hoạch triển khai thực hiện có vai trò rất quan trọng. Sự thiếu hụt trong bất kỳ mắt xích nào cũng sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến tính đồng bộ, thống nhất và ổn định trong quá trình phát triển thị trường hydrogen xanh hoàn chỉnh.

- Về khung pháp lý: Hiện nay chưa xây dựng, ban hành bất cứ quy định pháp luật nào liên quan đến việc quản lý hoạt động sản xuất, vận chuyển và lưu giữ hydrogen. Nhiệm vụ này cũng chưa được phân rõ vai trò trách nhiệm, phạm vi và đối tượng quản lý có nằm trong lĩnh vực năng lượng hay không. Trong khi các dự án đầu tư sản xuất hydrogen thực tế thuộc đối tượng quản lý trong lĩnh vực sản xuất hóa chất cơ bản. Các cơ chế, chính sách hỗ trợ phát triển hydrogen xanh trong lĩnh vực năng lượng chưa có hoặc chưa hiệu quả ví dụ như cơ chế mua bán điện trực tiếp - hợp đồng DPPA, cung cấp dịch vụ phụ trợ cho hệ thống điện, áp dụng thị trường các-bon, hạ tầng lưu trữ, vận chuyển hydrogen.... Cùng với đó các văn bản quy phạm pháp luật chưa có sự phân công chức năng, nhiệm vụ của cơ quan, đơn vị đầu mối thực hiện thống nhất quản lý nhà nước về lĩnh vực này. Thiếu hụt về khung pháp lý được xem là vấn đề tồn tại cấp thiết, cần được các Bộ, ngành xem xét giải quyết.

- Về cơ sở hạ tầng: Quy hoạch phát triển hạ tầng lưu trữ, vận chuyển của hệ thống LNG và lưới điện truyền tải chưa xem xét, tính đến nhu cầu và cơ chế sử dụng chung cho phát triển hydrogen xanh.

- Về hợp tác quốc tế: Hoạt động hợp tác quốc tế về phát triển hydrogen xanh còn phân tán, chưa có định hướng mục tiêu chung. Hiện nay, lĩnh vực hợp tác quốc tế chủ yếu của Việt Nam là xem xét khả năng sử dụng hydrogen trong lưu trữ năng lượng nhưng mới chỉ ở quy mô phòng thí nghiệm, tập trung tại các tổ chức khoa học và công nghệ, trường đại học, chưa có các dự án ứng dụng thực tế quy mô lớn tại doanh nghiệp.

- Một số yếu tố khác: Việt Nam còn nhiều hạn chế trong lĩnh vực thông tin và truyền thông nâng cao nhận thức của xã hội về hydrogen xanh, đào tạo phát

triển nguồn nhân lực trong lĩnh vực NLTT và phát triển ứng dụng hydrogen xanh
...

Những hạn chế nêu trên có tác động qua lại đến nhau, ảnh hưởng trực tiếp đến kết quả quá trình phát triển hydrogen xanh tại Việt Nam. Trong giai đoạn sắp tới, nhiều cơ chế, chính sách cần được các cơ quan có thẩm quyền xây dựng, triển khai để từng bước khắc phục, giải quyết các hạn chế này nhằm huy động hiệu quả các nguồn lực xã hội tham gia thực hiện mục tiêu phát triển bền vững của Việt Nam.

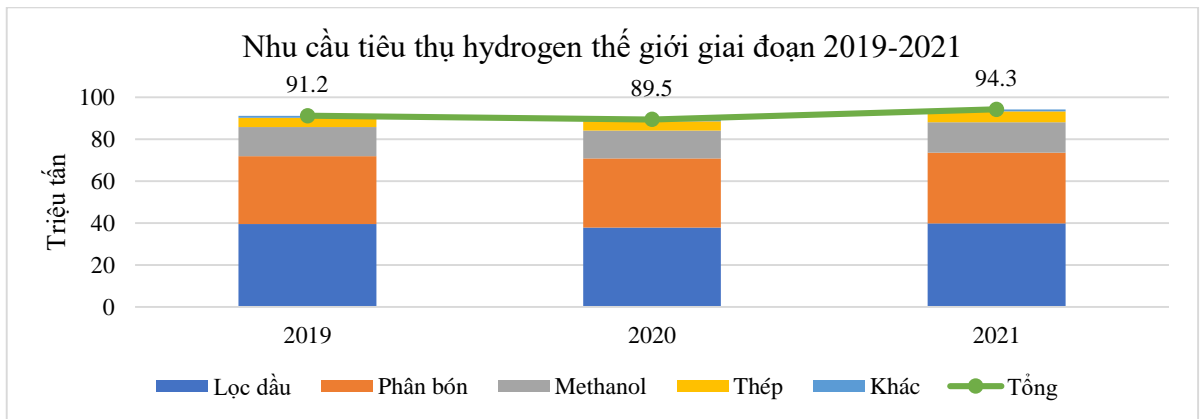
CHƯƠNG II

HIỆN TRẠNG VÀ XU THẾ PHÁT TRIỂN LĨNH VỰC HYDROGEN TRÊN THẾ GIỚI

I. Tình hình phát triển lĩnh vực hydrogen trên thế giới

1. Hiện trạng về cung cầu hydrogen trên thế giới

Vào năm 2021, thế giới tiêu thụ hydrogen khoảng với 94 triệu tấn/năm, tăng 5% nhu cầu so với 2020. Hydrogen được sản xuất và sử dụng chủ yếu cho ngành công nghiệp như lọc dầu, phân bón, thép, methanol,..., tương đương khoảng 2,5% tổng nhu cầu năng lượng cuối của thế giới. **Error! Reference source not found.** trình bày nhu cầu tiêu thụ hydrogen thế giới giai đoạn 2019-2021 theo lĩnh vực tiêu thụ.

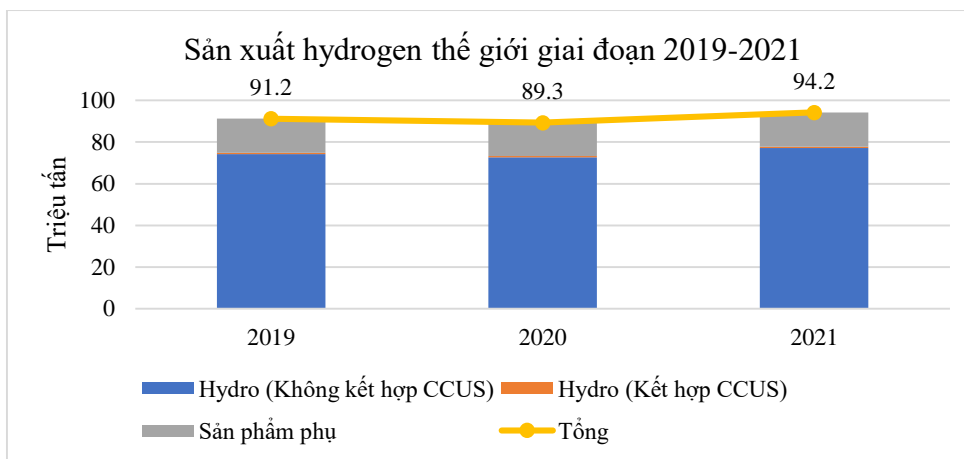


Nguồn: IEA, 2022

Hình II. 1. Nhu cầu tiêu thụ hydrogen thế giới giai đoạn 2019-2021 theo lĩnh vực tiêu thụ

Trong tổng số các lĩnh vực ứng dụng, một số nhu cầu ứng dụng mới bắt đầu xuất hiện như GTVT, nhiên liệu, khử thép trong công nghệ DRI,... đạt khoảng 40 KTA hydrogen, chỉ chiếm khoảng 0,04% nhu cầu hydrogen toàn cầu vào 2021. Trung Quốc, Mỹ là một trong những quốc gia có mức tiêu thụ lớn nhất. Vào 2020, Trung Quốc tiêu thụ khoảng 23,9 triệu tấn, Hoa Kỳ tiêu thụ khoảng 11,3 triệu tấn.

Đối với nguồn cung hydrogen, khoảng 95% nguồn cung cấp hydrogen ngày nay là hydrogen xám, được sản xuất thông qua các quá trình công nghệ sử dụng nguyên liệu có nguồn gốc từ hóa thạch như khí thiên nhiên, khí methane và than đá. Một phần nhỏ còn lại từ công nghệ sản xuất hydrogen kết hợp thu hồi CO₂ và điện phân nước. Theo số liệu thống kê, quá trình sản xuất hydrogen hiện tại thải ra khoảng 1.100-1.300 triệu tấn CO₂/năm tương đương (bao gồm công đoạn upstream, midstream cho việc khai thác nguyên liệu có nguồn gốc từ hoá thạch).

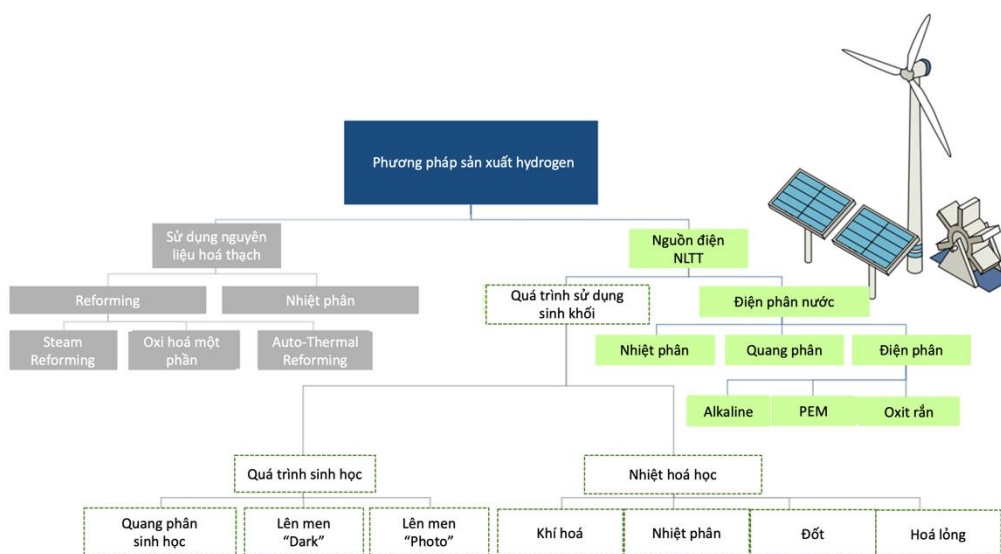


Nguồn: IEA, 2022

Hình II. 2. Sản xuất hydrogen thế giới giai đoạn 2019-2021 theo công nghệ

2. Công nghệ sản xuất hydrogen

Có nhiều con đường để sản xuất hydrogen, bao gồm sử dụng nguyên liệu có nguồn gốc từ hoá thạch, năng lượng tái tạo điện phân nước, sinh khối,... **Error! Reference source not found.** trình bày các con đường sản xuất hydrogen.



Nguồn: GIZ, 2023

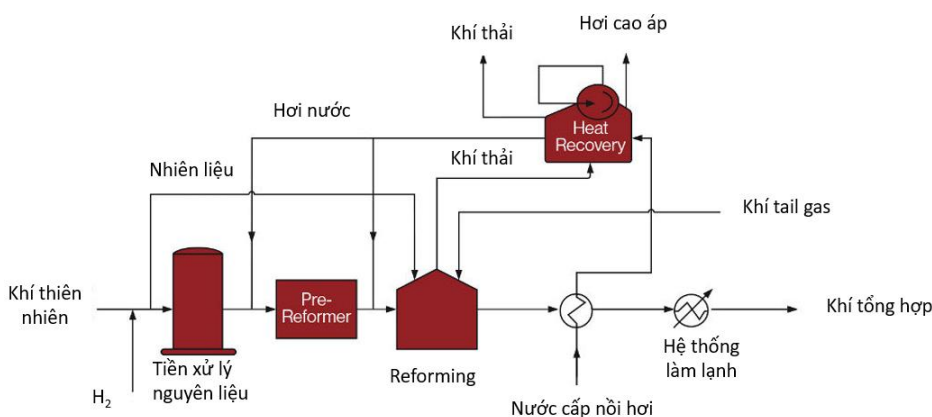
Hình II. 3. Tổng quan các con đường sản xuất hydrogen

2.1. Công nghệ chuyển hóa hydrocarbon (nhiên liệu hóa thạch, sinh khối) bằng nhiệt (Reforming)

a. Công nghệ Steam Methane Reforming–SMR

Là quá trình chuyển hóa thu nhiệt giữa methane và hơi nước thành hydrogen và CO. Nhiệt thường được cung cấp từ quá trình đốt nhiên liệu từ lò đốt. Quá trình này thông thường xảy ra ở nhiệt độ khoảng 700-850°C và ở áp suất 3-25 bar. Ngoài hydrogen, sản phẩm có chứa khoảng 12% hàm lượng CO, do đó, có thể chuyển hóa tiếp thành CO₂ để thu hydrogen thông qua công nghệ “water gas shift reaction”. SMR hiện là công nghệ sản xuất hydrogen chủ yếu, chiếm thị

phần lớn và ở quy mô công nghiệp. Hiện tại, công nghệ này đã được phát triển với nhiều thể hệ công nghệ khác nhau nhằm tối ưu về tiêu hao năng lượng. Một số nhà sản xuất lớn cung cấp công nghệ như Foster Wheeler, Haldor Topsøe, Linde, Technip, Uthmaniyah, Air Liquide, ... Phản ứng xảy ra trong quá trình SMR được thể hiện như sau:

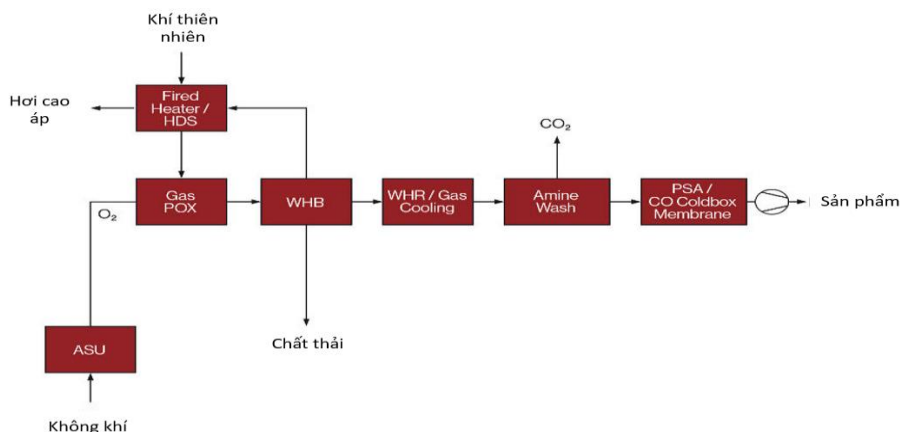
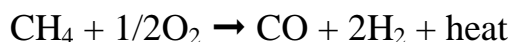


Nguồn: Air Liquide, 2022

Hình II. 4. Sơ đồ công nghệ Steam methane reforming

b. Công nghệ Partial Oxidation-POX

Là quá trình hydrogen được tạo ra thông qua sự đốt cháy một phần khí methane với oxy để tạo ra CO và hydrogen. Trong quá trình này, nhiệt được tạo ra từ một phản ứng tỏa nhiệt, do đó, thiết bị được thiết kế nhỏ gọn hơn, có thể không cần bất kỳ hệ thống gia nhiệt nào bên ngoài của lò phản ứng. Tương tự, CO trong dòng khí sản phẩm có thể chuyển hóa thành CO₂, tạo ra hydrogen. Phản ứng chính trong thiết bị như sau:

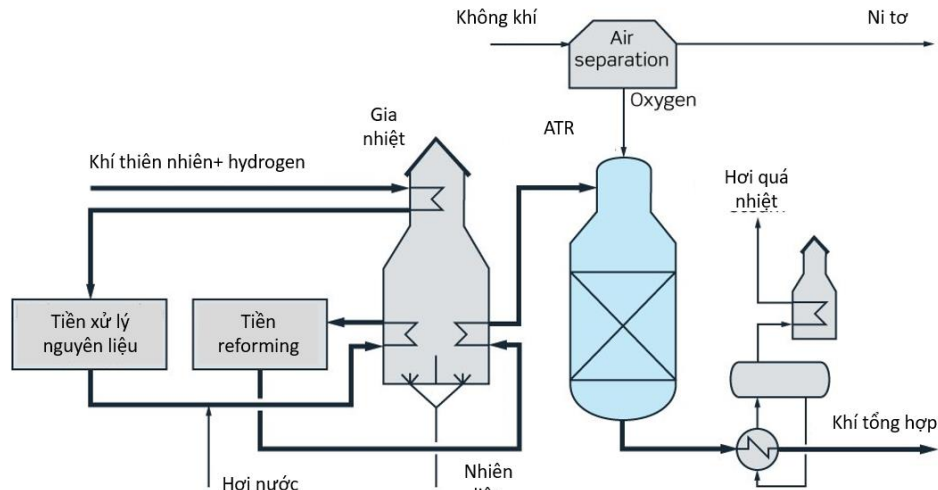


Nguồn: Air Liquide, 2022

Hình II. 5. Sơ đồ công nghệ POX kết hợp cụm tinh chế khí sản phẩm

c. Công nghệ Autothermal Reforming-ATR

Là sự kết hợp của 2 công nghệ SMR và POX. Tổng nhiệt phản ứng là tỏa nhiệt, và do đó, nhiệt sinh ra khá lớn. Nhiệt dòng khí sản phẩm đi ra từ lò phản ứng nằm trong khoảng từ 950 đến 1.100°C và áp suất khí có thể cao tới 100 bar. Tương tự, CO trong dòng khí sản phẩm có thể được chuyển hóa thành CO₂ và sinh ra hydrogen thông qua quá trình “water gas shift reaction”.



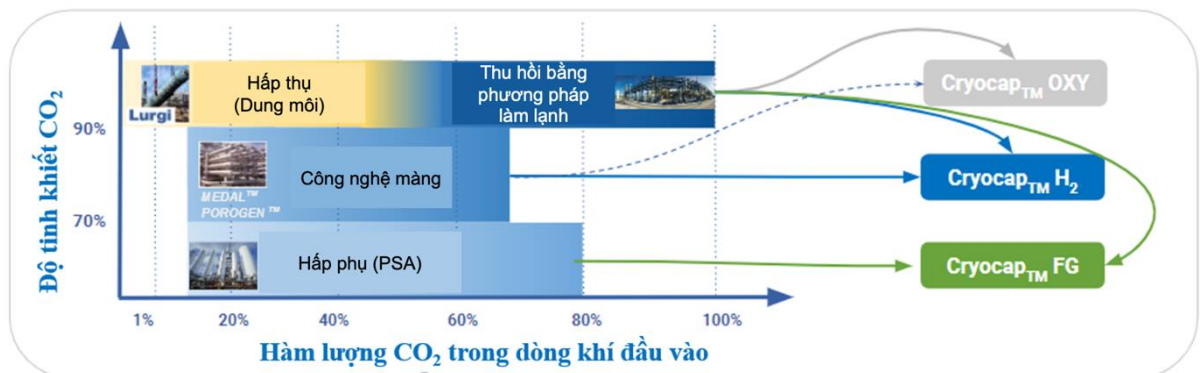
Nguồn: Haldor Topsoe, 2022

Hình II. 6. Sơ đồ công nghệ Auto Thermal Reforming

Một số nhà bản quyền lớn về công nghệ ATR như Haldor Topsøe, Air Liquide, KBR, Udhe, Linde,...

d. Công nghệ thu hồi CO₂ (CCS)

Công nghệ thu giữ CO₂ có thể được sử dụng để tách CO₂ tinh khiết ra khỏi khí thải hoặc khí tổng hợp tùy thuộc vào vị trí thu hồi hoặc lĩnh vực được thu hồi. Đối với việc thu giữ CO₂ từ một dòng khí hỗn hợp, các công nghệ khác nhau có thể được áp dụng, bao gồm: Hấp thụ, hấp phụ, tách màng và chưng cất đông lạnh. Tùy vào tính chất dòng khí chứa CO₂ và hàm lượng CO₂ để chọn công nghệ phù hợp. Một số đặc điểm công nghệ thu hồi CO₂ được thể hiện ở **Error! Reference source not found..**



Nguồn: Air Liquide, 2021

Hình II. 7. Một số công nghệ thu hồi CO₂

Công nghệ thu hồi CO₂ đã được áp dụng trong một số nhà máy công nghiệp trên toàn cầu, tuy nhiên, mức độ tiêu hao năng lượng còn lớn nên đòi hỏi nhiều nghiên cứu và phát triển hơn để khả thi về mức tiêu thụ năng lượng và chi phí. Các công nghệ này cũng đang ở giai đoạn phát triển, do đó, cũng rất tiềm năng khi sử dụng. Một số nhà cung cấp công nghệ hiện nay như Air Liquide, UOP, Dow, Linde, GE, Siemens,...

Đối với công nghệ Reforming, sự phát triển công nghệ CCS có thể thu hồi CO₂ từ 60- 90% đối với SMR, > 95% đối với ATR, lượng CO₂ ngoài ứng dụng cho một số lĩnh vực về hóa chất, thực phẩm, xây dựng,... CO₂ có thể được lưu trữ tại các mỏ dầu khí cạn kiệt, tầng nước ngầm,...

2.2. Công nghệ điện phân nước (Electrolysis)

Đối với nguồn nguyên liệu là nước, hiện tại có một số công nghệ điện phân sản xuất hydrogen được phát triển theo các mức độ phát triển khác nhau (quang phân, nhiệt phân, điện phân). Công nghệ điện phân nước nhìn chung là công nghệ đang phát triển nhất và ở giai đoạn thương mại hóa. Năng lượng điện cấp cho quá trình có thể lấy từ điện lưới, điện mặt trời, điện gió hoặc thậm chí từ năng lượng hạt nhân, đây là yếu tố quan trọng góp phần thúc đẩy xu hướng công nghệ này khi chi phí sản xuất năng lượng từ các nguồn này đang có xu hướng giảm dần trong tương lai.

Công nghệ điện phân nước (Water Electrolysis): Điện phân là phương thức sử dụng dòng điện một chiều nhằm mục đích thúc đẩy phản ứng hóa học mà nếu như không có dòng điện thì nó sẽ không tự xảy ra. Theo đó, trong quá trình điện phân, phản ứng oxy hóa khử sẽ xảy ra ở bề mặt của các điện cực khi có dòng điện một chiều đi qua chất điện ly nóng chảy hoặc dung dịch chất điện ly. Công nghệ này gần như không gây ô nhiễm hoặc hình thành các sản phẩm phụ độc hại nếu sử dụng NLTT. Điện phân nước là quá trình phân tách hydrogen và oxy từ phân tử nước thông qua việc áp dụng năng lượng điện vào quá trình, phản ứng xảy ra theo sau:

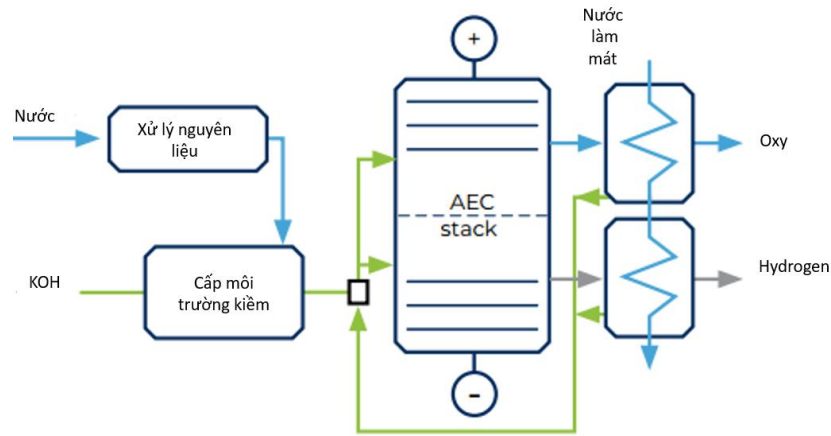
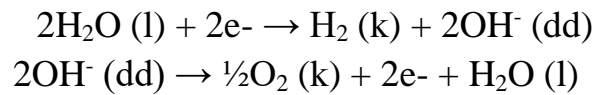


Hiện có bốn loại công nghệ điện phân chính có thể sản xuất hydrogen xanh từ điện phân sử dụng điện từ NLTT: Điện phân dung môi kiềm (Alkaline Electrolysis), điện phân sử dụng màng trao đổi proton (PEM Electrolysis), điện phân sử dụng điện cực bằng oxide rắn (Solid Oxide Electrolysis-SOE) và điện phân sử dụng màng trao đổi anion (Anion Exchange Membrane- AEM).

a. Điện phân dung môi kiềm (Alkaline Electrolysis)

Điểm nổi bật của phương pháp điện phân kiềm là được nghiên cứu khá kỹ và có phạm vi triển khai thương mại lớn. Trong công nghệ này, hệ thống điện phân được cấu thành bởi 1 cặp điện cực được ngâm trong dung dịch kiềm, thường là KOH ở nồng độ 25 - 30% và được ngăn cách bởi màng ngăn. Ở cực âm, nước

được phân tách ra để tạo thành H_2 và giải phóng các anion hydroxide đi qua màng ngăn và tái tổ hợp ở cực dương để tạo thành O_2 theo các phản ứng sau:

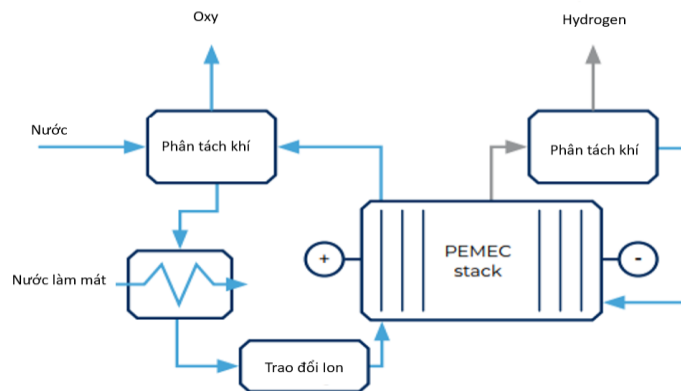
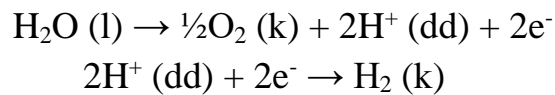


Nguồn: ETN Global, 2020

Hình II. 8. Sơ đồ công nghệ điện phân dung môi kiềm Alkaline

b. Điện phân sử dụng màng trao đổi proton (PEM Electrolysis)

Trong phương pháp này, chất điện phân là màng polymer có tính acid cho phép trao đổi các proton (H^+). Ở cực dương, nước bị oxy hóa thành O_2 và giải phóng các proton chảy qua màng và bị khử ở cực âm tạo thành H_2 theo các phản ứng sau:



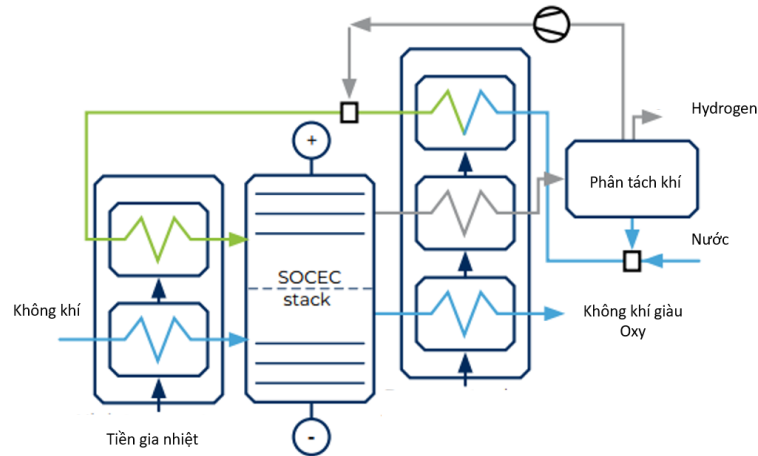
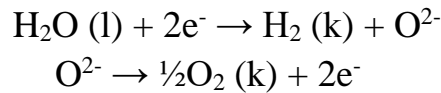
Nguồn: ETN Global, 2020

Hình II. 9. Sơ đồ công nghệ điện phân PEM

c. Điện phân sử dụng điện cực bằng oxide rắn (Solid Oxide Electrolysis-SOE)

Cả hai phương pháp điện phân kiềm và PEM đều là điện phân ở nhiệt độ thấp. Trong khi đó, phương pháp điện phân sử dụng điện cực bằng oxide rắn được

thực hiện ở nhiệt độ cao, nên cần cấp nhiệt từ bên ngoài. Theo phương pháp này, quá trình điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao mang lại hiệu quả cao hơn so với các công nghệ trước đây, có khả năng sử dụng nhiệt thải thay thế cho một phần năng lượng điện tiêu thụ. Các phản ứng xảy ra ở cực âm và cực dương như sau:



Nguồn: ETN Global, 2020

Hình II. 10. Sơ đồ công nghệ điện phân SOEC

d. Điện phân sử dụng màng trao đổi anion (Anion Exchange Membrane-AEM)

Đây là công nghệ điện phân mới nhất hiện nay, chưa được thương mại hoá. Đặc điểm công nghệ khá tương đồng với PEM về thiết kế nhưng sử dụng những vật liệu điện phân rẻ hơn. Công nghệ này hiện đang tập trung phát triển về tuổi thọ màng điện phân, giảm chi phí để tiến đến quy mô thương mại. Tổng hợp một số đặc điểm công nghệ điện phân được thể hiện ở **Error! Reference source not found..**

Bảng II. 1. Một số thông số chính công nghệ sản xuất hydrogen xanh

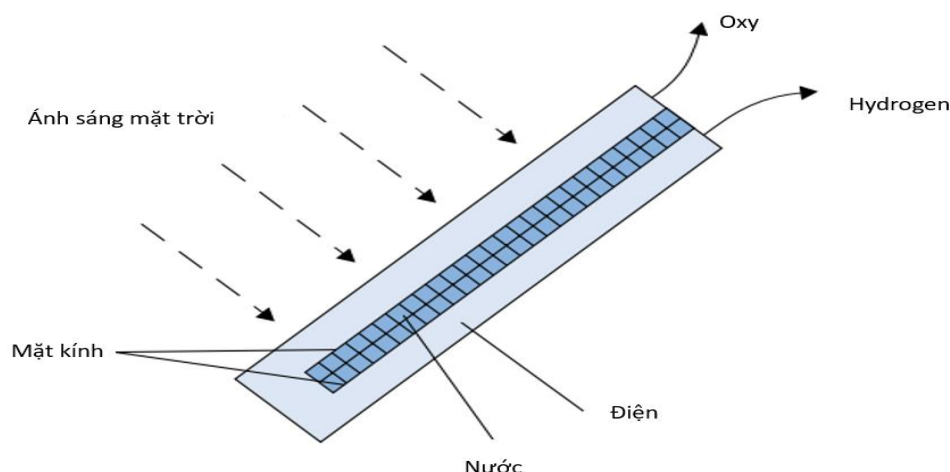
Đặc điểm	Alkaline	PEM	SOEC
Nhiệt độ (°C)	50-80	50-80	700-1000
Hiệu suất (%)	63-70	56-60	74-81
Tuổi thọ stack (giờ)	60.000	50.000-80.000	<20.000
Áp suất (Bar)	< 30	< 30	~ 1

Nguồn: GIZ, 2022

2.3. Công nghệ sản xuất hydrogen khác

a. Công nghệ quang điện phân (photo-electrolysis)

Nguyên tắc của công nghệ này được thể hiện ở **Error! Reference source not found.**



Nguồn: *Hydrogen Solar Production Company Inc*

Hình II. 11. Sơ đồ điện phân của hệ thống quang điện phân

Quang điện phân là quá trình được sử dụng ánh sáng để phân tách nước trực tiếp thành hydrogen và oxy. Các hệ thống như vậy cung cấp tiềm năng lớn để giảm chi phí hydrogen điện phân, so với các công nghệ hai bước thông thường. Đây là các quá trình có tiềm năng sản xuất hydrogen bền vững với mức tác động môi trường rất thấp, tuy nhiên đang trong giai đoạn nghiên cứu sơ khởi. Công nghệ đòi hỏi vật liệu vừa bền, vừa có hiệu quả cao. Các nhà nghiên cứu đang tiếp tục tìm kiếm các vật liệu quang điện và lớp phủ có thể chuyển đổi hiệu quả một phổ ánh sáng rộng nhưng vẫn ổn định khi tiếp xúc với chất điện phân. Hiện tại, theo con đường này, hiệu suất quang hóa để chuyển hóa nước thành hydrogen dưới tác dụng của ánh sáng cho thấy vẫn còn khá thấp và các nỗ lực nhằm cải thiện hiệu quả của quá trình đang tập trung vào việc tìm kiếm các loại vật liệu xúc tác hiệu quả hơn để nâng cao hiệu suất quang hóa đạt mức có thể thương mại hóa. Nếu được phát triển thành công thì có thể xem đây là hình thức lưu trữ hữu hiệu năng lượng mặt trời dưới dạng hydrogen.

b. Quang sinh học (photo-biological)

Quá trình chuyển đổi này tạo ra hydrogen bằng cách sử dụng ánh sáng mặt trời và các vi sinh vật chuyên biệt để tách nước. Tương tự quá trình quang hợp của thực vật, những vi khuẩn này tiêu thụ nước và tạo ra hydrogen như sản phẩm phụ từ các quá trình trao đổi chất. Chuyển đổi quang học rất hứa hẹn về lâu dài, nhưng còn nhiều thách thức liên quan đến các công nghệ di truyền học phân tử cần được giải quyết. Quá trình bao gồm hai giai đoạn cơ bản: giai đoạn quang hợp và sản xuất hydrogen xúc tác bởi enzyme như tảo lục, vi khuẩn,... Quá trình này hiện đang phát triển ở mức cơ bản và trong giai đoạn nghiên cứu. Quá trình này nếu thành công có thể được xem là phương pháp dài hạn đối với quá trình sản xuất hydrogen.

c. Phân hủy nước ở nhiệt độ cao (high-temperature water decomposition)

Quá trình tách nước ở nhiệt độ cao xảy ra ở khoảng 3.000°C . Ở nhiệt độ này, 10% lượng nước được phân hủy và 90% còn lại có thể được hồi lưu lại quá trình. Để giảm nhiệt độ, các quá trình khác để tách nước ở nhiệt độ cao cũng đã được đề xuất:

- Chu trình nhiệt-hóa;
- Hệ thống kết hợp giữa phân hủy nhiệt và phân hủy điện;
- Phân hủy nước bằng xúc tác trực tiếp với sự phân tách qua màng;
- Sự phân hủy hóa học-plasma của nước trong chu trình CO_2 .

Đối với các quy trình này, dự kiến hiệu quả trên 50% và có thể giảm chi phí sản xuất hydrogen. Các vấn đề kỹ thuật đối với các quy trình nhiệt độ cao này liên quan đến phát triển vật liệu để chống ăn mòn ở nhiệt độ cao, phương tiện lưu trữ nhiệt. Các khía cạnh thiết kế và an toàn cũng rất quan trọng đối với các quá trình nhiệt độ cao. Công nghệ này còn đang trong giai đoạn nghiên cứu.

d. Phân tách nước từ nhiệt phản ứng (Thermo-chemical water splitting)

Sử dụng nhiệt độ cao từ năng lượng mặt trời hoặc từ nhiệt thải của các phản ứng điện hạt nhân và các phản ứng hóa học để tạo ra hydrogen và oxy từ nước. Đây là một công nghệ dài hạn, có khả năng phát thải khí nhà kính thấp hoặc không [i], đang trong giai đoạn nghiên cứu.

2.4. Đánh giá mức độ sẵn sàng và xu hướng phát triển công nghệ sản xuất năng lượng hydrogen trong bối cảnh chuyển dịch năng lượng

Đối với công nghệ sản xuất hydrogen xanh lam, hiện tại, công nghệ sản xuất hầu như đã trưởng thành. Vấn đề chủ yếu nằm ở công nghệ thu hồi CO_2 , quá trình thu hồi CO_2 vẫn còn nhiều hạn chế do chi phí thu hồi còn cao, công nghệ chưa tối ưu về năng lượng, nhu cầu sử dụng CO_2 hoặc chôn lấp còn hạn chế. Do đó, hầu như trong số các dự án công bố liên quan đến sản xuất hydrogen hiện nay (1.046 dự án), hơn 70% thuộc dự án sản xuất hydrogen xanh lá, sử dụng công nghệ điện phân [ii]. Công nghệ sản xuất hydrogen xanh lam đang có xu hướng cải thiện hiệu suất thu hồi, để giảm chi phí vận hành nhằm tăng tính hiệu quả khi vận hành. Đánh giá sơ bộ ỨC độ trưởng thành công nghệ tham khảo **Error! Reference source not found.**



Hình II.12. Mức độ trưởng thành công nghệ sản xuất hydrogen và CCUS

Đối với công nghệ sản xuất hydrogen xanh, Alkaline là một trong những công nghệ phổ biến và đã trưởng thành. Theo sau là PEM, hiện tại đang ở giai đoạn phát triển và cũng đã đạt được quy mô thương mại, có những ưu điểm hơn so với Alkaline nên tốc độ tăng trưởng công nghệ này đang tăng nhanh và là xu hướng sử dụng cho những dự án được công bố. Đối với SOEC, công nghệ này vẫn đang trong giai đoạn pilot, gần đây nhất, công nghệ này đã được công bố thương mại nhưng ở quy mô rất nhỏ ở Trung Quốc, đây được xem là công nghệ tiềm năng trong tương lai khi quy mô và tuổi thọ stack đảm bảo. Công nghệ sản xuất hydrogen xanh lá hiện đang được nhiều đơn vị chú trọng giảm chi phí đầu tư thiết bị, tăng hiệu suất điện phân, tăng tuổi thọ stack điện phân. Một số xu hướng công nghệ được thể hiện ở **Error! Reference source not found.**

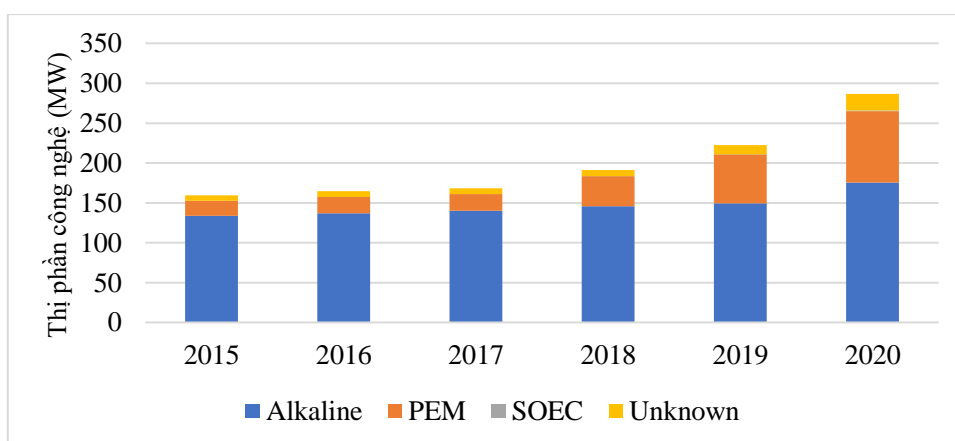
Bảng II. 2. Đặc điểm công nghệ và xu hướng phát triển công nghệ sản xuất hydrogen xanh lá

	Hiện tại 2030	Alkaline	PEM	SOE	AEM
Hiệu suất	kWh/Nm ³	4,7 4,3	4,8 4,5	3,6 3,3	4,8 (Chỉ xét cho hệ thống các tấm “Stack” điện phân)
Tuổi thọ stack	giờ	80.000 100.000	50.000 >80.000	20.000 >20.000	5000
Độ linh hoạt	Thời gian chạy ổn định khi khởi động	1 phút	<1s	<1s	<1s
Áp suất	bar	atm	<40 <70	atm<20	<35
Mức độ trưởng thành		Sẵn sàng	Sẵn sàng	Sẵn sàng 2022-2024	Đang phát triển

Nguồn: DNV, 2022

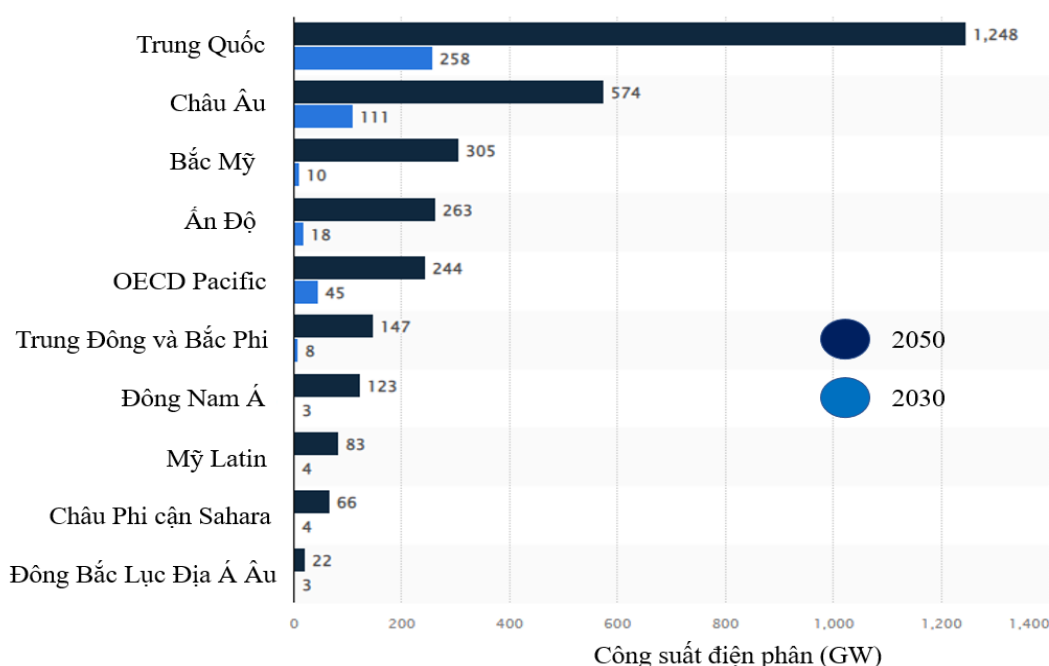
Do công nghệ điện phân dung môi kiềm hình thành sớm, nên công nghệ này hiện là công nghệ đã trưởng thành và phát triển nhất. PEM kém trưởng thành hơn. Cơ cấu thị phần và dự báo công suất công nghệ điện phân nước trên thế giới hiện tại và dự báo đến năm 2050 lần lượt được thể hiện ở các hình dưới đây. Có thể thấy rằng, Trung Quốc và Châu Âu là hai thị trường chính về điện phân trên

thế giới. Theo IEA, đến năm 2050, nhu cầu điện dùng cho quá trình điện phân để sản xuất hydrogen sẽ chiếm khoảng 20% tổng nhu cầu điện của thế giới.



Nguồn: IEA, 2021

Hình II. 13. Cơ cấu thị phần công nghệ điện phân nước trên thế giới



Nguồn: Statista.com

Hình II.14. Dự báo công suất điện phân theo từng khu vực giai đoạn 2030 và 2050

Điện phân nước thường ở nhiệt độ thấp, không cần nhiều không gian, có thể sử dụng cơ sở hạ tầng điện nước sẵn có. Do vậy, công nghệ điện phân nước có thể dùng để sản xuất hydrogen ngay tại các trạm tiếp nhiên liệu trong ngắn hạn để phát triển các phương tiện sử dụng pin nhiên liệu.

Bảng sau trình bày một số nhà bản quyền cung cấp công nghệ sản xuất hydrogen xanh. Hiện tại, các công nghệ này đều áp dụng cho nguồn nước ngọt. Đối với nguồn nguyên liệu là nước mặn hay nước biển, các công nghệ này có thể

được áp dụng sau khi nguồn nước đã được ngọt hóa. Chi phí ngọt hóa nguồn nước sẽ làm tăng chi phí sản xuất hydrogen lên 2% so với khi sử dụng nguồn nước ngọt.

Bảng II. 3. Một số nhà bản quyền cung cấp công nghệ sản xuất hydrogen xanh

STT	Nhà bản quyền	Công nghệ	Công suất	Tiêu hao năng lượng
1	PLUG POWER 5MW	PEM Electrolyser	1.000 Nm ³ /h	4,48 kWh/Nm ³
2	McLyzer	N/A	800 Nm ³ /h	4,50 kWh/Nm ³
3	NEL A3880	Atmospheric Alkaline Electrolyser	2.400-3.880 Nm ³ /h	3,8-4,4 kWh/Nm ³
4	NEL M4000	PEM Electrolyser	4.000 Nm ³ /h	4,53 kWh/Nm ³
5	Thyssenkrupp	Alkaline Electrolyser	2.000 và 4.000 Nm ³ /h	4,3 kWh/Nm ³

Bảng sau so sánh đặc điểm của hai công nghệ điện phân alkaline và PEM. Mặc dù có hiệu quả cao hơn, công nghệ điện phân SOEC vẫn đang trong giai đoạn phát triển và quy mô rất nhỏ (kW), cần nhiều thời gian để thương mại hóa nên sẽ không được phân tích sâu hơn.

Bảng II. 4. So sánh đặc điểm của hai công nghệ điện phân alkaline và PEM

Đặc điểm	Công nghệ điện phân alkaline	Công nghệ PEM
Mật độ dòng điện (A/m ²)	2.000~4.000	10.000~20.000
Áp suất làm việc (MPa)	≤ 3,2	≤ 5
Nhiệt độ làm việc (°C)	80-90	50-80
Độ tinh khiết H ₂ (%)	≥99,8	≥99,99
Nguyên liệu	Nước khử ion và alkali	Nước khử ion
Ăn mòn	Ăn mòn do kiềm	Không
Đặc điểm hoạt động	Đẳng áp	Vận hành ở áp suất khác nhau
Thể tích và khối lượng	Lớn	Nhỏ
Chi phí sản xuất	Thấp	Cao
Tuổi thọ	Dài	Trung bình

Công nghệ PEM có lợi thế quan trọng so với Alkaline liên quan đến mật độ dòng điện cao hơn, phạm vi hoạt động lớn hơn và độ tinh khiết của hydrogen thu được cao hơn, đồng thời, hệ thống PEM có thể được duy trì ở chế độ stand-by nên chỉ tiêu thụ lượng điện năng tối thiểu, khả năng kết hợp và cân bằng điện lưới từ nguồn NLTT tốt hơn, hoạt động trong thời gian ngắn. Do đó, công nghệ PEM được dự kiến cải thiện hơn trong tương lai thông qua cải thiện một số nhược điểm của công nghệ điện phân PEM nằm ở độ bền của các bộ phận và chi phí cao hơn liên quan đến các thành phần tiếp xúc trong hệ thống được chế tạo trên cơ sở titan, chẳng hạn như các tấm lưỡng cực. Mặc dù chi phí sản xuất cao nhưng với các ưu điểm đã đề cập, dự kiến công nghệ PEM này sẽ chiếm thị phần chủ yếu trong tương lai, cụ thể, trong những năm gần đây, công nghệ điện phân màng trao đổi proton (PEM) đã từng bước dần đầu và có xu hướng tăng trong sản xuất điện phân so với công nghệ điện phân kiềm dựa vào **Error! Reference source not found.**, dựa trên mức độ trưởng thành thì công nghệ PEM này có nhiều tiềm năng phát triển hơn, trong khi công nghệ alkaline đã trưởng thành. Do đó, dựa trên các yếu tố trên nhóm tác giả đề xuất sử dụng công nghệ điện phân PEM cho quá trình sản xuất hydrogen xanh vào lộ trình. Tuy nhiên, khi tích hợp vào từng nhà máy cụ thể, tùy vào nhu cầu hydrogen xanh, chi phí và thời điểm, cần đánh giá chi tiết hơn để lựa chọn công nghệ phù hợp hoặc có thể kết hợp hai công nghệ điện phân kiềm và PEM cũng là một lựa chọn.

Đối với nguồn nguyên liệu là nước mặn hay nước biển, các công nghệ này có thể được áp dụng sau khi nguồn nước đã được ngọt hóa. Chi phí ngọt hóa nguồn nước sẽ làm tăng chi phí sản xuất hydrogen lên 2% so với khi sử dụng nguồn nước ngọt. Lo ngại về sự thiếu hụt của nguồn nước ngọt, điện phân trực tiếp nước biển cũng đang được nhiều đơn vị quan tâm nghiên cứu, gần đây cũng có thử nghiệm thành công điện phân nước biển ở Trung Quốc, là bước tiến đáng kể đối với công nghệ này [iii]. Chi phí điện cũng là một trong những vấn đề hiện tại của công nghệ này do chi phí sử dụng điện lớn. Nhưng với xu hướng chi phí sản xuất điện giảm dần từ nguồn NLTT và cải thiện hiệu suất công nghệ, dẫn đến chi phí quá trình điện phân nước sẽ giảm dần, do đó, công nghệ điện phân sẽ trở thành công nghệ sản xuất hydrogen chủ yếu trong tương lai. Một số dự án sản xuất hydrogen xanh được trình bày trong bảng dưới đây.

Bảng II. 5. Một số dự án sản xuất hydrogen xanh

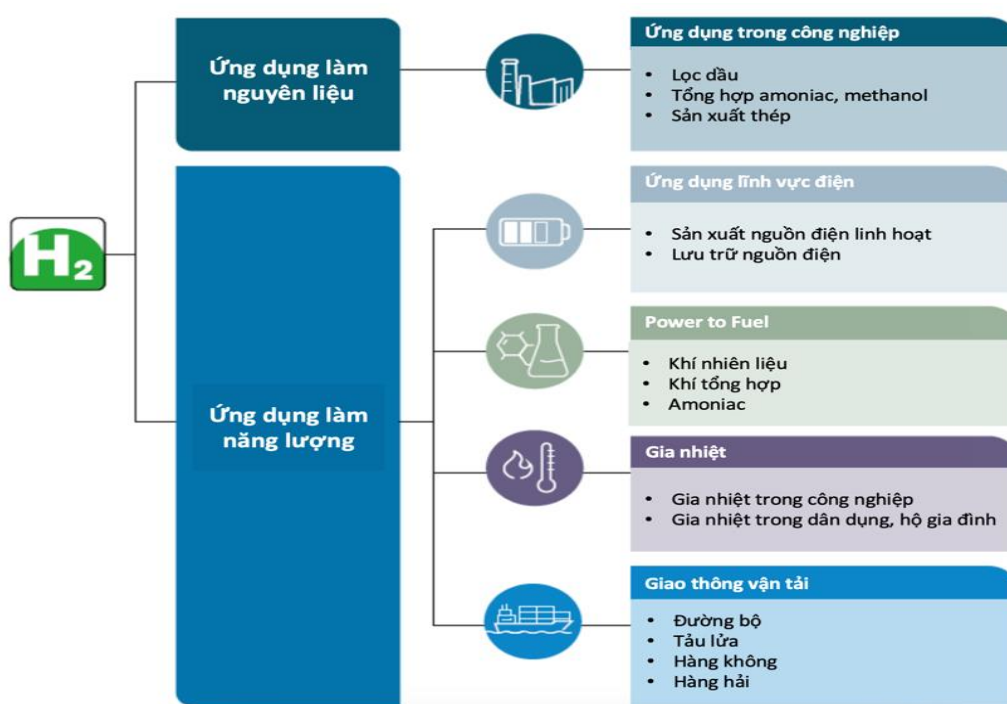
TT	Tên dự án	Công suất	Địa điểm	Vận hành
1	NEOM	200 KTA	Saudi Arabia	2026
2	Ordos	30 KTA	Trung Quốc	2024
3	FFI and TES	GĐ1: 300 KTA (2026) GĐ2: 15 MTA (2030)	CHLB Đức	2026

		GĐ3: 50 MTA (2040)		
4	Plug Power	300 KTA	Phần Lan	2030
5	WEGH	3,5 MTA	Úc	2030
6	S.A.E	15 KTA	Ai Cập	
7	Ulanqab	100 KTA	Trung Quốc	2027
8	Ten noorden van de Waddeneilanden	55 KTA	Hà Lan	2031
9	Xinjiang Kuqa	20 KTA	Trung Quốc	2023
10	OX2	225 KTA	Thụy Điển	2030

Nguồn: VPI tổng hợp, 2023

3. Ứng dụng của hydrogen

Xu hướng tăng nhu cầu hydrogen là điều tất yếu trong xu hướng chuyển dịch năng lượng, hydrogen sẽ đóng vai trò nhất định trong cơ cấu năng lượng của thế giới trong tương lai. Ứng dụng hydrogen cũng sẽ trở nên đa dạng hơn rất nhiều khi nhiều quốc gia đang hướng đến Net Zero vào năm 2050, nó sẽ không dừng lại đối với những ứng dụng truyền thống như amoniac hay lọc dầu khi chi phí sản xuất ngày càng giảm và có thể cạnh tranh được với hydrogen truyền thống. **Error! Reference source not found.** trình bày một số ứng dụng hydrogen tiềm năng.



Nguồn: IREA, 2022

Hình II. 15. Ứng dụng hydrogen tiềm năng theo lĩnh vực

3.1. Lĩnh vực dân dụng và các ngành công nghiệp

Hiện tại, hydrogen được sử dụng chủ yếu cho những ứng dụng trong lĩnh vực công nghiệp như lọc dầu, sản xuất amoniac, sản xuất methanol và một phần rất nhỏ dùng để sản xuất thép. Hydrogen có thể được sử dụng làm nhiên liệu hay nguyên liệu trong các lĩnh vực khác nhau như lọc dầu, sản xuất đạm, điện, thép, xi măng và giao thông vận tải, giúp loại bỏ phát thải carbon từ hoạt động của các lĩnh vực này. Nhu cầu hydrogen toàn cầu sẽ đạt 500-800 triệu tấn/năm vào năm 2050. Theo đó, tỷ lệ sử dụng hydrogen trong các lĩnh vực giao thông vận tải, công nghiệp hóa chất, sản xuất điện và thép lần lượt là 20, 40, 20 và 20%.

Lọc dầu là lĩnh vực tiêu thụ hydrogen lớn nhất hiện nay. Sử dụng hydrogen chủ yếu trong phân xưởng “Hydrotreatment” nhằm xử lý các nguyên liệu, bán sản phẩm như lưu huỳnh và “Hydrocracking” sử dụng hydrogen để nâng cấp các phân đoạn nặng thành các phân đoạn nhẹ hơn có giá trị cao hơn, cần khoảng 10 kg hydrogen cho 1 tấn bitumen sau khi xử lý. Nguồn cung hydrogen chủ yếu hiện nay cho lĩnh vực lọc dầu đến từ những sản phẩm phụ trong nhà máy (CCR), SMR,... Một số nơi mua từ bên ngoài hoặc từ khí hoá than. Với yêu cầu cao về tiêu chuẩn nhiên liệu để bảo vệ môi trường, yêu cầu hàm lượng lưu huỳnh trong nhiên liệu ngày càng thấp nên dẫn đến sẽ cần nhiều hydrogen hơn để xử lý. Một số quốc gia như Trung Quốc đã yêu cầu nhiên liệu GTVT (xăng, diesel) có hàm lượng lưu huỳnh dưới 0,0015%. Tổ chức hàng hải cũng yêu cầu nhiên liệu cho tàu không vượt quá 0,5% lưu huỳnh. Theo IEA (2022), đến năm 2030, nhu cầu hydrogen trong lĩnh vực lọc dầu đạt khoảng 45 triệu tấn/năm, trong đó, chỉ có khoảng 3% hydrogen đi từ các nguồn phát thải thấp như hydrogen xanh và hydrogen lam.

Đối với lĩnh vực hoá chất (amoniac, methanol), nhu cầu tiêu thụ chiếm phần lớn. Amoniacc được sử dụng chủ yếu để ứng dụng cho lĩnh vực phân bón như Urea, AN,... Ngoài ra còn ứng dụng sản xuất chất nổ, sợi tổng hợp và các vật liệu khác. Methanol được sử dụng đa dạng hơn như formandehyde, methyl methacrylate và nhiều loại dung môi khác nhau. Dự báo nhu cầu amoniacc sẽ tiếp tục tăng với mức tăng trưởng khoảng 1,7%/năm và tốc độ tăng trưởng methanol khoảng 3,6%/năm đến 2030 nên nhu cầu sử dụng hydrogen sẽ tăng theo. Đặc biệt, nếu xét đến tiềm năng cho quá trình vận chuyển, lưu trữ hydrogen thì nhu cầu amoniacc hoặc methanol có thể sẽ tăng đáng kể. Trong khi nhu cầu sử dụng hydrogen sạch trong sản xuất ammoniac tăng mạnh, sự ứng dụng trong công nghiệp sản xuất methanol chỉ mới đang ở giai đoạn khởi đầu. Theo IEA (2022), đến năm 2030, nhu cầu hydrogen sạch trong sản xuất ammoniac methanol sẽ đạt lần lượt là 2,1 và 0,5 triệu tấn/năm.

Đối với ngành công nghiệp sản xuất thép, chủ yếu sử dụng than để làm chất khử quặng sắt trong công nghệ blast furnace-basic oxygen furnace (BF-BOF) chiếm 90%, khi đó một lượng lớn hỗn hợp khí thải được sinh ra bao gồm hydrogen, CO, CO₂,... Dòng khí này thường được dẫn đến cấp cho các nhà máy điện. Trung bình, cứ 1 tấn thép thô sản xuất sẽ thải ra 1,4 tấn CO₂. Một phần rất

nhỏ nhu cầu sử dụng hydrogen từ công nghệ Direct reduced iron (DRI), hiện là công nghệ đang sử dụng hydrogen kết hợp CO làm chất khử, phần lớn đi từ khí thiên nhiên. Với những chính sách mới liên quan đến môi trường như thuế carbon, xu hướng sử dụng, phát triển công nghệ DRI hiệu quả hơn với hàm lượng hydrogen trong dòng khí có thể lên đến 100% kết hợp nguồn điện cung cấp cho lò hồ quang điện EAF từ nguồn năng lượng tái tạo. Theo IEA (2022), đến năm 2030, khoảng 1,8 triệu tấn hydrogen sạch/năm sẽ được sử dụng trong sản xuất thép theo công nghệ DRI.

Đối với lĩnh vực dân dụng, có thể sử dụng hydrogen như nguồn nhiên liệu để gia nhiệt, hiện tại, trên thế giới chiếm khoảng 30% năng lượng cuối sử dụng cho lĩnh vực này như nấu ăn, nước nóng, làm ấm,... đến từ các nguồn như biomass, nhiên liệu có nguồn gốc từ hoá thạch, thiết bị điện truyền thống,... Hydrogen cũng được xem là ứng cử viên trong lĩnh vực này thông qua quá trình phối trộn khí, sản xuất methane, pin nhiên liệu, 100% hydrogen nhiên liệu,... Ngoài ra, vẫn có nhiều nghiên cứu đề cập ứng dụng hydrogen cho lĩnh vực sản xuất xi măng thay thế nhiên liệu trong Clinker. Tuy nhiên, hiện tại, các ứng dụng này vẫn chưa phát triển và còn nhiều hạn chế về công nghệ và chi phí.

3.2. Lĩnh vực năng lượng

Đối với lĩnh vực gia nhiệt công nghiệp, hydrogen có tiềm năng là nguồn nhiên liệu trong tương lai để cung cấp nhiệt cho quá trình nóng chảy, khí hoá, làm khô, cung cấp nhiệt cho các phản ứng hoá học,... Nhiệt có thể sử dụng trực tiếp (lò đốt) hoặc gián tiếp (sản xuất hơi). Ba khoảng nhiệt độ cung cấp phổ biến bao gồm nhiệt độ thấp ($<100^{\circ}\text{C}$), nhiệt độ trung bình ($100-400^{\circ}\text{C}$), nhiệt độ cao ($>400^{\circ}\text{C}$). Tuy nhiên, theo đánh giá, với chi phí khá đắt đỏ, bioenergy được đánh giá có tính cạnh tranh hơn đối với lĩnh vực này.

Đối với lĩnh vực sản xuất và lưu trữ điện năng, hiện tại, hydrogen có thể sử dụng để sản xuất amoniac đốt kèm trong nhà máy điện than, sử dụng trong turbine khí với hàm lượng lên đến 100% hoặc phối trộn khí thiên nhiên hoặc dự phòng cho hệ thống điện (Polymer electrolyte membrane fuel cells (PEMFCs), Phosphoric acid fuel cells (PAFCs), Molten carbonate fuel cells (MCFCs) và solid oxide fuel cells (SOFCs)). Hydrogen được xem là một trong các giải pháp lưu trữ năng lượng tái tạo trong dài hạn và giúp ổn định hệ thống lưới điện khi tiếp nhận các nguồn điện tái tạo không ổn định.

3.3. Lĩnh vực khác

Ngoài những ứng dụng đã được đề cập trước đó, với xu hướng chuyển dịch năng lượng, hydrogen sẽ được ứng dụng nhiều hơn cho nhiều lĩnh vực khác nhau.

Đối với lĩnh vực GTVT, hydrogen có thể trở thành nhiên liệu sạch cho lĩnh vực này thông qua công nghệ pin tế bào nhiên liệu (Hydrogen fuel cell vehicles - FCEVs)- không phát thải. Hydrogen cũng có thể ứng dụng chuyển đổi thành khí methane tổng hợp, methanol, amoniac, nhiên liệu lỏng tổng hợp,..., là những nguồn tiềm năng ứng dụng cho lĩnh vực GTVT. Với mục tiêu xanh hóa trong lĩnh vực GTVT, việc thay thế các loại Phương tiện GTVT sử dụng nhiên liệu hóa thạch

truyền thống bằng các loại phương tiện giao thông sạch hơn như xe điện và xe pin nhiên liệu được đẩy mạnh tại nhiều quốc gia. Trong giai đoạn 2019-2021, lượng tiêu thụ hydrogen trong lĩnh vực GTVT đã tăng 60%. Theo IEA (2022), đến năm 2030, nhu cầu hydrogen trong GTVT có thể đạt 0,7 triệu tấn/năm (kịch bản cơ sở) cho đến 8 triệu tấn/năm (kịch bản cao). Một số phân tích những thách thức, cơ hội sơ bộ đối với lĩnh vực GTVT được thể hiện ở **Error! Reference source not found..**

Bảng II. 6. Một số cơ hội và thách thức trong lĩnh vực GTVT

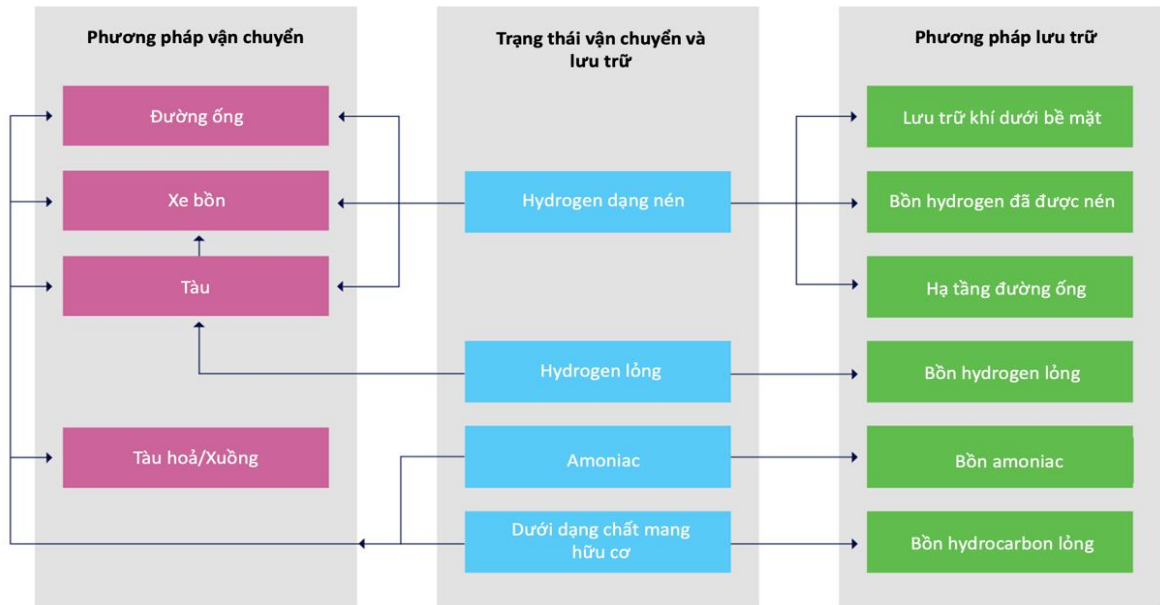
Phương tiện	Cơ hội	Thách thức
Ô tô, xe tải hạng nhẹ, Xe tải và xe buýt (xe hạng nặng)	Thời gian nạp liệu ngắn, thiết bị lưu trữ nhiên liệu nhẹ, không phát thải, nguyên liệu làm fuel cell ít phải thải hơn so với pin lithium, khoảng cách di chuyển và công suất lớn.	Chi phí xây dựng trạm tiếp nhiên liệu, chi phí pin và lưu trữ còn cao, hiệu suất. Đối với power-to-liquid, tiêu thụ điện lớn và chi phí cao. Amoniac: ăn mòn và không an toàn với người dùng cuối.
Hàng hải	Là ứng cử viên cho các yêu cầu khử carbon của các quốc gia và chiến lược khử carbon của IMO.	Hydrogen: Chi phí lưu trữ cao hơn nhiên liệu khác. Hydrogen/Amoniac: mất mát trong quá trình tồn chứa do tỷ trọng thấp.
Đường sắt	Xe lửa hydrogen có thể cạnh tranh nhất trong vận tải hàng hóa đường sắt.	Chi phí, công nghệ.
Hàng không	Có thể cung cấp nguồn năng lượng tại các cảng và trong quá trình bay. Ngành hàng không là một trong những ngành sẽ có những thay đổi lớn nếu đặt mục tiêu trung hòa carbon. Công nghệ fuel cell áp dụng cho máy bay cỡ nhỏ, bay ngắn, còn chặng dài sử dụng hydrogen sạch hay nhiên liệu xăng tổng hợp từ hydrogen sạch.	Chi phí, công nghệ, thay đổi thiết kế máy bay, cùng cơ sở hạ tầng sân bay.

4. Công nghệ tồn trữ, vận chuyển và phân phối sử dụng hydrogen

Có nhiều phương pháp để tồn chứa, vận chuyển và phân phối sử dụng hydrogen hiện nay, bao gồm:

- Đối với tồn chứa: hydrogen có thể tồn chứa dưới dạng hydrogen nén, làm lạnh, amoniac hoặc chất mang sẽ được tồn chứa trong các công nghệ tương ứng;
- Đối với vận chuyển và phân phối: có thể vận chuyển, phân phối bằng hệ thống đường ống, xe bồn, tàu,...yếu tố lựa chọn công nghệ vận chuyển phụ thuộc vào nhiều yếu tố như công suất, chi phí, ứng dụng, thị trường, độ an toàn,...

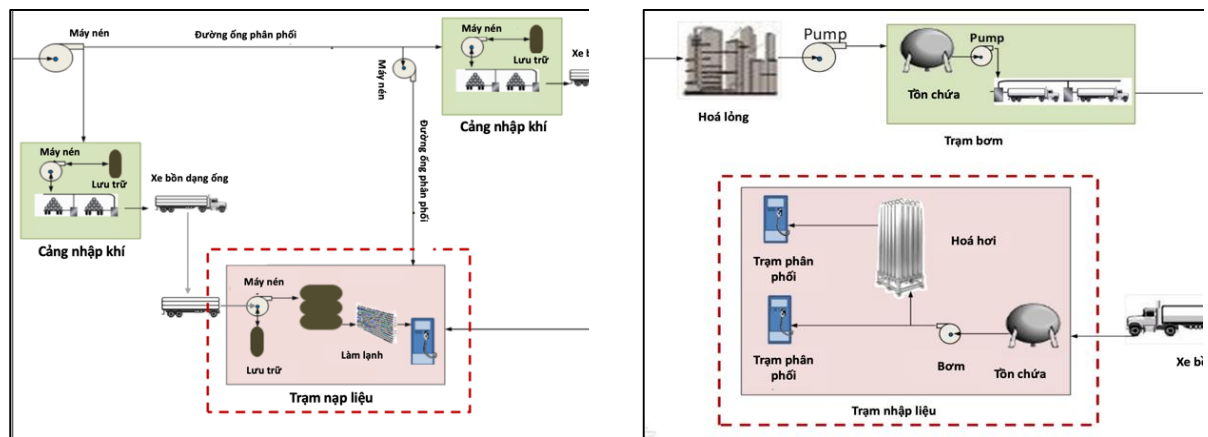
Tổng quan quá trình tồn trữ, vận chuyển và phân phối sử dụng hydrogen được thể hiện ở **Error! Reference source not found..**



Nguồn: DNV, 2022

Hình II. 16. Tổng quan các phương án cho vận chuyển, phân phối và lưu trữ hydrogen

Quá trình tồn chứa, vận chuyển hydrogen dưới dạng amoniac hiện này hầu như đã trưởng thành. Tuy nhiên, đối với các công nghệ hoá lỏng hydrogen vẫn còn chưa hiệu quả, chi phí còn cao, độ an toàn và quy mô còn ở mức nhỏ (1-10 tấn/ngày) và trung bình (10-5- tấn/ngày) do điều kiện hoá lỏng hydrogen rất sâu (-253°C). Sơ đồ công nghệ vận chuyển, phân phối hydrogen dạng khí và lỏng được thể hiện ở **Error! Reference source not found..**



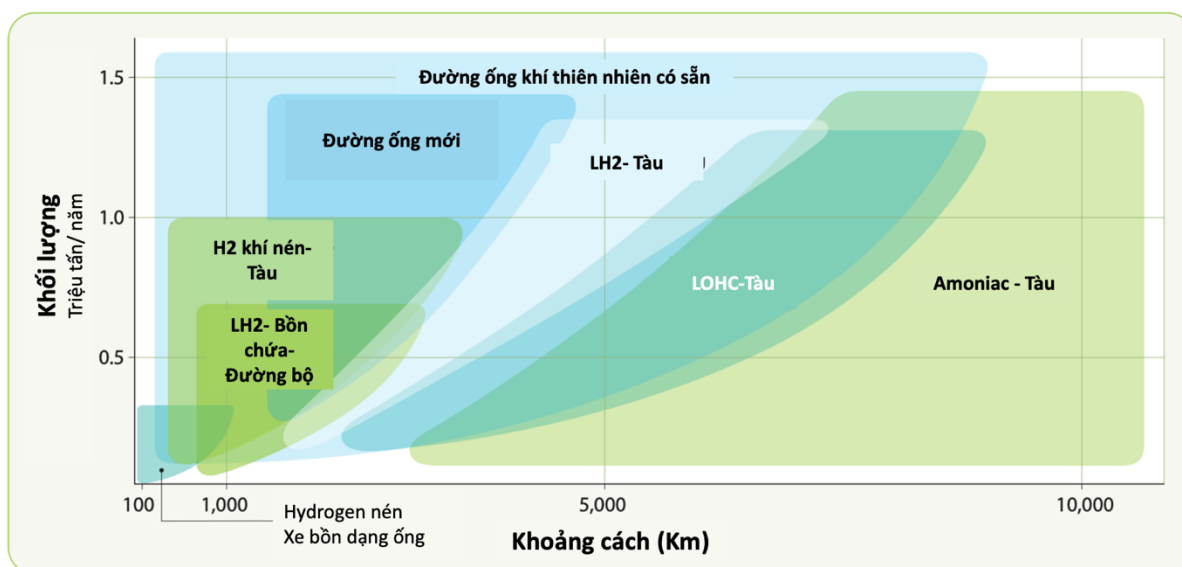
Dạng khí

Dạng lỏng

Nguồn: Argonne, 2022

Hình II. 17 **Error! Reference source not found..** Sơ đồ công nghệ vận chuyển, phân phối hydrogen dạng khí và lỏng

Error! Reference source not found. trình bày một số phương pháp vận chuyển hydrogen theo khoảng cách và công suất. Hiện tại, các công nghệ hầu như đều có xu hướng cải thiện công suất công nghệ để đáp ứng nhu cầu trong tương lai.

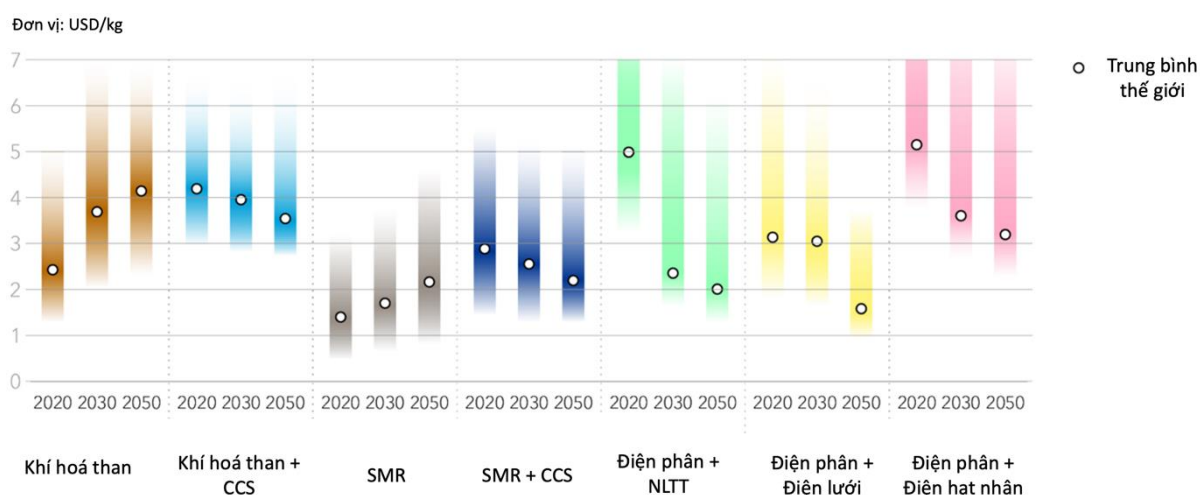


Nguồn: decarbonisationtechnology, 2023

Hình II. 18. Một số phương pháp thích hợp để vận chuyển hydrogen theo khoảng cách và công suất

5. Chi phí sản xuất, tồn trữ, vận chuyển và phân phối sử dụng hydrogen

Liên quan đến chi phí hydrogen, tùy vào loại hydrogen thì xu hướng chi phí sản xuất sẽ khác nhau. Giai đoạn 2020-2050, xu hướng chi phí hydrogen xanh lá, xanh lam,... sẽ giảm dần, đạt trung bình khoảng 1-2 USD/kg vào 2050. Chi phí hydrogen xám sẽ tăng dần do dự báo giá khí ngày càng tăng và việc áp dụng định giá carbon của nhiều quốc gia trên thế giới, dẫn đến chi phí hydrogen xám tăng dần trong tương lai. Trong khi đó, chi phí sản xuất hydrogen xanh sẽ giảm dần do sự phát triển công nghệ, nâng quy mô công suất và giá điện tái tạo ngày càng giảm. Trong cơ cấu chi phí sản xuất hydrogen xanh, chi phí NLTT và thiết bị điện phân chiếm tỷ trọng cao nhất, 86% LCOH (GIZ, 2021). Hiện tại, LCOE của NLTT tại một số khu vực trên thế giới đã giảm đáng kể và trở nên rẻ hơn so với các nguồn điện hóa thạch, dẫn đến giảm chi phí sản xuất hydrogen xanh. Theo BloombergNEF (2023), Brazil là quốc gia sản xuất hydrogen xanh từ điện gió trên bờ với chi phí thấp nhất, 2-4 USD/kg, trong khi đó, LCOH của hydrogen xanh sản xuất từ điện mặt trời tại Indonesia có giá trị cao nhất, 6-12 USD/kg. Đến năm 2050, LCOH của hydrogen xanh tại một số khu vực trên thế giới có thể đạt khoảng 1-2 USD/kg và có thể cạnh tranh được với các loại hydrogen truyền thống đi từ nhiên liệu hóa thạch. **Error! Reference source not found.** trình bày dự báo xu hướng chi phí LCOH trung bình thế giới giai đoạn 2020-2050.

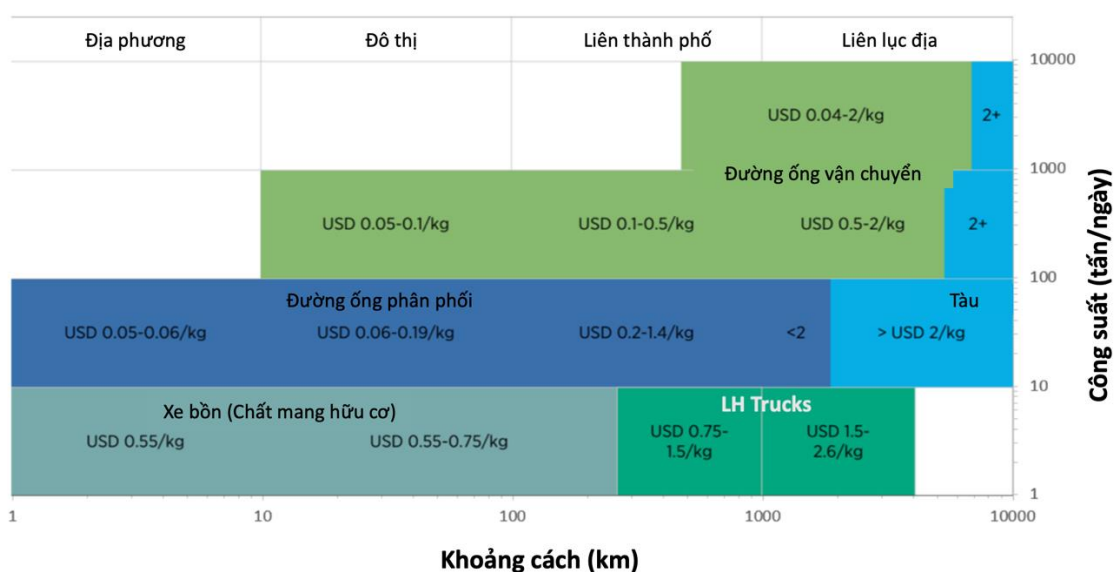


Nguồn: DNV, 2022

Hình II. 19. Dự báo xu hướng chi phí LCOH trung bình thế giới giai đoạn 2020-2050

So sánh tương đối chi phí vận chuyển theo nhiều dạng vận chuyển khác nhau theo khoảng cách được thể hiện ở **Error! Reference source not found.** Có thể thấy, chi phí trung bình cho các phương pháp vận chuyển hydrogen như sau:

- Chi phí vận chuyển bằng đường ống: 0,05-2 USD/kg;
- Chi phí phân phối bằng đường ống: 0,05-1,4 USD/kg;
- Chi phí vận chuyển và phân phối bằng xe bồn dạng khí: 0,55-0,75 USD/kg;
- Chi phí vận chuyển và phân phối bằng xe bồn dạng lỏng: 0,75-2,6 USD/kg.



Nguồn: GIZ, 2023

Hình II. 20. So sánh chi phí vận chuyển hydrogen dựa trên khoảng cách và khối lượng theo công nghệ

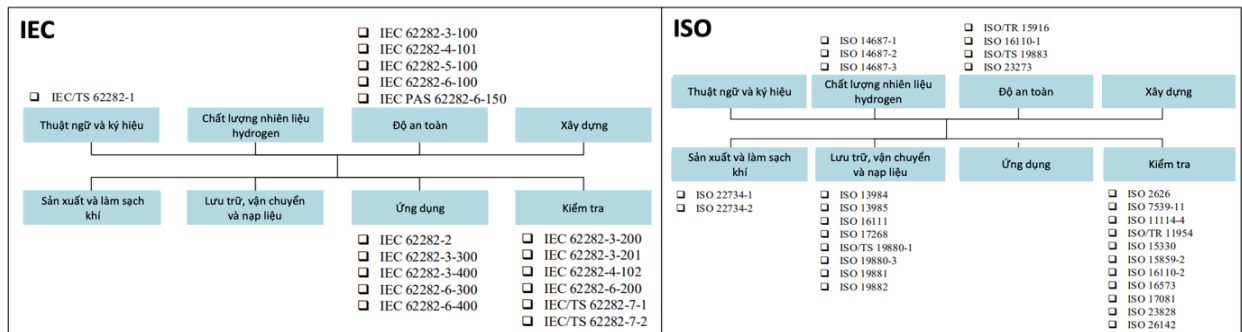
6. Các quy định tiêu chuẩn, quy chuẩn trong sản xuất, tồn trữ, vận chuyển và phân phối sử dụng hydrogen

Các tiêu chuẩn trong sản xuất, tồn trữ, vận chuyển và phân phối là rất cần thiết để thiết lập một môi trường an toàn và thị trường thống nhất cho các thiết bị và hệ thống hydrogen thương mại. Tổ chức tiêu chuẩn hóa quốc tế (International Organization for Standardization-ISO) và Ủy ban kỹ thuật điện quốc tế (International Electrotechnical Commission-IEC) là hai tổ chức phát triển tiêu chuẩn quốc tế quan trọng.

- Tổ chức tiêu chuẩn hóa quốc tế (ISO/TC 197) chuyên về tiêu chuẩn hóa trong lĩnh vực hệ thống và thiết bị để sản xuất, lưu trữ, vận chuyển, đo lường và sử dụng hydrogen;

- Ủy ban kỹ thuật điện quốc tế chuyên xây dựng tiêu chuẩn công nghệ pin nhiên liệu cho tất cả các loại pin nhiên liệu và các loại ứng dụng bao gồm cả hệ thống điện pin nhiên liệu, pin nhiên liệu cho giao thông vận tải, hệ thống điện nhiên liệu di động,...

Hiện tại, có khoảng 28 tiêu chuẩn ISO và 17 tiêu chuẩn IEC liên quan đến hydrogen đã được ban hành. Tiêu chuẩn xây dựng tập trung vào khung tiêu chuẩn của hydrogen bao gồm: Ký hiệu, chất lượng nhiên liệu hydrogen, độ an toàn, xây dựng, sản xuất và làm sạch khí, tồn trữ, vận chuyển và nạp liệu, ứng dụng năng lượng hydrogen và những kiểm tra mẫu liên quan đến hydrogen. Một số tiêu chuẩn cụ thể từ ISO và IEC được thể hiện ở **Error! Reference source not found..**



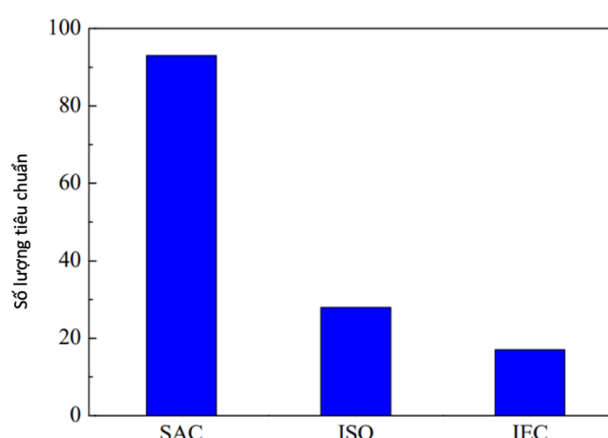
		ISO 14687-2:2012	Chất lượng hydrogen dùng trong pin nhiên liệu PEM cho các phương tiện GTVT đường bộ.
		ISO 14683-3:2014	Chất lượng hydrogen dùng trong pin nhiên liệu PEM cho các thiết bị tĩnh.
	An toàn	ISO/TR 15916:2015	Quy định cơ bản về an toàn cho hệ thống hydrogen
		ISO 16110-1:2017	Quy định về an toàn cho thiết bị sản xuất hydrogen từ nhiên liệu
		ISO/TS 19883:2017	Quy định về an toàn cho hệ thống PSA để phân tách và làm sạch hydrogen
		ISO 23273:2013	Quy định về an toàn cho các phương tiện GTVT đường bộ sử dụng pin nhiên liệu
	Sản xuất và làm sạch hydrogen	ISO 22734-1:2008	Thiết bị sản xuất hydrogen bằng điện phân nước dùng cho các ứng dụng công nghiệp và thương mại
		ISO 22734-2:2011	Thiết bị sản xuất hydrogen bằng điện phân nước dùng cho các ứng dụng khác
	Tồn trữ, vận chuyển và nạp hydrogen	ISO 13985:2006	Hydrogen lỏng – Bình chứa nhiên liệu cho phương tiện GTVT đường bộ
		ISO 16111:2018	Các bình chứa khí vận chuyển được – Hydrogen hấp thụ thuận nghịch thành hydrua kim loại
		ISO 19881:2018	Khí hydrogen - Bình chứa nhiên liệu cho phương tiện GTVT đường bộ
		ISO 19882:2018	Khí hydrogen – Các thiết bị giảm áp dùng cho các bình chứa nhiên liệu hydrogen nén của phương tiện GTVT
		ISO 13984:1999	Hydrogen lỏng – Giao diện của hệ thống nhiên liệu dùng cho phương tiện GTVT đường bộ
		ISO 17268:2012	Thiết bị kết nối dùng cho quá trình nạp nhiên liệu của các phương tiện

			GTVT đường bộ sử dụng khí hydrogen
		ISO/TS 19880-1:2016	Khí hydrogen – Các yêu cầu chung cho trạm nạp nhiên liệu
		ISO 19880-3:2018	Khí hydrogen – Valve dùng cho trạm nạp nhiên liệu
	Thử nghiệm	ISO 2626:1973	Đồng – Thử nghiệm gây giòn bởi tác động hydrogen
		ISO 7539-11:2013	Ăn mòn kim loại và hợp kim – Thử nghiệm ăn mòn ứng suất
		ISO 11114-4:2017	Các bình chứa khí vận chuyển được – Độ tương thích của vật liệu bình và valve với khí tồn chứa
		ISO 15330:1999	Thử nghiệm với tải để đánh giá tác động giòn do hydrogen
		ISO 16573:2015	Thép – Phương pháp đo độ kháng giòn do hydrogen cho các loại thép có độ bền cao
		ISO 17081:2014	Phương pháp đo độ thấm hydrogen và xác định lượng hydrogen hấp thụ vào kim loại bằng kỹ thuật điện hóa
		ISO/TR 11954:2008	Phương tiện GTVT đường bộ sử dụng pin nhiên liệu – Đo tốc độ cực đại
		ISO 15859-2:2004	Hệ thống không gian – các đặc tính của lưu chất, lấy mẫu và thử nghiệm
		ISO 23828:2013	Phương tiện GTVT đường bộ sử dụng pin nhiên liệu – Đo tiêu hao năng lượng – các phương tiện GTVT được nạp nhiên liệu hydrogen nén
		ISO 16110-2:2010	Thiết bị sản xuất hydrogen từ nhiên liệu – Thử nghiệm hiệu quả
		ISO 26142:2010	Thiết bị phát hiện hydrogen dùng cho các ứng dụng tĩnh
IEC	Thuật ngữ, hình vẽ và ký hiệu	IEC/TS 62282-1:2013	Thuật ngữ dùng cho các công nghệ pin nhiên liệu

	An toàn	IEC 62282-3-100:2019	Công nghệ pin nhiên liệu – An toàn cho các hệ thống điện pin nhiên liệu tĩnh
		IEC 62282-4-101:2014	Công nghệ pin nhiên liệu – Hệ thống điện pin nhiên liệu dùng cho động cơ đẩy trừ phương tiện GTVT đường bộ và bộ nguồn phụ trợ
		IEC 62282-5-100:2018	Công nghệ pin nhiên liệu – An toàn cho các hệ thống pin nhiên liệu vận chuyển được
		IEC 62282-6-100:2010	Công nghệ pin nhiên liệu – An toàn cho các hệ thống điện vi pin nhiên liệu
		IEC PAS 62282-6-150:2011	Công nghệ pin nhiên liệu – An toàn cho các hệ thống điện vi pin nhiên liệu – các hợp chất phản ứng với nước trong pin nhiên liệu PEM gián tiếp
	Ứng dụng hydrogen	IEC 62282-2:2012	Công nghệ pin nhiên liệu – Các mô đun pin nhiên liệu
		IEC 62282-3-300:2012	Công nghệ pin nhiên liệu – Lắp đặt hệ thống điện pin nhiên liệu tĩnh
		IEC 62282-3-400:2016	Công nghệ pin nhiên liệu – Hệ thống pin nhiên liệu tĩnh – Hệ thống pin nhiên liệu tĩnh công suất nhỏ với kết hợp nhiệt và điện ở đầu ra
		IEC 62282-6-300:2012	Công nghệ pin nhiên liệu – Hệ thống điện vi pin nhiên liệu – Khả năng thay thế cartridge nhiên liệu
		IEC 62282-6-400:2019	Công nghệ pin nhiên liệu - Hệ thống điện vi pin nhiên liệu – Khả năng thay thế nguồn điện và dữ liệu
	Thử nghiệm	IEC 62282-3-200:2015	Công nghệ pin nhiên liệu – Hệ thống điện pin nhiên liệu tĩnh – Các phương pháp thử nghiệm hiệu quả
		IEC 62282-3-201:2017	Công nghệ pin nhiên liệu - Hệ thống điện pin nhiên liệu tĩnh – Các phương pháp thử nghiệm hiệu quả cho hệ thống điện pin nhiên liệu công suất nhỏ
		IEC 62282-4-102:2017	Công nghệ pin nhiên liệu – Hệ thống điện pin nhiên liệu cho các

			xe tải điện công nghiệp – Các phương pháp thử hiệu quả
		IEC 62282-6-200:2016	Công nghệ pin nhiên liệu – Hệ thống điện vi pin nhiên liệu – Các phương pháp thử nghiệm hiệu quả
		IEC/TS 62282-7-1:2017	Công nghệ pin nhiên liệu – Các phương pháp thử nghiệm hiệu quả của đơn tế bào nhiên liệu PEFC
		IEC/TS 62282-7-2:2014	Công nghệ pin nhiên liệu – Các phương pháp thử nghiệm hiệu quả của đơn tế bào và stack nhiên liệu SOFC

Hiện tại, với nhu cầu tiêu thụ lớn hydrogen lớn nhất thế giới, Trung Quốc (SAC) đã ban hành số lượng tiêu chuẩn quốc gia về hydrogen nhiều gấp 3-4 lần so với hai tổ chức IEC và ISO, bao gồm các tiêu chuẩn về thuật ngữ, chất lượng nhiên liệu hydrogen, an toàn, xây dựng trạm nạp hydrogen, sản xuất và làm sạch hydrogen, tồn trữ, vận chuyển và nạp hydrogen, ứng dụng và phương pháp thử nghiệm hydrogen.



Nguồn: *Hydrogen Standards for China, 2019*

Hình II. 22. Thống kê số lượng tiêu chuẩn hydrogen từ các tổ chức ISO và IEC

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

Theo BloombergNEF (2023), cho đến năm 2022, đã có 42 nền kinh tế trên thế giới công bố Chiến lược phát triển hydrogen cùng với lộ trình và mục tiêu cụ thể cần đạt đến năm 2050. Ngoài ra, có 36 quốc gia và khu vực đang trong giai đoạn soạn thảo và chuẩn bị ban hành, trong đó có Việt Nam. Một số quốc gia và khu vực đi đầu về ban hành và thực thi chiến lược phát triển hydrogen như: Châu Âu, Hoa Kỳ, Trung Quốc, Hàn Quốc,... Tóm tắt các điểm chính về chiến lược và khung pháp lý phát triển lĩnh vực năng lượng hydrogen tại một số nước trên thế giới được trình bày chi tiết tại phụ lục đính kèm. Một số bài học kinh nghiệm từ chính sách phát triển của một số quốc gia trên thế giới như sau:

- Giai đoạn đầu cần chú trọng xây dựng khung chính sách. Quá trình chuyển đổi thực tế và tỷ lệ các loại hydrogen phần lớn sẽ được thúc đẩy bởi ảnh hưởng của thị trường và môi trường pháp lý. Giá carbon và các chính sách khác, chẳng hạn như quy định pha trộn amoniac hoặc nhiên liệu sạch có thể được sử dụng để đẩy nhanh quá trình loại bỏ này. Trong trường hợp không có các chính sách như vậy, chỉ dựa vào các cam kết của ngành và áp lực của người tiêu dùng sẽ không đạt được mục tiêu net-zero;

- Bên cạnh các chính sách quy định, tiêu chuẩn, khuyến khích tài chính, việc 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 (thu hút đầu tư tư nhân). Chính sách các ưu đãi giảm dần đã được sử dụng để kích thích triển khai các công nghệ liên quan đến hydrogen;

- Việc xây dựng lộ trình, mục tiêu cho các ứng dụng khử carbon bằng hydrogen sạch được dựa trên cơ hội sản xuất hydrogen sạch 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;

- Đầu tư xây dựng các trung tâm/cụm thí điểm (trong đó, người sản xuất/người dùng/hạ tầng ở cùng địa điểm), thành phố thí điểm;

- Các nhà sản xuất và người sử dụng hydrogen quốc tế sẽ cần hợp tác về tiêu chuẩn, công nghệ và chứng nhận hydrogen;

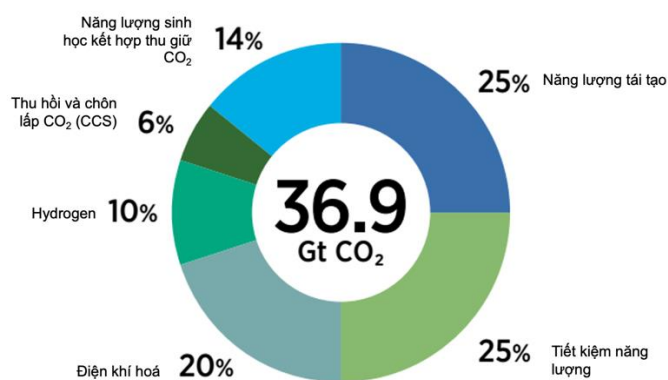
- An toàn và an ninh trong sản xuất và sử dụng hydrogen rất quan trọng. Cải cách quy định cụ thể là cần thiết và phải được thực hiện trên toàn bộ chuỗi giá trị hydrogen để đảm bảo an toàn và bảo mật trong sản xuất, lưu trữ, phân phối và vận chuyển cũng như ứng dụng của người dùng cuối;

- Các chiến lược được điều chỉnh, cập nhật theo định kỳ được đề ra hoặc khi cần thiết. Và sẽ tốt hơn nữa nếu có thể đánh giá việc thực hiện cũng như tiến độ phát triển hàng năm từ 1 tổ chức độc lập để có điều chỉnh hợp lý.

Hiện nay, việc phụ thuộc vào Trung Quốc trong lĩnh vực nguồn kim loại quan trọng có thể là một trở ngại để thực hiện quá trình CDNL, nhất là đối với các nước đã phát triển, do đó họ đang cố gắng tìm kiếm, xác định các nguồn tiềm năng mới. Bên cạnh việc xúc tiến đánh giá khả năng sản xuất và sử dụng hydrogen xanh ở Việt nam (đòi hỏi phải có một hệ thống chính sách, hạ tầng và đầu tư phù hợp, bên cạnh các nguồn NLTT, diện tích sử dụng), nên cân nhắc việc bắt đầu xác định khả năng tham gia của Việt nam vào công đoạn nào trong toàn bộ chuỗi giá trị của hydrogen, với đối tác công nghiệp tiên tiến nào, để sử dụng hiệu quả nguồn tài nguyên khoáng sản kim loại quan trọng (ví dụ đất hiếm). Như vậy cần hợp tác về công nghệ đánh giá trữ lượng, khai thác và chế biến kim loại, chế tạo các hợp phần.

III. Vai trò và xu hướng phát triển ứng dụng hydrogen trong bối cảnh chuyển dịch năng lượng, hướng đến mục tiêu Net-Zero

Quá trình chuyển dịch năng lượng đã và đang xảy ra nhằm giảm dần phát thải từ các hoạt động của con người, với 05 trụ cột chính, bao gồm: (1) Tiết kiệm năng lượng; (2) Năng lượng tái tạo; (3) Điện khí hóa; (4) Thu hồi và lưu giữ hoặc sử dụng CO₂ (CCUS); và (5) Hydrogen. Hydrogen được xem là một loại năng lượng sạch và là một trong các giải pháp hướng đến một nền kinh tế không phát thải vào năm 2050. Theo đó, các loại hydrogen được sản xuất từ các nguồn nhiên liệu hóa thạch (hydrogen xám/nâu) sẽ dần được chuyển đổi sang các loại hydrogen sạch (hydrogen xanh/lam). Trong cơ cấu giảm phát thải để đạt mục tiêu Net Zero, hydrogen đóng góp khoảng 10% vào lượng giảm phát thải toàn cầu vào năm 2050 (xem **Error! Reference source not found.**).



Nguồn: IRENA, 2022

Hình II. 23. Cơ cấu đóng góp của các giải pháp giảm phát thải đối với mục tiêu Net Zero vào năm 2050

EU tập trung phát triển hydrogen xanh và đặt mục tiêu đạt 13-14% là hydrogen 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. Trung Quốc đã xác định hydrogen đóng vai trò then chốt để đạt được nền kinh tế không phát thải vào 2060, và đặt mục tiêu đạt lần lượt là 5% và 10% trong cơ cấu năng lượng vào năm 2030 và 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 carbon 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.

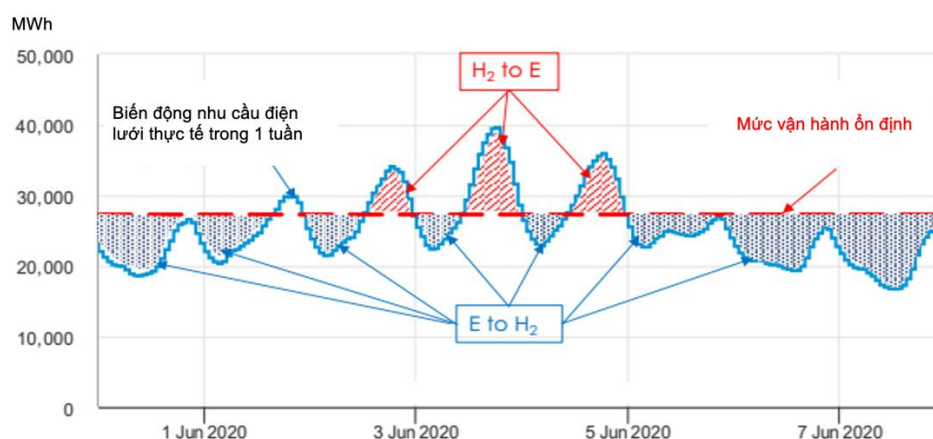
Điện được sản xuất từ hydrogen thông qua công nghệ pin nhiên liệu (fuel cells) tại các nhà máy điện pin nhiên liệu (fuel cell power plants) với mức tiêu hao ~42 tấn hydrogen/GWh. Tại Việt Nam, lượng phát thải CO₂ từ sản xuất điện than đang ở mức khoảng 1.200 tấn CO₂/GWh, cao hơn mức phát thải trung bình của thế giới trong lĩnh vực này (900 - 1.000 tấn CO₂/GWh) và góp phần vào 50% tổng lượng phát thải quốc gia. Như vậy, khi sử dụng hydrogen xanh để sản xuất điện thay thế cho điện than thì mức phát thải này có thể được xem là giảm về 0. Đây là mức giảm đáng kể đối với quốc gia có nhu cầu tiêu thụ điện cao như Việt Nam. Ngoài ra, có thể kết hợp sản xuất hydrogen xanh cạnh các nhà máy Điện ở khu vực có tiềm năng về NLTT để phối trộn hydrogen với khí thiên nhiên, làm nhiên

liệu cho gas turbine để phát điện khi mà nguồn cung khí trong nước đang giảm dần. Khi đó, trong trường hợp nhà máy hydrogen bên cạnh hoặc nằm trong nhà máy điện, cần trang bị thêm hệ thống bồn chứa và đường ống đến nhà máy điện hiện hữu, trường hợp nhà máy hydrogen nằm xa nhà máy, có thể xem xét sử dụng các xe bồn để vận chuyển hydrogen đến các nhà máy điện không có khả năng sản xuất hydrogen xanh. Do đó, đây cũng có thể xem là hướng phát triển của chuỗi hydrogen sạch nhằm giảm thiểu phát thải CO₂ trong tương lai. Hiện tại nhiều nước trên thế giới đã lên kế hoạch phát triển dự án này. Tại Hoa Kỳ, một số nhà máy điện đã công bố kế hoạch hoạt động về việc phối trộn hỗn hợp nhiên liệu khí thiên nhiên với hydrogen trong các tuabin khí đốt. Hay cơ sở dự án sản xuất điện 485 MW ở Ohio, sử dụng một turbine đốt cháy hỗn hợp khí thiên nhiên và hydrogen với tỷ lệ 95/5 trong một tuabin khí, nguồn hydrogen sản xuất từ các nguồn tái tạo. Một ví dụ khác là sự chuyển đổi kế hoạch của một cơ sở ở Utah, thay đổi nguồn nhiên liệu để phát điện, dự kiến ban đầu sẽ sử dụng 30% hydrogen và tăng dần đến 100% hydrogen xanh trong quá trình sản xuất điện.

Đối với Việt Nam, trong các nguồn điện được sản xuất từ các loại nhiên liệu hóa thạch truyền thống, bên cạnh hai nguồn điện chính được sản xuất từ than và khí thiên nhiên hoặc LNG, một nguồn điện nhỏ được sản xuất từ dầu diesel, 561 MW, chiếm 0,5% nhu cầu điện của cả nước. Nguồn điện diesel thường được sản xuất ở quy mô nhỏ, phục vụ cho nhu cầu cục bộ, địa phương, đơn vị sản xuất, hoặc các khu vực hải đảo xa xôi,... Đây là đối tượng tiềm năng để xanh hóa bằng cách thay thế với nguồn điện được sản xuất bằng công nghệ pin nhiên liệu. Công nghệ này sử dụng nhiên liệu đầu vào là 100% hydrogen sạch và có thể lắp đặt theo dạng mô đun để thay đổi công suất theo yêu cầu của từng khu vực sử dụng. Sản xuất điện từ hydrogen là một phương thức hiệu quả để tận dụng nguồn năng lượng tái tạo dư thừa theo công nghệ PtX. Trong trường hợp này, hydrogen đóng vai trò là một công cụ để lưu trữ năng lượng tái tạo. Có thể thấy rằng, sự kết hợp giữa điện từ năng lượng tái tạo và điện từ hydrogen là một lựa chọn tốt để xanh hóa nhu cầu điện của Việt Nam.

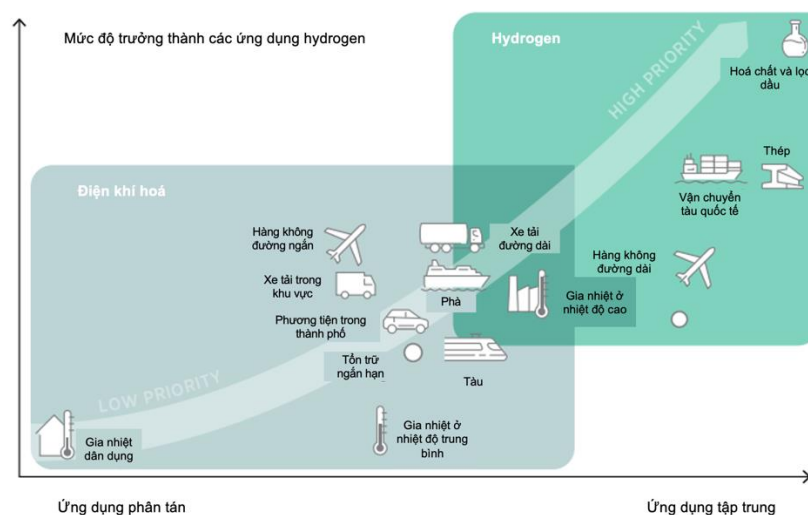
Bên cạnh vai trò là một nguồn năng lượng sạch, không phát thải, hydrogen còn được xem là một trong các công cụ có thể góp phần giải quyết các thách thức mà quá trình chuyển dịch năng lượng đang phải đương đầu. Trong lĩnh vực sản xuất điện, với vai trò đóng góp ngày càng lớn của các nguồn năng lượng tái tạo, hydrogen có thể được sử dụng như là một hình thức lưu trữ điện tái tạo dư thừa và dùng để tái sản xuất điện khi có nhu cầu phụ tải, giúp duy trì ổn định hệ thống lưới điện và nâng cao hiệu quả của các dự án năng lượng tái tạo (xem **Error! Reference source not found.**). Với sự phát triển của công nghệ pin nhiên liệu, hydrogen đóng vai trò lưu trữ năng lượng và mở rộng sự phân phối điện đến những khu vực mà hệ thống lưới điện chưa phát triển. Mặt khác, hydrogen cũng là một tác nhân quan trọng giúp chuyển hóa lượng CO₂ thu hồi từ các nguồn phát thải thành các loại hóa chất, nhiên liệu và vật liệu sạch như methanol, methane, DME, CNTs,..., góp phần hình thành và phát triển nền kinh tế tuần hoàn. Hiện nay, các nhà bản quyền công nghệ như Haldor Topsoe, Air Liquide,... đã thương mại hóa

các công nghệ sản xuất methanol và methane từ các nguồn nguyên liệu hydrogen và CO₂.



Hình II. 24. Minh họa vai trò ổn định hệ thống điện của hydrogen

Trong quá trình chuyển dịch năng lượng, xu hướng sử dụng điện và/hoặc hydrogen trong các ứng dụng cuối có thể được xem xét dựa trên các yếu tố về mức độ sẵn sàng đáp ứng công nghệ và hiệu quả kinh tế-kỹ thuật. Nhìn chung, hydrogen sẽ được lựa chọn trong các lĩnh vực ứng dụng đã sẵn sàng về cơ sở hạ tầng hoặc khó triển khai quá trình điện hóa. Theo McKinsey & Company (2022), đến năm 2050, hydrogen đóng góp giảm phát thải chủ yếu trong các lĩnh vực sản xuất công nghiệp và giao thông vận tải. **Error! Reference source not found.** trình bày sự ưu tiên/thuận lợi của việc sử dụng điện và/hoặc hydrogen trong một số lĩnh vực.



Nguồn: IRENA, 2022

Hình II. 25. Sự ưu tiên/thuận lợi của ứng dụng hydrogen trong một số lĩnh vực

Có thể thấy rằng, hydrogen được ứng dụng thuận lợi trong các lĩnh vực hóa chất, lọc dầu, sản xuất thép và giao thông vận tải đường dài. Trong lĩnh vực sản xuất hóa chất và lọc dầu, hiện tại, hydrogen đã và đang được sử dụng như là một nguồn nguyên/nhiên liệu từ các loại hydrogen xám và hydrogen nâu. Việc chuyển đổi từ các loại nhiên liệu truyền thống sang năng lượng hydrogen cũng sẽ có nhiều

thuận lợi do khả năng cung cấp nguồn nhiệt cao hơn từ hydrogen. Ngoài ra, nhu cầu sử dụng amoniac sạch như là một hình thức vận chuyển hydrogen hiệu quả và làm nhiên liệu thay thế trong các lĩnh vực điện và vận chuyển hàng hải cũng sẽ hình thành nên thị trường amoniac, và do đó, hydrogen sạch to lớn. Như vậy, việc chuyển đổi sang các loại hydrogen sạch trong lĩnh vực này sẽ thuận lợi do sự sẵn sàng về thị trường, công nghệ và cơ sở hạ tầng. Theo IEA (2022), hiện tại, trong công nghiệp lọc dầu, 11 nhà máy lọc dầu đã bắt đầu thử nghiệm tích hợp hydrogen sạch vào quá trình sản xuất với 260.000 tấn hydrogen sạch, bao gồm: Trzebinia (Ba Lan), Ecopetrol (Columbia), HySynergy (Đan Mạch),...

Trong công nghiệp thép, hydrogen sạch có thể tham gia vào quá trình xanh hóa trong các công đoạn khử quặng sắt, ủ thép và cung cấp năng lượng thay thế. Năm 2016, tại Các Tiểu Vương quốc Ả rập Thống nhất (UAE), một dự án thu hồi CO₂ đã được thực hiện cho một nhà máy thép sử dụng công nghệ DRI với lượng hydrogen phát thải thấp sử dụng khoảng 70.000 tấn/năm. Theo IEA (2022), đến năm 2030, sản lượng hydrogen xanh được dùng cho các nhà máy thép sử dụng công nghệ DRI có thể đạt được 1,8 triệu tấn/năm. Ngoài ra, hydrogen xanh cũng có thể được tích hợp vào các nhà máy thép sử dụng công nghệ truyền thống blast furnace-basic oxygen furnace (BF-BOF) với tỷ lệ tối đa là 30%. Một số dự án sản xuất thép xanh trên cơ sở sử dụng công nghệ DRI với 100% hydrogen xanh đã được triển khai hoặc công bố, bao gồm: HYBRIT (Thụy Điển), H₂GS (Thụy Điển), SALCOS (CHLB Đức), GravitHy (Pháp), AM Gent H₂ (Bỉ),...

Giao thông vận tải là lĩnh vực tiềm năng để ứng dụng hydrogen thay cho các loại nhiên liệu hóa thạch truyền thống đang sử dụng (xăng và diesel) với sự phát triển của các loại xe sử dụng tế bào nhiên liệu (fuel cell electric vehicles - FCEVs). FCEVs được xem là thế hệ phương tiện giao thông tiên tiến phát triển sau các loại phương tiện xe điện (battery electric vehicles - BEVs) khoảng 1 thập kỷ. Các loại xe FCEVs được dự báo bùng nổ phát triển tại các khu vực trên thế giới từ giai đoạn 2035 - 2040 trở đi. Đối tượng thay thế của xe FCEVs chính là các loại xe tải hạng nặng và xe bus đang sử dụng nhiên liệu diesel.

Hiện tại, Việt Nam chưa có CSHT nào cho lĩnh vực ứng dụng hydrogen vào giao thông vận tải, do đó, cần xây dựng mới các cơ sở phân phối hydrogen như những trạm xăng dầu. Để phát triển hydrogen trong lĩnh vực này, yếu tố quan trọng là khả năng phân phối hydrogen đến người tiêu dùng như thế nào, có thể tận dụng các Trạm xăng đã xây dựng, lắp đặt thêm hệ thống điện phân phối hydrogen. Một số yếu tố thúc đẩy phát triển và ứng dụng nguồn nhiên liệu sạch như:

- Quy định nghiêm ngặt về môi trường;
- Cam kết phát thải ròng bằng “0” sau COP26 vào 2050;
- Kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu của Bộ GTVT (theo Quyết định số 1456/QĐ-BGTVT)
- Bộ GTVT: chuyển đổi các loại phương tiện giao thông sử dụng năng lượng điện tiên tiến, hiện đại, không phát thải tại Việt Nam để thực hiện cam kết;

- Bộ GTVT đã ban hành Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về khí thải mức 5 đối với xe ô tô sản xuất, lắp ráp và nhập khẩu mới.

Để xanh hóa lĩnh vực giao thông vận tải và hướng tới mục tiêu trung hòa carbon cho lĩnh vực này, nhiều giải pháp đã được phát triển, bao gồm: phát triển các loại xe điện và xe sử dụng nhiên liệu sạch như hydrogen và nhiên liệu sinh học. Việc ứng dụng hydrogen trong lĩnh vực giao thông sẽ được thực hiện trước với các phương tiện giao thông đường bộ. Trong thực tế, xe chạy bằng hydrogen (FCEVs) sẽ phát triển sau xe điện sử dụng pin (BEVs) khoảng 5-10 năm. Trong khi sự phát triển xe điện chủ yếu tập trung vào việc thay thế các loại xe động cơ đốt trong truyền thống có tải trọng nhỏ như các loại xe cá nhân thì xe chạy bằng hydrogen sẽ được ưu tiên thay thế cho các loại phương tiện giao thông có tải trọng lớn như xe tải và xe buýt. Đối với giao thông đường biển và hàng không, do các yếu tố liên quan đến vấn đề về đảm bảo an toàn, quá trình xanh hóa sẽ được ưu tiên thực hiện bằng việc thay thế các loại nhiên liệu hóa thạch truyền thống bằng nhiên liệu sinh học hoặc nhiên liệu tổng hợp. Việc ứng dụng hydrogen (và cả điện hóa) trong hai lĩnh vực giao thông này còn đang ở giai đoạn thử nghiệm.

Bên cạnh ứng dụng pin nhiên liệu hydrogen cho các phương tiện nhỏ, ammonia cũng đang được nghiên cứu để ứng dụng làm nhiên liệu cho động cơ đốt trong cỡ lớn chạy trên biển. Ammonia xanh (được sản xuất từ năng lượng tái tạo) có thể được sử dụng trong động cơ đốt trong để loại bỏ khí thải CO₂ của tàu thủy. Phản ứng tổng thể của quá trình đốt cháy ammonia là: $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$. Hiệu suất của quá trình đốt ammonia nguyên chất còn thấp nhưng việc trộn ammonia với các nhiên liệu khác (như hydrogen) có thể giúp khắc phục đặc tính bất lợi khó cháy và cải thiện hiệu suất. Động cơ đốt nhiên liệu kép (ammonia-hydrogen) sẽ là hướng đi khả thi nhất để ammonia thâm nhập vào lĩnh vực hàng hải. Hiện tại, lĩnh vực hàng hải góp phần 2,5% vào tổng lượng phát thải toàn cầu.

Hydrogen sẽ có ưu thế hơn điện khi ứng dụng cho các phương tiện giao thông vận tải hạng nặng đường dài do khả năng cung cấp quãng đường di chuyển dài hơn cho một lần nạp nhiên liệu và thời gian nạp nhiên liệu ngắn, gần như tương đương với thời gian nạp các loại nhiên liệu truyền thống. Trong giao thông vận tải đường dài, hydrogen có thể được sử dụng làm nhiên liệu trực tiếp cho các loại phương tiện vận tải đường bộ hạng nặng như xe tải, xe bus hoặc dưới dạng amoniac cho các loại tàu biển. Nhu cầu hydrogen hiện tại trong lĩnh vực GTVT của toàn cầu tương đối nhỏ cho thấy tốc độ phát triển của xe hydrogen (FCEV) lưu thông trên đường sẽ chậm hơn so với xe điện (BEV) khoảng 5-10 năm. Vì vậy, tác động của hydrogen đến thị trường xăng dầu trước năm 2030 là thấp, và mức độ tác động sẽ tăng cao trong giai đoạn sau năm 2030-2035. Tuy nhiên, điều đáng chú ý là FCEV hoàn toàn có thể thay thế cho BEV. Áp lực từ các chính phủ và xã hội đối với các nền kinh tế để loại bỏ phát thải carbon sẽ ngày càng tăng lên trong tương lai. Áp lực này sẽ tạo ra cách để tạo ra dòng vốn đầu tư lớn hơn vào công nghệ không phát thải bao gồm cả trong lĩnh vực GTVT. Vì vậy, nên theo dõi chặt chẽ chính sách FCEV, thị trường, và các kế hoạch phát triển đầu tư hydrogen trong những năm tới.

Theo Hydrogen Council (2021), trên cơ sở tính toán và so sánh TCO (Total Cost of Ownership) của các loại phương tiện giao thông đường bộ, đến năm 2028, xe chạy bằng hydrogen có thể cạnh tranh được trực tiếp với các loại xe chạy bằng diesel hoặc điện. Trong khi đó, đối với các lĩnh vực khác, đến năm 2030, cần áp dụng thuế carbon để việc ứng dụng hydrogen/amoniac sạch có thể cạnh tranh với các loại nhiên liệu hóa thạch truyền thống, bao gồm: sản xuất amoniac (50 USD/tấn CO₂), sản xuất thép (45-80 USD/tấn CO₂), và vận tải biển (85-385 USD/tấn CO₂). Hiện nay, Châu Âu cũng đã công bố bắt đầu áp dụng thử nghiệm cơ chế đánh thuế carbon biên giới (CBAM) đối với một số mặt hàng nhập khẩu vào thị trường Châu Âu như xi măng, sắt thép, nhôm, phân bón, hydrogen và điện.

Hệ thống khí được phân phối khí thông qua trung tâm/trạm phân phối khí (GDC/GDS). Theo nhiều nghiên cứu, để đảm bảo vận hành hệ thống an toàn khi vận chuyển khí, phối trộn hydrogen với khí thiên nhiên sẽ ở mức khoảng 20% thể tích do còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố như điều kiện vận chuyển, loại vật liệu, ứng dụng cuối... Việc phối trộn khí giúp các hộ tiêu thụ như nhà máy nhiệt điện giảm bớt phát thải carbon khi đốt hỗn hợp nhiên liệu này. Tận dụng CSHT hệ thống phân phối khí thiên nhiên giúp giảm các chi phí đầu tư liên quan đến quá trình vận chuyển, phân phối hydrogen và mở rộng nhanh chuỗi cung ứng cho lĩnh vực hydrogen. Ngoài ra, nó đóng vai trò là hệ thống vận chuyển hydrogen đến các vị trí xa nơi sản xuất thay vì phải vận chuyển bằng xe bồn trong khi công nghệ tồn chứa, vận chuyển hydrogen vẫn còn nhiều hạn chế. Cho đến hiện tại, có thể sử dụng hệ thống đường ống vận chuyển khí hiện hữu để vận chuyển hỗn hợp khí thiên nhiên chứa đến 15-20% hydrogen. Như vậy, có thể thấy rằng, chúng ta có thể phát triển các trang trại điện gió ngoài khơi tại các khu vực đang khai thác khí để sản xuất hydrogen và tận dụng mạng lưới đường ống vận chuyển hiện hữu để đưa hydrogen vào bờ và nơi tiêu thụ. Tuy nhiên, tùy thuộc vào điều kiện và hiện trạng của mạng lưới đường ống, cần đánh giá chi tiết thêm về khả năng tận dụng hệ thống phân phối khí thiên nhiên ở Việt Nam cho lĩnh vực vận chuyển hydrogen.

CHƯƠNG III

TIỀM NĂNG PHÁT TRIỂN LĨNH VỰC NĂNG LƯỢNG HYDROGEN TẠI VIỆT NAM

I. Dự báo kịch bản phát triển kinh tế xã hội của Việt Nam

1. Tình hình phát triển kinh tế - xã hội, năng lượng của các nước trong khu vực và trên thế giới

Đại dịch Covid-19 xảy ra vào cuối năm 2019, đầu năm 2020 gây ra cú sốc lớn đối với kinh tế thế giới. WB cho rằng cú sốc này có khả năng thay đổi vĩnh viễn hệ thống quốc tế và cán cân quyền lực giữa các quốc gia, rất khó dự đoán tác động cụ thể đối với mỗi quốc gia nhưng xu hướng chung là các quốc gia có hệ thống y tế yếu kém, phản ứng chậm với dịch bệnh, phụ thuộc quá lớn vào các ngành thương mại, du lịch, sản xuất hàng hóa, các quốc gia đang vay nợ lớn hoặc dễ bị ảnh hưởng của các biến động tài chính sẽ bị rủi ro lớn nhất, tăng trưởng có nguy cơ suy giảm mạnh, kéo dài và khả năng phục hồi chậm.

Quỹ Tiền tệ quốc tế (IMF) dự báo kinh tế thế giới sẽ tăng trưởng -3,0% trong năm 2020, trong đó các nước công nghiệp phát triển tăng trưởng -6,1%. Tăng trưởng của các nền kinh tế lớn trong nhóm này suy giảm rất mạnh, bao gồm Hoa Kỳ - 5,9%; Nhật Bản -5,2%; Anh -6,5%; Đức -7%; Pháp -7,2%; Ý -9,1% và Tây Ban Nha -8%. Các nước châu Á mới nổi được dự báo là khu vực duy nhất có khả năng đạt tốc độ tăng trưởng dương trong năm 2020 ở mức khoảng 1,0%, trong đó Trung Quốc tăng 1,2%; Ấn Độ tăng 1,9% trong khi Thái Lan và Ma-lai-xi-a được cho là sẽ trải qua khủng hoảng nghiêm trọng khi tăng trưởng được dự báo tương ứng ở mức -6,7% và -1,7%.

Nhìn chung, triển vọng kinh tế thế giới là hết sức tiêu cực trong ngắn hạn nhưng việc đánh giá triển vọng dài hạn còn chưa rõ ràng do các dòng thương mại và đầu tư sẽ thay đổi rất nhiều và rất khó dự báo. WB cho rằng một số quốc gia, ví dụ như Việt Nam, có thể phục hồi theo hình chữ “V”. Tăng trưởng kinh tế Việt Nam sẽ giảm còn 4,9% năm 2020 nhưng sau đó sẽ phục hồi và đạt 7,5% năm 2021 và 6,5% năm 2022 do nhu cầu nội địa vẫn ở mức cao và Việt Nam vẫn có khả năng thu hút một lượng lớn vốn FDI và đẩy mạnh xuất khẩu.

2. Các kịch bản phát triển kinh tế – xã hội phân theo các ngành và các khu vực giai đoạn quy hoạch

Hội nghị Trung ương 6 khóa XIII đã ban hành Kết luận số 45-KL/TW ngày 17/11/2022 về định hướng quy hoạch tổng thể quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050. Trên cơ sở đó, ngày 09/01/2023, Quốc hội đã ban hành Nghị quyết số 81/2023/QH15 (sau đây gọi tắt là Nghị quyết 81) về Quy hoạch tổng thể quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050. Nghị quyết đặt ra mục tiêu tăng trưởng tổng sản phẩm trong nước (GDP) đạt bình quân khoảng 7%/năm giai đoạn 2021-2030. Trong đó, tỷ trọng GDP của khu vực dịch vụ đạt trên 50%, khu vực công nghiệp - xây dựng trên 40% và khu vực nông - lâm - thủy sản dưới 10%. Với giai đoạn 2031-2050, GDP toàn quốc phân đầu tăng trưởng bình quân khoảng

6,5-7,5%/năm. Các kịch bản tăng trưởng GDP toàn quốc phù hợp với NQ81 như sau:

Bảng III. 1. Các kịch bản phát triển kinh tế - xã hội theo Nghị quyết 81

Kịch bản	Giai đoạn 2021-2030	Ghi chú	Giai đoạn 2031-2050	Ghi chú
Kịch bản Cơ sở NQ81	7,0%/năm	Phù hợp Chiến lược KT-XH 2021-2030, NQ81: GDP tăng trưởng bình quân khoảng 7%/năm giai đoạn 2021-2030	6,5%/năm	Phù hợp NQ81: GDP tăng trưởng bình quân khoảng 6,5%-7,5%/năm giai đoạn 2031-2050
Kịch bản Cao NQ81	7,0%/năm	Phù hợp Chiến lược KT-XH 2021-2030, NQ81: GDP tăng trưởng bình quân khoảng 7% giai đoạn 2021-2030	7,5%/năm	Phù hợp NQ81: GDP tăng trưởng bình quân khoảng 6,5%-7,5%/năm giai đoạn 2031-2050

Theo đó, tăng trưởng GDP của Việt Nam ở kịch bản cơ sở giai đoạn 2021-2030 đạt bình quân 7,0%/năm, giai đoạn 2031-2050 bình quân 6,5%/năm. Với kịch bản cao, nhu cầu năng lượng được tính toán tương ứng tăng trưởng GDP toàn quốc đạt bình quân 7,0%/năm giai đoạn 2021-2030 và 7,5%/năm giai đoạn 2031-2050. Các kịch bản tăng trưởng GDP phù hợp với Nghị quyết 81 và Chiến lược phát triển kinh tế - xã hội 10 năm 2021-2030.

3. Đánh giá khả năng xảy ra của các kịch bản phát triển kinh tế - xã hội

Các chỉ tiêu phát triển kinh tế xã hội chủ yếu đã được xác định trong các Văn kiện trình Đại hội đại biểu toàn quốc lần thứ XIII của Đảng Cộng sản Việt Nam, bao gồm:

Các chỉ tiêu trong Báo cáo đánh giá kết quả thực hiện nhiệm vụ phát triển kinh tế - xã hội 5 năm 2016-2020 và phương hướng, nhiệm vụ phát triển kinh tế - xã hội 5 năm 2021-2025:

- Tốc độ tăng trưởng tổng sản phẩm trong nước (GDP) bình quân 5 năm khoảng 6,5% - 7%.
- GDP bình quân đầu người đến năm 2025 đạt 4.700 - 5.000 USD³⁴.
- Tỷ trọng công nghiệp chế biến, chế tạo trong GDP đạt trên 25%; kinh tế số đạt khoảng 20% GDP.

³⁴ Theo đánh giá lại quy mô nền kinh tế của Tổng cục Thống kê, quy mô nền kinh tế năm 2019 là 332 tỉ USD, GDP bình quân đầu người là 3.442 USD/người, năm 2020 dự kiến đạt khoảng 340 tỉ USD (7,99 triệu tỉ đồng) và GDP bình quân đầu người khoảng 3.490 USD. Các chỉ tiêu kinh tế tính toán cho Phương hướng phát triển kinh tế - xã hội 5 năm 2021 - 2025 căn cứ vào số liệu đã được đánh giá lại.

- Đóng góp của năng suất các nhân tố tổng hợp (TFP) vào tăng trưởng đến năm 2025 đạt khoảng 45%.

- Tốc độ tăng năng suất lao động xã hội bình quân trên 6,5%/năm.

- Tỷ lệ đô thị hoá đến năm 2025 khoảng 45%.

Các chỉ tiêu được nêu trong Báo cáo tổng kết thực hiện chiến lược phát triển kinh tế - xã hội 10 năm 2011-2020, xây dựng chiến lược phát triển kinh tế - xã hội 10 năm 2021-2030:

- Tốc độ tăng trưởng tổng sản phẩm trong nước (GDP) bình quân khoảng 7%/năm; GDP bình quân đầu người theo giá hiện hành đến năm 2030 đạt khoảng 7.500 USD/người.

- Tỷ trọng công nghiệp chế biến, chế tạo đạt khoảng 30% GDP, kinh tế số đạt khoảng 30% GDP.

- Tỷ lệ đô thị hoá đạt trên 50%.

- Tổng đầu tư xã hội bình quân đạt 33 - 35% GDP; nợ công không quá 60% GDP.

- Đóng góp của năng suất nhân tố tổng hợp (TFP) vào tăng trưởng đạt 50%.

- Tốc độ tăng năng suất lao động xã hội đạt trên 6,5%/năm.

- Giảm tiêu hao năng lượng tính trên đơn vị GDP ở mức 1 - 1,5%/năm.

Nghị quyết số 81/2023/QH15 của Quốc hội ngày 09/01/2023 về Quy hoạch tổng thể quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm đưa ra các mục tiêu phát triển chính của Quy hoạch tổng thể quốc gia như sau:

Mục tiêu phát triển đến năm 2030: phấn đấu tốc độ tăng trưởng GDP cả nước bình quân đạt khoảng 7,0%/năm giai đoạn 2021 - 2030. Đến năm 2030, GDP bình quân đầu người theo giá hiện hành đạt khoảng 7.500 USD. Tỷ trọng trong GDP của khu vực dịch vụ đạt trên 50%, khu vực công nghiệp - xây dựng trên 40%, khu vực nông, lâm, thủy sản dưới 10%. Tốc độ tăng năng suất lao động xã hội bình quân đạt trên 6,5%/năm. Đóng góp của năng suất nhân tố tổng hợp (TFP) vào tăng trưởng đạt trên 50%.

Tầm nhìn đến năm 2050: giai đoạn 2031 - 2050, phấn đấu tốc độ tăng trưởng tổng sản phẩm trong nước (GDP) bình quân khoảng 6,5 - 7,5%/năm. Đến năm 2050, GDP bình quân đầu người theo giá hiện hành đạt khoảng 27.000 - 32.000 USD, tỷ lệ đô thị hóa đạt 70 - 75%, chỉ số phát triển con người (HDI) đạt từ 0,8 trở lên, đời sống của người dân hạnh phúc, quốc phòng, an ninh được bảo đảm vững chắc.

II. Phân tích vai trò của năng lượng hydrogen trong cơ cấu năng lượng quốc gia

Theo Quy hoạch năng lượng quốc gia, ở các kịch bản quy hoạch, tổng nhu cầu NLCC sẽ tăng lên 107 triệu TOE vào năm 2030 và 165-184 triệu TOE vào năm 2050. Đến năm 2030, tác động của hoạt động sử dụng năng lượng hiệu quả

góp phần giảm khoảng 10 triệu TOE, tương đương mức tiết kiệm năng lượng 8,4% so với kịch bản phát triển bình thường. Nhu cầu năng lượng theo các loại nhiên liệu của các kịch bản được trình bày ở bảng dưới đây:

Bảng III. 2. Nhu cầu năng lượng cuối cùng theo các loại nhiên liệu giai đoạn 2021-2050 (Nghìn TOE)³⁵

Kịch bản Quy hoạch cơ sở							
	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Than	20.455	17.922	19.506	19.579	18.021	15.589	7.697
Xăng	5.866	7.739	8.953	8.478	7.692	6.654	81
Nhiên liệu bay	781	1.198	1.482	1.724	1.438	973	0
Dầu hỏa	43	21	22	21	18	12	0
Dầu DO	8.766	13.031	16.115	17.567	16.237	12.035	2.778
Dầu FO	359	370	403	371	317	214	0
LPG	2.572	2.827	3.025	3.142	3.250	3.405	3.531
Khí tự nhiên	1.495	954	2.043	2.858	3.736	4.689	5.607
Nhiên liệu sinh học	64	169	276	1.086	2.900	5.267	10.238
Nhiên liệu bay tổng hợp	-	-	-	18	659	1.553	3.047
Năng lượng hydrogen	-	-	-	224	2.153	4.817	11.856
Năng lượng amoniac	-	-	-	-	1.145	2.892	6.087
Sinh khối	5.646	9.625	11.906	13.612	15.433	17.032	18.321
Năng lượng mặt trời	2	6	38	84	147	230	401
Điện	18.749	28.809	43.437	58.992	73.323	85.245	95.793
Tổng	64.799	82.670	107.205	127.755	146.470	160.608	165.438
Kịch bản quy hoạch cao							
	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Than	20.455	17.561	19.520	19.689	18.354	16.089	8.137
Xăng	5.866	7.739	8.948	8.566	7.881	6.930	93
Nhiên liệu bay	781	1.198	1.482	1.780	1.536	1.075	0

³⁵ Tổng nhu cầu xăng dầu, nhiên liệu bay không bao gồm lượng (i) xăng dầu tạm nhập tái xuất, (ii) lượng xăng dầu các doanh nghiệp xăng dầu đầu mối cung cấp cho các hãng hàng không từ các kho ngoại quan.

Dầu hỏa	43	21	23	23	20	14	0
Dầu DO	8.766	13.020	16.002	17.798	17.456	14.042	3.022
Dầu FO	359	370	403	396	363	264	0
LPG	2.572	2.843	3.045	3.202	3.387	3.676	4.015
Khí tự nhiên	1.495	1.322	2.152	3.100	4.193	5.435	6.851
Nhiên liệu sinh học	64	169	282	1.095	2.948	5.425	9.835
Nhiên liệu bay tổng hợp	-	-	-	18	704	1.716	3.484
Năng lượng hydro	-	-	-	226	1.528	3.526	12.615
Năng lượng amoniac	-	-	-	-	1.357	3.739	8.585
Sinh khối	5.646	9.651	11.934	13.738	15.750	17.555	18.999
Năng lượng mặt trời	2	27	67	125	204	309	457
Điện	18.749	28.809	43.437	61.694	79.277	94.290	107.880
Tổng	64.799	82.728	107.293	131.450	154.959	174.087	183.974

Nguồn: Quy hoạch năng lượng quốc gia

Theo Quy hoạch năng lượng quốc gia, nhu cầu năng lượng cuối cùng đối với năng lượng hydrogen và ammonia đến năm 2030 khoảng 100-200 kt/năm và đến 2050 khoảng 10-10,7 triệu tấn. Trong đó nhu cầu này chủ yếu phục vụ cho các ngành giao thông vận tải, công nghiệp nặng (luyện kim, hóa chất...). Nhu cầu năng lượng H₂ có thể chiếm 10,8%-11,5% tổng nhu cầu năng lượng cuối cùng vào năm 2050.

Theo Quy hoạch điện VIII, nhu cầu năng lượng hydrogen và ammonia phục vụ nhiên liệu trộn ở các nhà máy nhiệt điện than, nhiệt điện khí ước tính 1,5-1,6 triệu tấn/năm vào năm 2035 sau đó tăng lên khoảng 22,3 triệu tấn/năm vào năm 2050.

Theo cân bằng năng lượng sơ cấp, năng lượng sơ cấp chủ yếu để sản xuất hydrogen xanh đến từ năng lượng gió, mặt trời, và một phần nhỏ đến từ khí hóa than có thu giữ các-bon. Tổng năng lượng sơ cấp quy đổi phục vụ sản xuất nhu cầu hydrogen xanh ở trên có thể lên đến 113-118 triệu TOE.

Đối với các dạng nhiên liệu, các dạng năng lượng tái tạo có tốc độ tăng cao nhất để đáp ứng mục tiêu PTR0 vào năm 2050. Nhu cầu sử dụng điện cũng tăng ở mức cao thể hiện sự chuyển dịch tiêu dùng năng lượng từ các dạng khác sang điện. Các dạng năng lượng thay thế có nguồn gốc từ hydrogen (hydrogen, amoniac) và nhiên liệu sinh học cũng được sử dụng nhiều hơn và có tốc độ tăng trưởng cao ở các kịch bản tiết kiệm năng lượng và giảm phát thải CO₂.

Theo Cơ quan năng lượng quốc tế (IEA) đánh giá, để phát triển năng lượng hydrogen cần thực hiện đồng thời 4 giải pháp trước mắt gồm:

- (1) Khuyến khích, khởi tạo các ngành công nghiệp, khu công nghiệp đi tiên phong trong việc chuyển đổi sử dụng năng lượng hydrogen;
- (2) Chuyển đổi, xây dựng cơ sở hạ tầng cho việc lưu trữ, vận chuyển, phân phối nhiên liệu hydrogen cạnh tranh hơn;
- (3) Triển khai các dự án cung cấp, vận chuyển, thương mại quốc tế về hydrogen; và
- (4) Tăng cường hợp tác quốc tế, chia sẻ kiến thức, kinh nghiệm, thực tiễn tốt nhất để phổ biến, tiêu chuẩn hóa và thúc đẩy thương mại hóa.

III. Phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức (SWOT) đối với lĩnh vực năng lượng hydrogen

1. Cơ hội

Hydrogen xanh đóng vai trò quan trọng trong quá trình chuyển đổi năng lượng, góp phần giúp thế giới cũng như Việt Nam giảm phát thải KNK đạt mục tiêu phát thải ròng bằng 0 (net zero) vào năm 2050.

Ngoài ra, ngày nay khi EU và các nước khác như Mỹ, Nhật Bản nuôi tham vọng khí hậu của riêng mình, và chừng nào các chính sách khí hậu ít nghiêm ngặt hơn còn phổ biến ở nhiều nước ngoài EU, thì sẽ có nguy cơ xảy ra 'rò rỉ các-bon'. Rò rỉ các-bon xảy ra khi các công ty có trụ sở tại EU, Nhật Bản hoặc Mỹ chuyển hoạt động sản xuất sử dụng nhiều các-bon ra nước ngoài, sang các quốc gia có chính sách khí hậu ít nghiêm ngặt hơn so với ở EU và các quốc gia khác, hoặc khi sản phẩm của họ bị thay thế bằng hàng nhập khẩu sử dụng nhiều các-bon hơn.

Quy định về Cơ chế điều chỉnh biên giới các-bon (CBAM) của EU được các nhà đồng lập pháp ký vào ngày 10 tháng 5 năm 2023 và chính thức có hiệu lực vào ngày hôm sau, đồng thời CBAM đã và đang được xây dựng ở các quốc gia khác, là công cụ mang tính bước ngoặt để định giá hợp lý cho các-bon thải ra trong quá trình sản xuất hàng hóa sử dụng nhiều các-bon đang vào EU và các nước khác, đồng thời khuyến khích sản xuất công nghiệp sạch hơn ở các nước ngoài EU và các nước khác. Việc giới thiệu dần CBAM phù hợp với việc loại bỏ dần việc phân bổ các khoản trợ cấp miễn phí theo hệ thống thương mại khí thải của EU (ETS) để hỗ trợ quá trình khử các-bon của ngành công nghiệp EU và các quốc gia khác.

Bằng cách xác nhận rằng một mức giá đã được trả cho lượng khí thải carbon tích hợp được tạo ra trong quá trình sản xuất một số hàng hóa nhập khẩu vào EU, Mỹ, Nhật Bản và các nước khác, CBAM sẽ đảm bảo giá các-bon của hàng nhập khẩu tương đương với giá các-bon của hàng hóa sản xuất trong nước, và các mục tiêu về khí hậu của EU và các quốc gia khác không bị hủy hoại. CBAM được thiết kế để tương thích với các quy định của WTO.

Theo thỏa thuận chính trị, CBAM sẽ có hiệu lực trong giai đoạn chuyển tiếp kể từ ngày 1 tháng 10 năm 2023, giai đoạn báo cáo đầu tiên cho các nhà nhập

khẩu kết thúc vào ngày 31 tháng 1 năm 2024. Bộ quy tắc và yêu cầu đối với việc báo cáo lượng phát thải theo CBAM sẽ được cụ thể hóa thêm trong một đạo luật thực thi được Ủy ban thông qua sau khi tham khảo ý kiến của Ủy ban CBAM, bao gồm các chuyên gia từ các Quốc gia Thành viên EU. CBAM ban đầu sẽ áp dụng cho việc nhập khẩu một số hàng hóa và các tiền chất được chọn có quá trình sản xuất sử dụng nhiều carbon và có nguy cơ rò rỉ carbon cao nhất: xi măng, sắt và thép, nhôm, phân bón, điện và hydrogen. Với phạm vi mở rộng này, CBAM cuối cùng – khi được triển khai đầy đủ theo từng giai đoạn – sẽ thu được hơn 50% lượng khí thải trong các lĩnh vực thuộc phạm vi điều chỉnh của ETS.

Theo đó, việc đánh thuế cao đối với hàng hóa sản xuất tại các nước có mức tiêu thụ nhiên liệu, năng lượng lớn, lượng khí thải các-bon trên mỗi sản phẩm lớn sẽ khiến các hàng hóa của Việt Nam kém cạnh tranh hơn. Vì vậy, Việt Nam nhận thức rõ việc giảm phát thải KNK là xu hướng tất yếu, để tăng năng lực cạnh tranh và hội nhập quốc tế, đồng thời là cơ hội để thiết lập lại cơ cấu và định hướng phát triển kinh tế.

Nhờ tiến bộ trong khoa học công nghệ, hydrogen và các dẫn suất có thể được ứng dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp khó giảm phát thải như: dầu khí, hóa chất, giao thông vận tải (hàng không, tàu biển, đường sắt, đường bộ) hay công nghiệp thực phẩm, sản xuất thép, xi măng và năng lượng. Theo đó, tiêu thụ hydrogen xanh dự báo sẽ tăng nhanh. Theo dự báo của Bloomberg, đến năm 2050, hydrogen có thể đáp ứng đến 7 - 24% tổng nhu cầu năng lượng toàn cầu tùy theo các kịch bản khác nhau³⁶. Một thị trường hydrogen xanh khi hình thành ở quy mô lớn, có thể tạo ra doanh thu khoảng 2.500 tỷ USD và 30 triệu việc làm³⁷. Bên cạnh đó, cũng sẽ tạo ra nhiều cơ hội mới cho hợp tác quốc tế trong các lĩnh vực nghiên cứu và phát triển, đổi mới sáng tạo, giáo dục, thúc đẩy quan hệ ngoại giao giữa các quốc gia có hợp tác trong lĩnh vực hydrogen. Ngoài ra, hạn chế nguồn cung năng lượng, xung đột chính trị đang diễn ra tại Ukraina cũng đã thúc đẩy ngành công nghiệp hydrogen xanh phát triển do hydrogen xanh có khả năng lưu trữ năng lượng, giúp đảm bảo an ninh năng lượng cho các quốc gia như Việt nam.

Nắm bắt cơ hội này, nhiều quốc gia và các tập đoàn năng lượng lớn trên thế giới đã tích cực xây dựng và triển khai Chiến lược phát triển hydrogen. Đã có hơn 30 quốc gia đã xây dựng chiến lược phát triển hydrogen, 15 quốc gia đã ban hành các chính sách để thúc đẩy việc sản xuất, phát triển hạ tầng và sử dụng hydrogen xanh. Ở Việt Nam, Chính phủ cũng nhận thức rõ tầm quan trọng của việc tái cơ cấu ngành năng lượng theo hướng nâng cao tỷ trọng nguồn NLTT và đang trong quá trình xây dựng lộ trình phù hợp để chuyển đổi năng lượng theo hướng sạch, thích ứng với biến đổi khí hậu, giảm phát thải các-bon, tăng cường sử dụng năng

³⁶ Hydro Economy Outlook, BloombergNEF, 2020

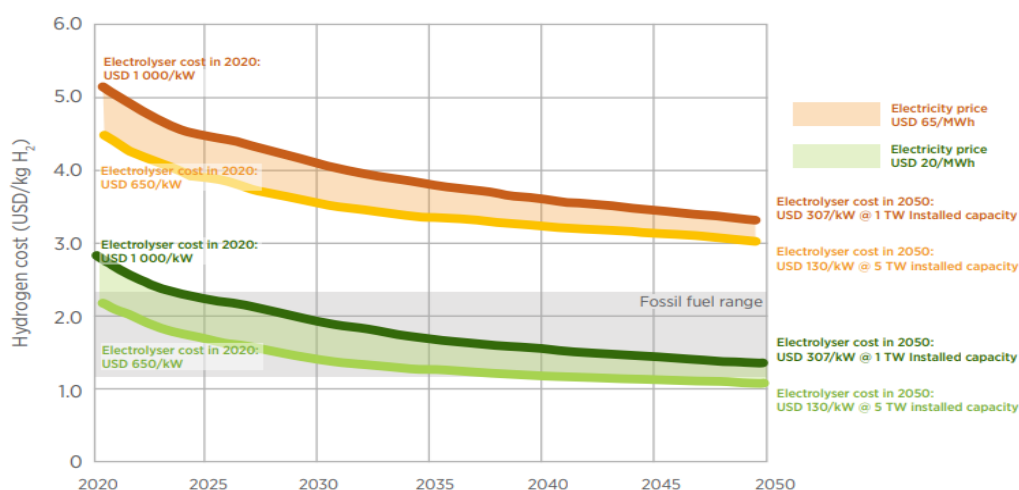
³⁷ Hydro scaling up, a sustainable pathway for the global energy transition, Hydro Council, 2017

lượng tiết kiệm, hiệu quả. Bộ Công Thương đã được giao nhiệm vụ³⁸ nghiên cứu xây dựng cơ chế khuyến khích phát triển nhiên liệu khí hydrogen gắn với điện gió ngoài khơi. Việt Nam cũng đã có một số đề xuất đầu tư sản xuất hydrogen xanh, đặt nền móng cho việc phát triển nền kinh tế hydrogen xanh cho Việt Nam trong tương lai gần.

Việt Nam hiện đang có tiềm năng về nguồn cung NLTT lớn, ngoài công suất được huy động thường xuyên cho hệ thống điện có thể tận dụng để cung cấp cho sản xuất hydrogen xanh. Tận dụng công suất phát điện từ NLTT để sản xuất hydrogen là một giải pháp quan trọng nhằm: (i) tiếp tục phát triển thêm các nguồn ĐMT và điện gió; (ii) nâng cao hiệu quả của hệ thống điện nhờ nâng cao hệ số huy động công suất đặt; (iii) mở ra triển vọng lớn cho việc tham gia vào thị trường quốc tế về hydrogen; (iv) hydrogen sẽ là nguồn để cung cấp điện cho các vùng không thể xây dựng các nguồn điện truyền thống.

Theo xu hướng, chi phí sản xuất và giá hydrogen xanh có thể cạnh tranh với các nguồn năng lượng hiện có khi giá thành điện NLTT giảm và chi phí đầu tư công nghệ thiết bị sản xuất hydrogen xanh giảm. Trong tương lai, ngành năng lượng sạch sẽ trở nên đa dạng hơn nhờ có nguồn hydrogen xanh cung cấp như nhiên liệu và nguyên liệu cho các hoạt động sản xuất - tiêu dùng: điện năng, nhiệt năng, khí đốt, chế biến dầu mỏ, phương tiện vận tải, ... Dự báo, giá thành sản xuất hydrogen xanh đến năm 2030 sẽ giảm mạnh do giá điện, chi phí đầu tư giảm. Ngoài ra, các yếu tố khác như hiệu suất, tuổi thọ thiết bị, số giờ vận hành tăng lên sẽ góp phần giảm giá thành sản xuất.

Hình dưới đây trình bày các kịch bản chi phí sản xuất hydrogen xanh trong giai đoạn 2020 – 2050 theo phân tích của IRENA. Theo đó, giá hydrogen xanh có thể giảm xuống 2\$/kg vào năm 2030 và 1\$/kg vào năm 2050 và có thể cạnh tranh với hydrogen truyền thống.



Hình III. 1. Dự báo chi phí sản xuất hydrogen xanh

³⁸ Quyết định số 1658/QĐ-TTg ngày 01/10/2021 “Phê duyệt Chiến lược quốc gia về tăng trưởng xanh giai đoạn 2021 – 2030, tầm nhìn 2050”

Việt Nam có tiềm năng 160 – 600 GW điện gió ngoài khơi và 900 GW điện mặt trời³⁹. Việt Nam nằm trên các tuyến hàng hải quốc tế, có nhiều cảng biển. Đây là những yếu tố thuận lợi để thu hút đầu tư nước ngoài phát triển các dự án điện gió ngoài khơi cùng dự án hydrogen xanh xuất khẩu cho các thị trường tiềm năng như: Nhật Bản, Hàn Quốc, các nước thuộc EU...

Việc kết hợp các dự án điện gió ngoài khơi với hydrogen xanh còn giúp giảm bớt gánh nặng đầu tư hệ thống lưới điện truyền tải trong nước và giữ ổn định của hệ thống thông qua việc lưu trữ điện bằng pin tích năng/pin nhiên liệu hydrogen, giải quyết được các khó khăn hiện nay trong Dự thảo Quy hoạch điện VIII, thúc đẩy phát triển NLTT nói riêng và các ngành công nghiệp nói chung theo hướng xanh và bền vững⁴⁰.

Cùng với hydrogen, dẫn xuất của nó là amoniac xanh cũng nổi lên như một nguyên liệu quan trọng để thúc đẩy nền kinh tế các-bon thấp. Kết quả ban đầu cho thấy amoniac xanh ngoài là vật mang hydrogen (do dễ vận chuyển) còn có tiềm năng làm nhiên liệu tương lai cho các ngành hàng hải và sản xuất điện⁴¹.

Hiện nay, amoniac có ưu điểm vượt trội hơn do thị trường sử dụng rộng rãi, là nguyên liệu chính cho sản xuất phân bón nên hành lang pháp lý cho sản xuất, phân phối và sử dụng đã có, công nghệ sản xuất và cơ sở hạ tầng phân phối hiện có đã phát triển tốt. Các cơ sở sản xuất amoniac quy mô lớn có sẵn trên khắp thế giới, làm cho việc sản xuất và phát triển nó trở nên khả thi hơn. Hơn nữa, các tiến bộ công nghệ như công nghệ đốt, động cơ tua bin đã giúp việc sử dụng amoniac ngày càng nhiều, có thể dùng để đốt cháy trực tiếp, hoặc gián tiếp nhờ chuyển đổi nó trở lại thành hydrogen hoặc sử dụng như một loại nguyên liệu cho công nghiệp.

So với hydrogen, amoniac không yêu cầu làm lạnh đến nhiệt độ cực đoan và cũng có mật độ năng lượng cao hơn hydrogen lỏng, giúp vận chuyển và lưu trữ hiệu quả hơn, trong khi hydrogen xanh có chi phí cho lưu trữ cao, áp suất cao, yêu cầu về thể tích chứa lớn khó vận chuyển. Những đặc điểm này cho thấy amoniac có thể trở thành một lựa chọn cạnh tranh như hydrogen xanh trong giải pháp để khử cacbon trong ngành công nghiệp sử dụng nhiều năng lượng và phát thải lớn, khó giảm thiểu, nhất là trong lĩnh vực phát điện và giao thông vận tải.

³⁹ Dự thảo Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021 – 2030 tầm nhìn đến 2045 - QHĐ8, phiên bản tháng 4/2022, Viện Năng lượng

⁴⁰ <https://nangluongvietnam.vn/phat-trien-nhien-lieu-khi-hydro-xanh-gan-voi-dien-gio-ngoai-khoi-26857.html>

⁴¹ Amoniacc xanh được sản xuất bằng cách sử dụng điện phân nước để tạo ra hydro và thu nitơ từ không khí. Nhiệt độ và áp suất cần thiết cho phản ứng hydro-nitơ trong vòng tổng hợp amoniacc sẽ được cung cấp năng lượng bền vững, chẳng hạn như năng lượng gió, hoặc năng lượng mặt trời. Đầu ra là amoniacc phi cacbon - còn được gọi là amoniacc xanh; nguyên liệu chính cho phân bón xanh.

Lưu ý, amoniacc được phân loại là ‘xanh lam’, khi nó được sản xuất từ nguyên liệu khí đốt tự nhiên và CO₂ thải ra được thu giữ bằng công nghệ CCS/CCUS, hoặc nó có thể được dán nhãn là ‘xanh lá cây’, khi nó được tạo ra từ quá trình điện phân, sự tăng trưởng liên tục trong sản xuất khí và dòng LNG đã cho phép các nhà sản xuất khí và các ngành công nghiệp mở rộng sản xuất amoniacc xanh. Theo đó, sự tăng trưởng trong sản xuất amoniacc và sự suy giảm cường độ các-bon của nó là phù hợp với các mục tiêu toàn cầu về chuyển đổi nhiên liệu dựa trên các-bon

2. Thách thức

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 PVN 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.

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 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.

Về nguồn lực tài chính, 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.

Vấn đề đảm bảo an toàn là một thách thức lớn đối với việc phát triển thị trường hydrogen xanh vì ngoài đặc điểm của hydrogen xanh như nêu ở trên, amoniac cũng là một chất có độc tính cao và tính ăn mòn lớn, khả năng dễ cháy. Sản xuất amoniac xanh ở quy mô thương mại rất tốn kém⁴² do vậy các giải pháp đảm bảo an toàn trong quá trình sản xuất, lưu giữ, vận chuyển và sử dụng các chất này 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.

Ngoài ra, 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.

3. Khó khăn

Vấn đề pháp lý và quy định pháp luật cũng là khó khăn trong việc triển khai các dự án phát triển hydrogen xanh. 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.

Hiện nay, các quy định pháp lý để phê duyệt và triển khai các dự án còn tồn tại nhiều bất cập, chồng chéo, vấn đề đất đai, huy động vốn và giải ngân thường khó khăn, phức tạp gây chậm tiến độ thực hiện các dự án lớn quan trọng.

⁴² <https://nangluongvietnam.vn/khi-nao-amoniach-xanh-nhien-lieu-kha-thi-ve-mat-ky-thuat-va-thuong-mai-27599.html#:~:text=Amoniach%20xanh%20C4%91%C6%B0%E1%BB%A3c%20s%E1%BA%A3n%20xu%E1%BA%A5t%20b%E1%BA%B1ng%20C3%A1ch%20s%E1%BB%AD%20d%E1%BB%A5ng%20C4%91i%E1%BB%87n,ho%E1%BA%B7c%20n%C4%83ng%20l%C6%B0%E1%BB%A3ng%20m%E1%BA%B7t%20tr%E1%BB%9Di.>

Do vậy, khung pháp lý cho các dự án hydrogen xanh và nguồn năng lượng mới cần phải được tập trung vào các vấn đề này.

Với các thách thức về công nghệ, kỹ thuật, tài chính và nguồn lực nêu trên, Việt Nam chưa có chiến lược, lộ trình và mục tiêu rõ ràng trong ngắn hạn và dài hạn cùng với cơ chế, chính sách phù hợp để khuyến khích các đầu tư, các nhà sản xuất điện, các cơ sở công nghiệp sẵn sàng chuyển sang đầu tư sản xuất và sử dụng hydrogen xanh và các dẫn xuất của nó, và xây dựng hệ thống cơ sở hạ tầng phục vụ, phát triển thị trường. Việt Nam cần xây dựng một chiến lược và lộ trình cụ thể để có mục tiêu rõ ràng làm căn cứ huy động nguồn lực phát triển lĩnh vực mới này theo các thứ tự ưu tiên trong ngắn hạn và dài hạn phù hợp với điều kiện của Việt Nam.

IV. Dự báo tiềm năng sản xuất năng lượng hydrogen

1. Tiềm năng sản xuất năng lượng hydrogen bằng công nghệ chuyển hóa hydrocarbon và các giải pháp chuyển dịch năng lượng, hướng đến mục tiêu Net-Zero

1.1. Tiềm năng sản xuất năng lượng Hydrogen từ hydrocarbon (Blue hydrogen)

Tiềm năng sản xuất năng lượng hydrogen không chỉ bằng các phương pháp truyền thống như từ nước, mà còn có thể tăng cường thông qua công nghệ chuyển hóa hydrocarbon. Phương pháp này tận dụng nguồn hydrocarbon tự nhiên, chẳng hạn như dầu mỏ, khí tự nhiên và than, để sản xuất hydrogen trong quá trình chuyển hóa.

Số lượng sản xuất hydrogen từ hydrocarbon: Hiện nay, một lượng đáng kể hydrogen được sản xuất từ hydrocarbon, chủ yếu từ khí tự nhiên (methane) thông qua phương pháp chuyển hóa steam methane reforming (SMR) hoặc partial oxidation. Hơn 95% hydrogen sản xuất thương mại được lấy từ quá trình SMR.

Dưới đây là các yếu tố và tiềm năng của quá trình này:

Nguồn nguyên liệu phong phú: Thế giới hiện tại đang tiêu thụ một lượng lớn hydrocarbon như dầu mỏ và khí tự nhiên. Những nguồn tài nguyên này có sẵn và rộng rãi trên toàn cầu, đảm bảo tiềm năng bền vững để chuyển hóa chúng thành hydrogen.

Không gây khí thải CO₂: Công nghệ chuyển hóa hydrocarbon để sản xuất hydrogen không tạo ra khí thải CO₂ trực tiếp trong quá trình sản xuất. Việc tạo ra hydrogen từ nguồn hydrocarbon mà không gây ra khí thải CO₂ có thể giúp giảm lượng khí nhà kính và ứng phó với biến đổi khí hậu.

Công nghệ hiện có: Các công nghệ chuyển hóa hydrocarbon để sản xuất hydrogen đã được phát triển và đưa vào sử dụng thương mại. Điều này cho phép chúng ta nhanh chóng triển khai và mở rộng quy mô sản xuất hydrogen từ nguồn hydrocarbon.

Khả năng lưu trữ và vận chuyển: Hydrogen là một năng lượng dạng khí, vì vậy cần công nghệ để lưu trữ và vận chuyển an toàn và hiệu quả. Trong quá trình

chuyển hóa hydrocacbon, hydrogen có thể được sản xuất trực tiếp tại các điểm tiêu thụ hoặc vận chuyển đến các điểm tiêu thụ xa hơn.

Ứng dụng đa dạng: Hydrogen có rất nhiều ứng dụng tiềm năng trong các lĩnh vực như năng lượng sạch, điện, giao thông vận tải và công nghiệp. Sản xuất hydrogen từ hydrocacbon mở ra cơ hội phát triển các ứng dụng sử dụng hydrogen rộng rãi và đa dạng.

Tuy nhiên, công nghệ chuyển hóa hydrocacbon cũng đối mặt với một số thách thức, chẳng hạn như:

Tính bền vững: Mặc dù công nghệ này không gây ra khí thải CO₂ trực tiếp, việc sử dụng nguồn hydrocacbon vẫn đang đối mặt với vấn đề về tính bền vững và tác động môi trường. Việc khai thác và chuyển hóa hydrocacbon có thể gây ra ô nhiễm và ảnh hưởng đến các hệ sinh thái.

Cạnh tranh với năng lượng tái tạo: Hydrogen từ hydrocacbon có thể cạnh tranh với các nguồn năng lượng tái tạo như năng lượng mặt trời và gió. Sự phát triển và ưu tiên của công nghệ này cần được cân nhắc đối với các phương thức sản xuất năng lượng sạch khác.

Chi phí sản xuất: Hiện nay, công nghệ chuyển hóa hydrocacbon để sản xuất hydrogen vẫn đòi hỏi một số chi phí cao trong việc xây dựng và vận hành các cơ sở sản xuất. Điều này có thể là một thách thức để đảm bảo năng lượng hydrogen từ hydrocacbon cạnh tranh về mặt giá cả.

Công nghệ chuyển hóa hydrocacbon để sản xuất hydrogen có tiềm năng lớn để đóng góp vào nhu cầu năng lượng của thế giới và giảm thiểu tác động môi trường. Tuy nhiên, việc áp dụng công nghệ này cần phải cân nhắc kỹ lưỡng để đảm bảo tính bền vững và hiệu quả. Đồng thời, việc phát triển các công nghệ năng lượng sạch và tái tạo vẫn là điều cần thiết để đối phó với thách thức biến đổi khí hậu và đảm bảo an ninh năng lượng cho tương lai.

Theo Quy hoạch năng lượng quốc gia, sản lượng khai thác khí tự nhiên giai đoạn 2021 - 2030 đạt 5,5 - 15 tỷ m³/năm. Định hướng giai đoạn 2031 - 2050 đạt 10 - 15 tỷ m³/năm. Sản lượng khai thác than giai đoạn 2021 - 2030 khoảng 41 - 47 triệu tấn than thương phẩm/năm. Định hướng giai đoạn 2031 - 2050, khoảng 39 triệu tấn than thương phẩm vào năm 2045, khoảng 33 triệu tấn than thương phẩm vào năm 2050. Trong xu thế chuyển dịch năng lượng, giảm sử dụng năng lượng hóa thạch cho mục đích năng lượng nhằm giảm phát thải CO₂, sản lượng than và khí khai thác trong nước có thể được chuyển sang sản xuất các sản phẩm phi năng lượng. Trong đó, việc phát triển các quá trình chuyển hóa hydrocarbon sản xuất hydrogen với các thiết bị thu giữ các-bon có thể là một xu hướng chính để tận dụng nguồn tài nguyên năng lượng trong nước. Việc thúc đẩy phát triển loại hình sản xuất hydrogen này cần được cân nhắc đánh giá trên đầy đủ các tiêu chí về kinh tế, môi trường đã được nêu ra tại Quyết định số 893/QĐ-TTg ngày 26 tháng 7 năm 2023.

1.2. Giải pháp thu hồi CO₂ từ hydrogen xanh lam

Biến đổi khí hậu diễn ra mạnh mẽ trên toàn cầu, đã và đang tác động đến mọi mặt kinh tế, chính trị, ngoại giao, an ninh toàn cầu. Mỗi quốc gia phải chủ động thích ứng nhằm hạn chế các tác động tiêu cực, đồng thời có trách nhiệm giảm phát thải khí nhà kính theo Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC) thực hiện Thỏa thuận Paris về biến đổi khí hậu kể từ năm 2021 trở đi nhằm giữ cho mức tăng nhiệt độ toàn cầu ở ngưỡng 1,5 độ C vào cuối thế kỷ này.

Thỏa thuận Paris về biến đổi khí hậu đã chuyển sang giai đoạn thực thực hiện. Theo đó, kể từ năm 2021 trở đi tất cả các quốc gia phải có trách nhiệm bắt buộc thực hiện giảm phát thải khí nhà kính theo cam kết NDC. Bên cạnh đó, việc triển khai ứng phó và hỗ trợ cho ứng phó biến đổi khí hậu của các quốc gia cần được đặt ở vị trí trung tâm, hướng tới thực hiện mục tiêu toàn cầu; được thực hiện một cách minh bạch, chịu sự giám sát, đánh giá của quốc tế.

Cũng tại COP26, lần đầu tiên từ sau Hiệp định Paris năm 2015, các nước phải đánh giá lại những cam kết tự nguyện giảm khí thải họ từng đặt ra. Hơn 100 quốc gia thành viên đã đề xuất mục tiêu mới, được gọi là mức đóng góp do quốc gia tự xác định.

Đạt mức phát thải ròng bằng "0" là mục tiêu phát triển tất yếu của thế giới, thực hiện chủ yếu thông qua chuyển dịch năng lượng (CDNL) mạnh mẽ và phát triển các ngành kinh tế phát thải thấp. Đây cũng là “luật chơi” mới về thương mại, đầu tư toàn cầu đã được xác lập kể từ sau Hội nghị COP26.

Do đó, giảm phát thải khí nhà kính, CDNL từ sử dụng nhiên liệu hoá thạch sang năng lượng sạch, tái tạo là cơ hội để thúc đẩy tái cấu trúc nền kinh tế theo hướng bền vững, nắm bắt thời cơ nâng cao sức cạnh tranh của nền kinh tế và tận dụng các cơ hội hợp tác thương mại, đầu tư cho phát triển. Phát triển năng lượng sạch và nhanh chóng chấm dứt sử dụng than, thoát ly dần nguồn năng lượng hoá thạch khác như dầu và khí đốt cần được thúc đẩy mạnh mẽ. Các nguồn tài chính quốc tế sẽ sớm chuyển dịch từ đầu tư phát triển điện than sang phát triển năng lượng tái tạo đồng thời với việc thúc đẩy kinh tế tuần hoàn, duy trì và phát triển rừng, bảo vệ các hệ sinh thái.

Tại Hội nghị COP26, Thủ tướng Chính phủ khẳng định, mặc dù là nước đang phát triển, mới chỉ bắt đầu tiến hành công nghiệp hóa trong hơn 3 thập kỷ qua nhưng là nước có lợi thế về năng lượng tái tạo, Việt Nam sẽ xây dựng và triển khai các biện pháp giảm phát thải khí nhà kính mạnh mẽ bằng nguồn lực của mình, cùng với sự hợp tác, hỗ trợ về tài chính và chuyển giao công nghệ của cộng đồng quốc tế, nhất là các nước phát triển, trong đó có thực hiện các cơ chế theo Thỏa thuận Paris, để đạt Net Zero vào năm 2050.

Đồng thời, Việt Nam cam kết giảm phát thải khí metan 30% vào năm 2030, cam kết chống suy thoái rừng và chuyển đổi năng lượng sạch; Việt Nam kêu gọi tất cả các nước giàu, các nước phát triển phải chia sẻ, hỗ trợ và giúp đỡ các nước đang phát triển, các nước nghèo trong việc hoàn thiện thể chế; đào tạo nguồn nhân lực gắn với đổi mới sáng tạo; bố trí tài chính xanh phù hợp và hiệu quả; chia sẻ công nghệ xanh; quản trị quốc gia để thực hiện cắt giảm metan.

Nhằm thực hiện mục tiêu Net Zero, Thủ tướng chính phủ đã ban hành quyết định số 888/QĐ-TTg ngày 25/7/2022 phê duyệt đề án về những nhiệm vụ, giải pháp triển khai kết quả hội nghị COP 26. Theo đó đặt các mục tiêu cụ thể như sau:

- Hoàn thiện hành lang pháp lý đồng bộ khuyến khích, thúc đẩy, tạo điều kiện cho phát triển các-bon thấp, giảm phát thải. Rà soát, tháo gỡ kịp thời những vướng mắc về thủ tục, tạo đột phá cho thu hút các dòng vốn đầu tư, phát triển carbon thấp của các tổ chức quốc tế, các định chế tài chính đầu tư vào Việt Nam thông qua đổi mới cơ chế, chính sách, pháp luật.

- Các chiến lược, quy hoạch, kế hoạch quốc gia, ngành và địa phương được rà soát, cập nhật, điều chỉnh phù hợp với mục tiêu cam kết đạt mức phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050. Trên cơ sở chiến lược, quy hoạch, xây dựng kế hoạch đề triển khai thực hiện đồng bộ, có hiệu quả.

- Các hoạt động giảm phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực năng lượng, giao thông vận tải, sản xuất vật liệu xây dựng, nông nghiệp, xử lý chất thải được đẩy mạnh. Đến năm 2030, khuyến khích sử dụng điện, năng lượng xanh trong giao thông vận tải, sử dụng 100% xăng E5; giảm 32,6% lượng phát thải khí nhà kính trong năng lượng, 43% trong nông nghiệp, 70% trong lâm nghiệp và sử dụng đất đồng thời tăng 20% lượng hấp thụ carbon, 60,7% trong xử lý chất thải, 38,3% trong các quá trình công nghiệp (so với kịch bản phát triển thông thường). Các giải pháp thu hồi và lưu giữ carbon từ các nguồn phát thải lớn được nghiên cứu, áp dụng rộng rãi.

- Xác định chi tiết tiềm năng năng lượng gió, sóng ngoài khơi tại các vùng biển Việt Nam; xác định các khu vực biển thu hút các nhà đầu tư, đưa một số dự án điện gió ngoài khơi vào hoạt động ở các khu vực có tiềm năng. Đến năm 2030, tỷ lệ các nguồn năng lượng tái tạo bao gồm thủy điện, điện gió, điện mặt trời, điện sinh khối chiếm ít nhất 33% tổng sản lượng điện phát; giảm tỷ trọng các nguồn nhiên liệu hóa thạch; tham gia các tổ chức năng lượng quốc tế.

- Phát triển các dự án năng lượng mới không phát thải như sản xuất nhiên liệu hydro xanh, amonia xanh... phục vụ phát triển kinh tế - xã hội. Phát triển công nghệ lưu trữ năng lượng gồm pin tích năng, thủy điện tích năng, trữ nhiệt và lưới điện thông minh, bảo đảm độ ổn định và tích hợp năng lượng tái tạo trong hệ thống điện với tỷ lệ cao.

- Hình thành cơ chế trao đổi bù trừ tín chỉ carbon, thị trường giao dịch tín chỉ các-bon trong nước. Đến năm 2030, thị trường carbon trong nước được vận hành và kết nối với thị trường các-bon các nước trong khu vực và thế giới.

- Các hoạt động thích ứng với biến đổi khí hậu, phục hồi các nguồn tài nguyên, hệ sinh thái được triển khai đồng bộ, hiệu quả. Hạ tầng thích ứng với biến đổi khí hậu được bảo đảm cơ bản, đặc biệt tại các khu vực dễ bị tổn thương, rủi ro trước tác động của biến đổi khí hậu; các giải pháp thích ứng dựa vào tự nhiên, hệ sinh thái, cộng đồng được áp dụng rộng rãi. Phát triển nông nghiệp sinh thái, bảo vệ, bảo tồn, sử dụng và phát triển bền vững rừng.

- Thực hiện sáng kiến của Liên hợp quốc về “Thập kỷ phục hồi hệ sinh thái”, triển khai Chương trình trồng một tỷ cây xanh vì một Việt Nam xanh.

- Xây dựng, tham gia Quan hệ đối tác chuyên đổi năng lượng công bằng, công lý; tham gia Liên minh thích ứng toàn cầu và các sáng kiến quốc tế về giảm nhẹ phát thải khí nhà kính, chuyển dịch năng lượng.

- Thúc đẩy ngoại giao khí hậu; phát triển đồng bộ nghiên cứu khoa học, đổi mới sáng tạo, đẩy mạnh tăng cường năng lực, truyền thông phục vụ phát triển carbon thấp, giảm phát thải.

2. Tiềm năng sản xuất năng lượng hydrogen bằng năng lượng tái tạo

2.1. Tiềm năng năng lượng tái tạo của Việt Nam.

- Điện mặt trời: Tổng tiềm năng kỹ thuật điện mặt trời khá lớn, khoảng 914.000 MW. Trong đó, 837.000 MW là tiềm năng mặt đất và 77.000 MW là tiềm năng mặt nước. Nếu xét thêm điều kiện khả năng xây dựng và tiềm năng kinh tế sơ bộ, tổng quy mô tiềm năng có thể phát triển của điện mặt trời quy mô lớn toàn quốc khoảng 386.000 MW, tập trung chủ yếu tại miền Nam, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên. Tổng tiềm năng điện mặt trời mái nhà toàn quốc khoảng 48.000 MW, trong đó chủ yếu nằm ở khu vực miền Nam và miền Bắc (lần lượt khoảng 27.000 MW và 15.000 MW).

Vấn đề cần quan tâm khi phát triển điện mặt trời là loại hình này có chi phí sản xuất điện rẻ nhưng lại yêu cầu diện tích đất lớn để phát triển. Hiện tại suất sử dụng đất cho điện mặt trời tập trung khoảng 1ha/ 1 MW. Như vậy, nếu phát triển thêm mỗi 1.000 MW điện mặt trời tập trung thì cần một diện tích đất lên tới khoảng 1.000 ha, đây là một con số đáng kể trong điều kiện diện tích đất cho phát triển năng lượng điện tới năm 2030 theo quy hoạch sử dụng đất quốc gia bị giới hạn và không còn nhiều dư địa.

- Nguồn thủy điện: Căn cứ theo rà soát thủy điện toàn quốc của Cục Điện lực và Năng lượng tái tạo, tiềm năng kinh tế - kỹ thuật thủy điện vừa và lớn tại Việt Nam khoảng 75-80 tỷ kWh, tương đương khoảng 23.000-25.000 MW công suất đặt. Tổng công suất nguồn thủy điện của Việt Nam đã được xây dựng vận hành đến năm 2020 là khoảng 20.800 MW trong đó có 17.000 MW nguồn thủy điện vừa và lớn. Tổng công suất thủy điện vừa và lớn có thể đưa vào tiềm năng phát triển tăng thêm là khoảng 6.000 MW.

Về các nguồn thủy điện nhỏ (công suất dưới 30 MW), cũng theo rà soát trên, tiềm năng có thể xem xét xây dựng thêm là khoảng 2700 MW, phân bố chủ yếu tại khu vực Bắc Bộ. Ngoài ra theo nghiên cứu đánh giá của Viện Năng lượng, tiềm năng khai thác thủy điện nhỏ từ các hồ chứa thủy lợi là khoảng 820 MW.

Về thủy điện tích năng, theo một số nghiên cứu, tổng tiềm năng xây dựng thủy điện tích năng của nước ra khoảng 24 GW, tập trung chủ yếu tại khu vực Tây Bắc và Nam Trung bộ. Việc khai thác tiềm năng thủy điện tích năng có vai trò quan trọng trong phát triển hệ thống nguồn điện tích hợp cao các nguồn điện NLTT.

- Điện gió trên bờ và gần bờ: Về mặt tiềm năng, tổng quy mô tiềm năng điện gió trên bờ và gần bờ của nước ta khá lớn, khoảng 221.000 MW, tuy nhiên chủ yếu là tiềm năng gió thấp (4,5-5,5 m/s) - khoảng 163.000 MW. Tổng tiềm năng của khu vực gió có tốc độ cao khoảng 30.000 MW và gió trung bình là 30.000 MW, chủ yếu tập trung tại Tây Nam Bộ, Tây Nguyên và Nam Trung Bộ.

- Điện gió ngoài khơi: Chương trình hỗ trợ quản lý năng lượng của Ngân hàng Thế giới (WB-ESMAP), dựa vào bản đồ gió thế giới ở độ cao 100 m và trong dải 200 km từ đường bờ đã ước tính tiềm năng kỹ thuật của điện gió ngoài khơi của Việt Nam. Theo đó trên vùng biển Việt Nam từ 0 - 200 km thì tổng tiềm năng kỹ thuật của ĐGNK khoảng 600 GW, trong đó móng cố định là 261 GW và móng nổi khoảng 338 GW. Diện tích khảo sát này chưa bao gồm toàn bộ vùng đặc quyền kinh tế (200 hải lý) của Việt Nam tính từ đường cơ sở quốc gia theo Công ước Liên hợp quốc về Luật Biển 1982.

Tiềm năng kinh tế - kỹ thuật của điện gió ngoài khơi sẽ được cập nhật thường xuyên và sẽ tăng lên theo thời gian do phát triển của khoa học công nghệ kéo theo đó là tính khả thi của các dự án có xu hướng ngày càng xa bờ. Trong tương lai ngắn và trung hạn, cần tập trung khai thác tiềm năng của các vị trí gần bờ (khoảng 100km), có tốc độ gió tốt, độ sâu đáy biển không lớn (là khu vực có tiềm năng dự kiến khoảng 160 GW). Trong tương lai dài hạn, khi khoa học công nghệ phát triển đảm bảo tính kinh tế của dự án và đã khai thác hết các tiềm năng gió ngoài khơi gần bờ thì có thể xem xét khai thác tới tiềm năng 600 GW điện gió xa bờ ở khoảng cách 200km.

- Nguồn sinh khối và NLTT khác: Quy mô tiềm năng phát triển của điện sinh khối ước tính khoảng 7.000 MW, chủ yếu từ nguồn các phụ phẩm nông nghiệp. Nguồn điện sinh khối yêu cầu một vùng nguyên liệu, nhiên liệu khá lớn do đặc điểm phân tán, sử dụng diện tích đất đáng kể (trường hợp phát triển cây nhiên liệu chuyên biệt như cao lương ...). Ngoài việc thu gom đảm bảo nguồn cung nguyên liệu ổn định khá khó khăn, nguồn nhiên liệu cho các nhà máy điện sinh khối còn bị cạnh tranh bởi nhu cầu xuất khẩu viên nén sinh khối. Như vậy, việc phát triển điện sinh khối phụ thuộc cả vào vị trí địa điểm, nguồn cung cấp nhiên liệu ổn định lẫn tính kinh tế của nhà máy điện.

Theo nghiên cứu, tiềm năng điện từ nguồn rác thải khoảng 1.700 MW, nguồn địa nhiệt 460 MW. Các loại hình năng lượng tái tạo còn lại như khí sinh học, thủy triều hiện nay đều trong giai đoạn nghiên cứu.

Bảng III. 3. Tiềm năng kỹ thuật ĐMT mặt đất

Stt	TÊN VÙNG / TỈNH	CÔNG SUẤT (MW)
I	KHU VỰC BẮC BỘ	82.766
II	KHU VỰC BẮC TRUNG BỘ	103.600
III	KHU VỰC TRUNG TRUNG BỘ	44.038
IV	KHU VỰC TÂY NGUYÊN	199.763

V	KHU VỰC NAM TRUNG BỘ	159.320
VI	KHU VỰC NAM BỘ	247.998

Nguồn: Quy hoạch điện VIII

Bảng III. 4. Tiềm năng kỹ thuật ĐMT mặt nước

STT	TÊN VÙNG / TỈNH	CÔNG SUẤT (MW)
I	KHU VỰC BẮC BỘ	16.737
II	KHU VỰC BẮC TRUNG BỘ	8.895
III	KHU VỰC TRUNG TRUNG BỘ	11.623
IV	KHU VỰC TÂY NGUYÊN	8.855
V	KHU VỰC NAM TRUNG BỘ	10.871
VI	KHU VỰC NAM BỘ	20.373
TỔNG		77.353

Nguồn: Quy hoạch điện VIII

Bảng III. 5. Tiềm năng kỹ thuật điện gió trên bờ theo vùng

STT	TÊN VÙNG / TỈNH	CÔNG SUẤT (MW)
I	KHU VỰC BẮC BỘ	13.446
II	KHU VỰC BẮC TRUNG BỘ	10.717
III	KHU VỰC TRUNG TRUNG BỘ	11.235
IV	KHU VỰC TÂY NGUYÊN	68.386
V	KHU VỰC NAM TRUNG BỘ	35.388
VI	KHU VỰC NAM BỘ	81.962
TỔNG		221.134

Nguồn: Quy hoạch điện VIII

Theo Báo cáo QHĐ VIII, tổng công suất điện gió theo lý thuyết ước tính 320,1 GW. Nếu tính theo Thông tư 06/2013/TT-BCT cho tốc độ gió từ 6m/s trở lên thì tiềm năng lý thuyết điện gió trên bờ của Việt Nam thấp hơn chỉ khoảng 179,6 GW⁴³. Đối với tiềm năng lý thuyết của điện gió ngoài khơi, hiện chưa có một đánh giá chi tiết nào được thực hiện do các số liệu đầu vào chưa được thu thập và đánh giá trên cơ sở khoa học. Theo số liệu mới cập nhật nhất của WB thì tiềm năng lý thuyết - kỹ thuật sơ bộ của điện gió ngoài khơi là 600 GW.

⁴³ Thông tư 06/2013/TT-BCT đã hết hiệu lực và chưa có văn bản pháp luật mới quy định về tốc độ gió để xác định các tiềm năng gió tại Việt Nam.

Tiềm năng kỹ thuật của điện gió ngoài khơi, theo một nghiên cứu khác của cơ quan năng lượng Đan Mạch (DEA) hỗ trợ Bộ Công Thương năm 2020, khoảng 165 GW. Trong đó, điện gió ngoài khơi móng cố định (độ sâu đáy biển $\leq 50\text{m}$) khoảng 135 GW và móng nổi khoảng 30 GW. Tiềm năng điện gió ngoài khơi phân theo các vùng như sau:

Bảng III. 6. Tiềm năng kỹ thuật điện gió ngoài khơi theo các vùng

Stt	TÊN VÙNG / TỈNH	Tiềm năng kỹ thuật (MW)				
		(6 - 6.5) m/s	(6.6 - 7) m/s	(7.1 - 7.9) m/s	> 8 m/s	Tổng
I	KHU VỰC BẮC BỘ	8 048	4 952	-	-	13 000
II	KHU VỰC BẮC TRUNG BỘ	3 095	1 357	545	-	5 000
III	KHU VỰC TRUNG TRUNG BỘ	1 941	789	270	-	3 000
IV	KHU VỰC TÂY NGUYÊN	23 821	10 200	23 154	60 841	118 000
III	KHU VỰC NAM TRUNG BỘ	19 419	6 783	-	-	26 200
TỔNG		54 383	23 292	23 699	60 841	165 200

Nguồn: Vietnam Offshore Wind Country Screening and Site Selection – C2Wind – Denmark, 2020

Với tiềm năng NLTT lớn nêu trên, đặc biệt là hai vùng Nam Trung Bộ và Nam Bộ, giai đoạn 2019-2020 chứng kiến sự phát triển bùng nổ của điện gió và điện mặt trời ở Việt Nam nói chung cũng như hai vùng nghiên cứu nói riêng. Do sự phát triển “quá nóng” này nên hệ thống điện quốc gia đã gặp nhiều khó khăn trong quá trình vận hành cũng như điều độ toàn hệ thống, do tốc độ tăng trưởng lưới truyền tải chưa theo kịp nguồn và sự không ổn định của nguồn NLTT khi tích hợp vào hệ thống với tỷ lệ lớn.

Đây là cơ hội của Việt Nam để phát triển năng lượng hydrogen các-bon thấp đang được xem xét trong nghiên cứu này nhằm tận dụng nguồn điện NLTT còn lại sau khi cung cấp đủ cho nhu cầu điện của nền kinh tế. Để có thể phát triển các nguồn điện NLTT và năng lượng hydrogen xanh phù hợp với điều kiện thực tế của Việt Nam nhằm phát huy và tận dụng tối đa tiềm năng cũng như hiệu quả về kinh tế mang lại cần đánh giá được hiện trạng phát triển và nhu cầu trong tương lai để có những định hướng và điều chỉnh kế hoạch phát triển phù hợp hơn trong giai đoạn tới.

3. Tiềm năng sản xuất năng lượng hydrogen từ các dạng năng lượng khác

Hydrogen xanh lá (gọi tắt là hydrogen xanh) được sản xuất bằng công nghệ điện phân nước sử dụng nguồn điện từ NLTT, và không phát thải khí các-bon đi-ô-xít. Với những ưu điểm vượt trội được xem như nguồn nhiên liệu tái tạo, thân thiện với môi trường như (i) hiệu quả chuyển đổi năng lượng cao; (ii) sản xuất từ nước và không tạo khí thải; (iii) trữ lượng rất lớn; (iv) đa dạng các hình thức lưu trữ; (v) có khả năng vận chuyển ở khoảng cách xa; (vi) dễ dàng chuyển đổi sang các dạng năng lượng khác; (vii) Có giá trị nhiệt cao (HHV) và giá trị nhiệt thấp (LHV) cao hơn hầu hết các nhiên liệu hóa thạch có liên quan, hydrogen xanh có

thể được sản xuất từ nhiều nguồn sẵn có khác nhau, có vai trò “dự trữ” năng lượng,... hydrogen xanh đang thu hút sự quan tâm nghiên cứu và phát triển của nhiều quốc gia trên thế giới như một nguồn năng lượng thể hệ mới, một nguồn năng lượng thay thế tối ưu trong tương lai gần.

Hệ thống chính sách của Việt Nam cũng như thế giới, cho thấy Đảng và Nhà nước ta đã nhận diện được vai trò, vị trí của hydrogen trong xu hướng phát triển nền kinh tế bền vững, giảm phát thải các-bon trên thế giới và đối với Việt Nam thông qua cam kết COP26, Nghị quyết 55-NQ/TW, Quyết định số 38/2020/QĐ-TTg, Quyết định 896/QĐ-TTg, Quyết định 876/QĐ-TTg, Quyết định 882/QĐ-TTg, QĐ 888/QĐ-TTg, QHĐ VIII, Quy hoạch năng lượng quốc gia,... NLTT cũng đã được Đảng và Chính phủ quan tâm và đưa vào các chiến lược định hướng phát triển năng lượng tại Việt Nam thông qua rất nhiều văn bản, chính sách. Đây là yếu tố quan trọng để thu hút các nhà đầu tư trong và ngoài nước vào lĩnh vực này, là tiền đề, cơ sở pháp lý để phát triển nền kinh tế hydrogen xanh.

Tính đến năm 2021, hydrogen hầu như được sản xuất hoàn toàn bằng nhiên liệu hóa thạch (98%) và được sử dụng chủ yếu trong các quá trình công nghiệp⁴⁴. Ngoài ngành công nghiệp, hydrogen có các tiềm năng sử dụng khác như được trộn lẫn với mạng lưới khí đốt tự nhiên hiện có trong công trình dân dụng, sử dụng trong vận tải biển, hàng không và giao thông đường bộ như một nguồn nhiên liệu các-bon thấp được lựa chọn. Bên cạnh đó, việc sản xuất amoniac từ hydrogen để giảm lượng khí thải tại các nhà máy đạm, lọc hóa dầu và các quá trình khác cũng cho thấy công nghệ sản xuất đang ngày càng phát triển. Theo đó, xu hướng phát triển nhanh và mạnh mẽ của hydrogen xanh thể hiện khá rõ ràng tại các nước như Hoa Kỳ, Canada, Nhật Bản, Trung Quốc, Liên minh Châu Âu và Trung Đông thông qua các chiến lược phát triển hydrogen của các nước song song với các khoản đầu tư từ Chính phủ.

Sản xuất và sử dụng hydrogen xanh là một lĩnh vực mới đối với Việt Nam. Ở Việt Nam, hydrogen xám/ nâu 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. 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 được phát triển. Hydrogen xanh được sản xuất từ nguồn NLTT chưa được sản xuất và sử dụng tại Việt Nam. Chưa có nhiều nghiên cứu về khả năng phát triển nhiên liệu hydrogen xanh để sản xuất hoặc tiêu thụ điện trong công nghiệp và giao thông vận tải. Hiện tại, ở Việt Nam cũng đã có một số nhà đầu tư đăng ký hợp tác phát triển các dự án điện NLTT và các đơn vị sản xuất hydrogen chủ yếu là loại hydrogen xám và nâu.

Sản xuất hydrogen từ các dạng năng lượng khác ngoài NLTT có thể kể đến:

⁴⁴ <https://www.energypolicy.columbia.edu/research/article/hydrogen-fact-sheet-production-low-carbon-hydrogen>

Năng lượng địa nhiệt: với tổng công suất khoảng 300 MW. Năng lượng địa nhiệt có thể được sử dụng để sản xuất hydrogen bằng cách sử dụng công nghệ điện phân nước.

Năng lượng biomass: bao gồm gỗ, rơm rạ, và chất thải nông nghiệp. Biomass có thể được sử dụng để sản xuất hydrogen bằng cách sử dụng công nghệ nhiệt phân.

Hạt nhân (Nuclear): Mặc dù Việt Nam chưa phát triển ngành hạt nhân, năng lượng hạt nhân có tiềm năng cung cấp điện năng liên tục và ổn định để sản xuất hydrogen thông qua điện phân nước, việc sử dụng năng lượng hạt nhân đòi hỏi đầu tư lớn và cần được xem xét kỹ lưỡng về các khía cạnh an toàn và môi trường.

Tuy nhiên, để thực hiện tiềm năng sản xuất năng lượng hydrogen từ các dạng năng lượng khác, Việt Nam cần đưa ra các chính sách hỗ trợ và đầu tư vào cơ sở hạ tầng và công nghệ liên quan. Hơn nữa, cần thiết có sự hợp tác và đầu tư từ các công ty và tổ chức quốc tế để thúc đẩy việc phát triển năng lượng hydrogen tại Việt Nam.

V. Dự báo nhu cầu hydrogen

Dự báo nhu cầu khí hydrogen toàn cầu được đưa ra trong báo cáo Triển vọng Công nghệ Năng lượng năm 2020 của IEA. Theo đó, nhu cầu khí hydrogen được dự báo sẽ tăng trưởng mạnh trong 50 năm tới, đạt gần 100 triệu tấn hydrogen (MtH_2) vào năm 2030 và lên tới mức 520 triệu tấn hydrogen (MtH_2) vào năm 2070. Tỷ trọng nhu cầu tiêu thụ khí hydrogen đến năm 2070 cũng được dự báo sẽ thay đổi đáng kể so với hiện nay, trong đó, 30% khí hydrogen năm 2070 nhằm phục vụ cho các phương tiện giao thông vận tải như ô tô, xe tải chạy pin nhiên liệu. 20% được sử dụng để sản xuất nhiên liệu tổng hợp cho ngành hàng không, 10% dùng để sản xuất ammoniac, 15% dùng trong các ngành công nghiệp hóa chất và luyện kim, 15% dùng cho phát điện, 5% dùng làm nhiên liệu cho các hệ thống sưởi tòa nhà dân dụng và 5% còn lại dùng cho các hoạt động chế xuất khác. Như vậy có thể thấy trong tương lai, nhu cầu sử dụng khí hydrogen trên thế giới sẽ tăng trưởng rất mạnh, khí hydrogen cũng sẽ được sử dụng đa dạng trong nhiều ngành và lĩnh vực khác nhau. Từ đó, mở ra một thị trường có tiềm năng rất lớn trên thế giới.

Nhu cầu khí hydrogen hiện nay của Việt Nam đến từ các lĩnh vực như hóa chất, sản xuất phân bón, hóa dầu và luyện kim. Trong tương lai, nhu cầu khí hydrogen của Việt Nam sẽ tăng mạnh khi các ngành công nghiệp sử dụng khí hydrogen ở trên phát triển cùng với việc Nhà nước khuyến khích sử dụng các loại hình nhiên liệu thân thiện với môi trường thay thế cho các nhiên liệu hóa thạch trong ngành giao thông vận tải.

Theo Quy hoạch năng lượng quốc gia, nhu cầu năng lượng cuối cùng đối với năng lượng hydrogen và ammonia đến năm 2030 khoảng 100-200 kt/năm và đến 2050 khoảng 10-10,7 triệu tấn. Trong đó nhu cầu này chủ yếu phục vụ cho các ngành giao thông vận tải, công nghiệp nặng (luyện kim, hóa chất...). Nhu cầu

năng lượng hydrogen có thể chiếm 10,8%-11,5% tổng nhu cầu năng lượng cuối cùng vào năm 2050.

Theo Quy hoạch điện VIII, nhu cầu năng lượng hydrogen và ammonia phục vụ nhiên liệu trộn ở các nhà máy nhiệt điện than, nhiệt điện khí ước tính 1,5-1,6 triệu tấn/năm vào năm 2035 sau đó tăng lên khoảng 22,3 triệu tấn/năm vào năm 2050.

Theo báo cáo Preliminary strategic roadmap for Vietnam PtX industry Development⁴⁵, nhu cầu hydrogen xanh của Việt Nam đến năm 2030 khoảng 400 kt chủ yếu sử dụng cho đồng đốt trong nhiệt điện khí. Nhu cầu hydrogen xanh đến năm 2045 khoảng 9,1 triệu tấn, trong đó, nhiệt điện than đồng đốt 4,2 triệu tấn, nhiệt điện khí 3,5 triệu tấn, hóa chất 0,27 triệu tấn, lọc dầu 0,09 triệu tấn, thép 0,85 triệu tấn, giao thông 0,01 triệu tấn. Nhu cầu hydrogen xanh dự báo ở báo cáo của GIZ chỉ thực hiện đến năm 2045 chủ yếu dựa trên triển vọng phát triển các ngành chưa tính đến mục tiêu phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050.

Theo nghiên cứu của UNDP, do Viện Năng lượng thực hiện, tổng nhu cầu hydrogen xanh vào năm 2030 khoảng 436 nghìn tấn. Nhu cầu hydrogen xanh sẽ tăng mạnh vào năm 2050 với tổng nhu cầu 40,7 triệu tấn, trong đó, nhiệt điện 19,5 triệu tấn, công nghiệp 11,3 triệu tấn, giao thông vận tải 9,4 triệu tấn, phân bón 0,26 triệu tấn, lọc dầu 0,18 triệu tấn.

Theo nghiên cứu của Viện Nghiên cứu Kinh tế Đông Nam Á và Châu Á (Economic Research Institute of ASEAN and East Asia - ERIA), đến năm 2040, dự kiến 20% nhu cầu khí tự nhiên trong các ngành công nghiệp sẽ được chuyển sang sử dụng khí có pha trộn hydrogen. Đồng thời, dự kiến 0,025% - 0,1% nhu cầu sử dụng xăng dầu của các ngành giao thông vận tải sẽ chuyển sang sử dụng hydrogen. Qua đó, nhu cầu hydrogen của Việt Nam được dự báo vào khoảng 0,7-1,7 triệu tấn (MtH₂) tương đương với 2-5 tấn dầu quy đổi (Mtoe) vào năm 2040. Xét trong khu vực Đông Nam Á, nhu cầu hydrogen của Việt Nam tới năm 2040 được dự báo chỉ đứng sau Indonesia và Malaysia.

1. Lĩnh vực dân dụng và các ngành công nghiệp

Trong năng lượng, hydrogen là một nguồn nhiên liệu tiềm năng với nhiều ưu điểm thuận lợi về môi trường và kinh tế. Khi dùng làm nhiên liệu, hydrogen có thể được đốt trực tiếp trong các động cơ đốt trong, tương tự như trong các loại phương tiện giao thông chạy bằng xăng dầu phổ biến hiện nay. hydrogen cũng có thể thay thế khí thiên nhiên để cung cấp năng lượng cho các nhu cầu dân dụng hàng ngày như đun nấu, sưởi ấm, chiếu sáng... Đặc biệt, hydrogen đã được dùng làm nhiên liệu cho tên lửa trong ngành công nghiệp vũ trụ và quốc phòng. hydrogen còn có thể được sử dụng làm nguồn năng lượng cung cấp cho hệ thống pin nhiên liệu, nhờ quá trình điện hóa để tạo ra điện năng.

⁴⁵ GIZ 2022. Preliminary strategic roadmap for Vietnam PtX industry Development

Hydrogen và dẫn xuất của hydrogen đã và đang được sử dụng trong nhiều ngành kinh tế, các ứng dụng hydrogen hiện đã khá phổ biến và đang có xu hướng tiếp tục phát triển mạnh trong tương lai ở cả Việt Nam và các quốc gia trên thế giới. Nhu cầu hydrogen xanh được ước tính cho các ngành công nghiệp (thép, xi măng), giao thông vận tải, lọc hóa dầu, phân bón và sản xuất điện. Tổng nhu cầu hydrogen xanh cho các ngành kinh tế kinh tế đến năm 2030 ước tính là 436 KTA và đến năm 2050 là 40.720 KTA.

2. Lĩnh vực năng lượng

2.1. Nhiên liệu cho ngành giao thông vận tải

Ngành giao thông vận tải tiêu thụ năm loại nhiên liệu: Xăng dầu được hầu hết các phương tiện giao thông đường bộ tiêu thụ các phương thức như xe hai bánh, xe du lịch, xe thương mại hạng nhẹ; dầu diesel được tiêu thụ trên đường bộ, vận tải đường sắt, đường thủy nội địa; dầu mazut (FO) chỉ sử dụng cho phương tiện hàng hải; dầu hỏa chỉ dùng trong hàng không; và điện chủ yếu được tiêu thụ bởi xe hai bánh chạy bằng điện, và trong tương lai là tàu điện ngầm. Dầu diesel và xăng dự kiến sẽ tiếp tục tăng đáng kể, tăng hơn gấp đôi mức tiêu thụ từ năm 2014 đến năm 2030. Mức tiêu thụ dầu mazut và dầu hỏa gần như không đổi trong những năm qua, phù hợp với sự gia tăng khiêm tốn về nhu cầu đối với vận tải đường thủy nội địa, ven biển và hàng không.

Hydrogen xanh có nhu cầu tiềm năng rất lớn đối với việc khử các-bon trong giao thông vận tải. Đối với giao thông đường bộ, hydrogen xanh được sử dụng trong các phương tiện giao thông điện sử dụng pin nhiên liệu. hydrogen xanh có thể sử dụng như nhiên liệu đối với các loại phương tiện khác hoặc sản xuất ammonia xanh trong giao thông đường thủy, nhiên liệu tổng hợp trong các phương tiện giao thông khác. Cùng với phương tiện điện, nhiên liệu sinh học, hydrogen xanh là chìa khóa đối với khử các-bon trong giao thông vận tải.

Căn cứ Chương trình hành động về chuyển đổi năng lượng xanh và giảm phát thải khí CO₂ và khí CH₄ của ngành Giao thông Vận tải tại Quyết định số 876/QĐ-TTg, đến năm 2030 có 50% phương tiện giao thông công cộng sử dụng năng lượng xanh và đạt 100% vào năm 2050. Theo đó ngành giao thông không có nhu cầu hydrogen xanh trong năm 2030. Nhu cầu hydrogen xanh của ngành giao thông xuất hiện sau năm 2030 và ước tính đạt 8.768 KTA vào năm 2050.

2.2. Nhiên liệu cho sản xuất điện

Đối với ngành điện, theo dự thảo quy hoạch điện VIII tháng 4/2022, tổng công suất lắp đặt nhà máy điện than vào năm 2020 và 2030 tương ứng khoảng 20.431 MW và 37.467 MW; tổng công suất lắp đặt nhà máy điện khí LNG vào năm 2030 tương ứng khoảng 29.900 MW. Nhằm hướng tới mục tiêu phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050, khoảng 11% công suất nhiệt điện than sẽ chuyển đổi sang nhiên liệu sinh khối, 89% công suất nhiệt điện than và 100% nhà máy điện LNG sẽ chuyển đổi sang hydrogen xanh (hoặc các dẫn xuất của hydrogen xanh). Do đó, tổng nhu cầu hydrogen xanh vào năm 2050 cho ngành điện được dự kiến là 19.547 KTA.

Theo thông tin từ các nhà sản xuất tuabin khí, tuabin khí đang vận hành hiện nay có thể đốt cháy một tỷ lệ hydrogen từ 2-5%, một số có thể lên tới 30% mà không cần điều chỉnh hay thay thế thiết bị. Hiện tại, như Siemens đã công bố, hãng đã nghiên cứu và thử nghiệm thành công khí công suất nhỏ tua-bin (dưới 50MW) có thể đốt cháy 100% hydrogen. Hydrogen 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 nay, một số quốc gia đã và đang thử nghiệm công nghệ phối trộn amoniac với than.

2.3. Nhiên liệu cho các ngành công nghiệp hóa dầu - thép

Trong công nghiệp, hydrogen được sử dụng như là nguyên liệu cho ngành công nghiệp hóa chất như chế tạo ammonia, methanol, lọc dầu, sản xuất phân bón, công nghiệp luyện kim, mỹ phẩm, chất bán dẫn...

Hiện tại nhu cầu tiềm năng trong tương lai của hydrogen trong lĩnh vực Năng lượng (dầu và khí đốt) công nghiệp, một lượng lớn hydrogen được sản xuất và tiêu thụ trong các nhà máy lọc dầu. Hiện nay Việt Nam có hai nhà máy lọc dầu (NMLD Dung Quất và Nghi Sơn). Nhu cầu hydrogen lên đến 177 nghìn tấn mỗi năm và chi tiết sản xuất-tiêu thụ hydrogen như sau.

Bảng III. 7. Sản xuất và tiêu thụ hydrogen tại nhà máy lọc dầu Dung Quất

Stt	Hạng mục	Lưu lượng
1	Sản xuất	39
1.1	Continuous Catalytic Reforming	39
2	Tiêu dùng	39
2.1	Naphtha hydro treating	0,33
2.2	Isomerization	1,69
2.3	Light cycle oil hydro treating	5,78
2.4	Fuel gas	31,2

Nguồn: PVI

Bảng III. 8. Sản xuất và tiêu thụ hydrogen tại nhà máy lọc dầu Nghi Sơn

Stt	Hạng mục	Lưu lượng
1	Sản xuất	138,4
1.1	Continuous Catalytic Reforming	45,3
1.2	Recovering from rich hydrogen off gas stream	1,5
1.3	Hydrogen manufacturing	91,6
2	Tiêu dùng	138,4
2.1	Residue hydro treating	75,3
2.2	Gasoil hydro treating	38,6
2.3	Kerosene hydro treating	0,3
2.4	Isomerization	1,6
2.5	Naphtha hydro treating	3,0
2.6	Alkylation	12,7
2.7	Aromatic complex (Isomar + Tatoray)	6,9

Nguồn: PVI

Đối với nhu cầu công nghiệp ở Việt Nam hiện nay, lọc dầu là lĩnh vực đòi hỏi một lượng lớn hydrogen. Trong đó, NMLD Dung Quất tiêu thụ khoảng 39 nghìn tấn mỗi năm, và Nhà máy lọc dầu Nghi Sơn tiêu thụ một lượng hydrogen cao hơn đáng kể, khoảng 138 nghìn tấn hàng năm. Trong tương lai, nhu cầu sẽ tăng lên khoảng 55 nghìn tấn mỗi năm và dự kiến sẽ được đáp ứng bằng nguồn hydrogen bởi một đơn vị sản xuất hydrogen.

Hiện nay, trong ngành thép hydrogen chủ yếu được sử dụng trong quá trình ủ thép sau khi cán nguội. Bảng dưới đây cho thấy một số nhà sản xuất thép lớn ở Việt Nam.

Bảng III. 9: Một số nhà sản xuất thép lớn ở Việt Nam

Stt	Tên Nhà máy	Sản lượng (1000t/năm)
1	Thép Formosa Hà Tĩnh	10.000
2	Thép Hòa Phát	8.000
3	Thép VN	1.000
4	Tôn Hoa Sen	1.620
5	Posco Việt Nam	1.200
6	Công ty cổ phần thép Trung Quốc và thép Nippon Việt Nam	1.200
7	Thép Pomina	2.600
8	Cty Gang thép Thái Nguyên	650
9	Công ty cổ phần thép Việt – Nhật	360
10	Cty thép Vina Kyoei	850
	Tổng	27.480

Ở Việt Nam và trên thế giới hiện nay thép được sản xuất chủ yếu theo hai phương pháp: lò cao (BF-BOF) để sản xuất thép sơ cấp (từ quặng sắt) và lò hồ quang điện (EAF) để sản xuất thép thứ cấp (từ phế liệu). BF-BOF là phương thức sản xuất hàng đầu, với thị phần 71% sản lượng thép toàn cầu. EAF sản xuất thép thứ cấp bằng cách nấu chảy phế liệu thép bằng nhiệt được tạo ra bởi hồ quang điện, sử dụng các chất phụ gia để điều chỉnh thành phần hóa học của thép. Phương pháp sản xuất này được sử dụng cho 24% sản lượng thép. Phương pháp (direct reduction of iron) DRI-EAF được sử dụng cho 5% sản lượng thép hiện tại và tiêu thụ khoảng 4,3 Mt hydrogen vào năm 2020. Trong khi hydrogen chỉ là chất khử phụ trợ trong phương pháp lò cao (BF), nó có thể là chất khử chính trong quy trình DRI. Tuy nhiên, một nguồn carbon vẫn được yêu cầu để sản xuất thép từ EAF.

Hydrogen có thể được sử dụng trong BF như một chất khử, giảm lượng than luyện cốc cần thiết, Tuy nhiên, hydrogen không thể thay thế hoàn toàn than luyện cốc. Trong khi hydrogen chỉ là chất khử phụ trợ trong BF, nó có thể là chất khử chính trong quy trình DRI.

Ngành công nghiệp thép, hydrogen xanh được xem là lựa chọn tốt để giảm phát thải khí nhà kính. Theo ước tính sẽ cần khoảng 50kg hydrogen xanh để sản xuất 1 tấn thép. Theo báo cáo thị trường thép năm 2020, sản xuất thép đạt 43.100 KTA (bao gồm thép thô và thép thành phẩm). Cũng theo báo cáo thị trường thép từ năm 2015 đến 2021, tốc độ tăng trưởng sản lượng thép khoảng 14,6%/năm, với

tốc độ tăng trưởng như vậy đến năm 2030 sản lượng thép ước tính đạt 191.300 KTA. Với giả thiết nhu cầu thép năm 2050 không thay đổi nhiều so với năm 2030, để đạt mục tiêu net zero vào năm 2050, ngành công nghiệp thép sẽ cần khoảng 9.567 KTA hydrogen xanh vào năm 2050.

2.3. Nhiên liệu cho các ngành xi măng

Không giống như ngành thép và hóa chất, hydrogen được sử dụng hạn chế trong sản xuất xi măng. Mặc dù nó có thể thay thế một số nhiên liệu hóa thạch được sử dụng trong lĩnh vực này, nhưng nó không thể được sử dụng làm thành phần hoặc chất phản ứng trong sản xuất xi măng thông thường. Hai ứng dụng khả thi của hydrogen xanh trong tương lai của ngành xi măng là:

- * Sử dụng hydrogen làm nhiên liệu thay thế;
- * Sử dụng hydrogen để sản xuất e-methanol nếu nhà máy xi măng được áp dụng công nghệ thu hồi, sử dụng và lưu trữ carbon.

Bảng III. 10. Tiềm năng sử dụng hydrogen tại các nhà máy sản xuất xi măng

	Công suất nhà máy (Lò quay, sản xuất clinker)		
	Cỡ lớn (>4,000 tpd)	Cỡ vừa (2,500-4,000 tpd)	Cỡ nhỏ (<4,000 tpd)
Tiềm năng sản xuất E-Methanol (tất cả các nhà máy) [Mtpa]	36.6	12.1	9.1
Tiềm năng sản xuất E-Methanol (tất cả các nhà máy) [tpa]	1,143,552	578,556	224,440
Nhu cầu hydrogen của mỗi nhà máy [tpa]	218,975	110,786	42,977
Nhu cầu điện [MW]	1,281	648	251

Nguồn: Báo cáo Lộ trình chiến lược phát triển ngành PtX Việt Nam

2.4. Nguyên liệu cho sản xuất các nhiên liệu tổng hợp

Nhu cầu hydrogen cho nguyên liệu sản xuất các nhiên liệu tổng hợp trên thế giới đã tăng lên trong những năm gần đây, do việc phát triển các công nghệ mới sản xuất hydrogen từ các nguồn tái tạo và sự gia tăng nhu cầu về nhiên liệu sạch.

Theo một báo cáo của Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA), nhu cầu hydrogen toàn cầu dự kiến sẽ tăng từ 70 triệu tấn trong năm 2020 lên 120 triệu tấn vào năm 2030 và 300 triệu tấn vào năm 2050. Phần lớn nhu cầu hydrogen hiện nay được đáp ứng bằng cách sử dụng khí thiên nhiên làm nguyên liệu đầu vào. Tuy nhiên, việc sản xuất hydrogen từ khí thiên nhiên tạo ra khí thải CO₂, góp phần vào biến đổi khí hậu.

Các công nghệ mới sản xuất hydrogen từ các nguồn tái tạo, chẳng hạn như điện phân nước và quang hợp nhân tạo, đang được phát triển để đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng về nhiên liệu sạch.

Việc phát triển các công nghệ mới sản xuất hydrogen từ các nguồn tái tạo sẽ giúp giảm nhu cầu sử dụng khí thiên nhiên làm nguyên liệu đầu vào và góp phần giảm lượng khí thải CO₂.

Dự kiến nhu cầu hydrogen cho nguyên liệu sản xuất các nhiên liệu tổng hợp sẽ tiếp tục tăng lên 120 triệu tấn/năm và 2030 trong tương lai với các xu hướng sau:

Năng lượng tái tạo và hydrogen xanh: Với sự gia tăng nhận thức về biến đổi khí hậu và tăng cường ưu tiên về năng lượng tái tạo, dự kiến nhu cầu hydrogen xanh (hydrogen sản xuất từ năng lượng tái tạo) sẽ tăng lên. Hydrogen xanh có tiềm năng giảm lượng khí thải carbon trong quá trình sản xuất, điều này có thể tạo ra sự thúc đẩy cho việc chuyển đổi sang sản xuất nhiên liệu tổng hợp sạch hơn.

Điện: Hydrogen có tiềm năng được sử dụng trong các hệ thống lưu trữ năng lượng và các ứng dụng điện. Dự kiến rằng trong tương lai, nhu cầu sử dụng hydrogen trong các hệ thống pin nhiên liệu và các ứng dụng xe chạy bằng hydrogen sẽ gia tăng, đóng góp vào nhu cầu nhiên liệu tổng hợp.

Tăng trưởng kinh tế và công nghiệp: Tăng trưởng kinh tế và công nghiệp đồng nghĩa với nhu cầu ngày càng tăng về các sản phẩm hóa chất và nhiên liệu. Do đó, nhu cầu hydrogen để sản xuất các loại nhiên liệu tổng hợp như methanol và ammoniac sẽ tiếp tục tăng lên.

Ứng dụng nhiên liệu duyệt lại (reversible fuel cells): (RFCs) hay còn được gọi là nhiên liệu duyệt lại, là một loại hệ thống chuyển đổi năng lượng có khả năng hoạt động hai chiều: chuyển đổi năng lượng từ hydrogen thành các nhiên liệu khí (như methanol) và ngược lại, từ các nhiên liệu khí thành hydrogen. Điều này cho phép RFCs hoạt động như một pin nhiên liệu (fuel cell) và một nhà sản xuất nhiên liệu. RFCs có tiềm năng đáng kể trong việc giải quyết một số thách thức liên quan đến việc lưu trữ và vận chuyển hydrogen. Khi có nguồn năng lượng có sẵn (chẳng hạn như điện từ năng lượng tái tạo), RFCs có thể sử dụng điện năng này để chuyển đổi nhiên liệu khí thành hydrogen, giúp lưu trữ hydrogen một cách hiệu quả. Ngược lại, khi có nhu cầu sử dụng hydrogen làm nhiên liệu, RFCs có thể chuyển đổi hydrogen trực tiếp thành điện năng mà không cần lưu trữ hydrogen dưới dạng khí, điều này giúp giảm các vấn đề liên quan đến vận chuyển và lưu trữ hydrogen

3. Lĩnh vực khác (hóa chất, đạm)

Hiện nay ngành hóa chất Việt Nam đang trong quá trình phát triển. Hóa chất công nghiệp được chia thành 10 phân ngành chính, bao gồm: i) Hóa dầu; ii) Hóa chất cơ bản

(bao gồm cả hóa chất tiêu dùng, hóa chất tinh khiết...); iii) Phân bón; iv) Hóa dầu; v) sản phẩm Cao su, vi) Sơn - Mực in, vii) Khí công nghiệp; viii) Nguồn

điện hóa học (ắc quy, ắc quy); ix) Hóa chất bảo vệ thực vật; x) Sản phẩm bột giặt và một số hóa chất khác.

Hoạt động trong lĩnh vực hóa chất công nghiệp chịu sự quản lý thống nhất của Nhà nước trên cơ sở thi hành Luật Hóa chất số 06/2007/QH12 ngày 21/11/2007 và các Luật khác có liên quan.

Đối với các nhà máy phân bón, hydrogen được sử dụng để tổng hợp amoniac cung cấp cho sản xuất urê. Việt Nam có một số các nhà máy đạm (đạm Phú Mỹ, Cà Mau, Ninh Bình, Hà Bắc). Các nhà máy phân bón tại Việt Nam cung cấp ra thị trường khoảng 2,7 triệu tấn urê/năm, trong đó có 800 nghìn tấn urê từ đạm Phú Mỹ, 800 nghìn tấn urê từ nhà máy đạm Cà Mau, 560 nghìn tấn urê từ nhà máy đạm Hà Bắc và 500 nghìn tấn urê từ nhà máy đạm Ninh Bình. Hydrogen được sử dụng trong nhà máy để tổng hợp amoniac cung cấp cho sản xuất urê. Nhu cầu hydrogen tại đạm Phú Mỹ và Cà Mau được đáp ứng bằng nguồn hydrogen từ quá trình chuyển đổi hydrocacbon không bão hòa trong khí đạm Hà Bắc và Ninh Bình sản xuất hydrogen bằng quá trình khí hóa than. Bảng dưới đây tóm tắt số tiền hydrogen được sản xuất và tiêu thụ trong các nhà máy phân bón.

Bên cạnh đó. Nhà máy Polypropylene của Hyosung sẽ đi vào hoạt động sau năm 2021 và cung cấp cho thị trường đưa ra thị trường khoảng 20 nghìn tấn hydrogen mỗi năm. Lượng hydrogen này đến từ khử hydrogen Propane để sản xuất Propylene làm nguyên liệu cho sản xuất Polypropylene, nguồn hydrogen này có thể cung cấp cho xung quanh khu vực Phú Mỹ - Bà Rịa - Vũng Tàu và có thể là nguồn hydrogen tiềm năng cho ngành công nghiệp và giao thông vận tải trong tương lai.

Cần lưu ý rằng hydrogen xám đang được sử dụng trong các nhà máy phân bón nói trên. Do xu hướng chuyển hóa năng lượng, những nhà máy này có thể chuyển sang năng lượng xanh trong tương lai. Vị trí và công nghệ của họ tạo ra lợi thế để chuyển từ hydrogen màu xám sang màu xanh lam và xanh lá. Tuy nhiên, đến nay vẫn chưa có kế hoạch thay thế hydrogen xám bằng hydrogen sạch hơn, bao gồm cả hydrogen xanh lam và xanh lá cho các nhà máy này.

VI. Đánh giá khả năng sẵn sàng về hạ tầng cho phát triển năng lượng hydrogen

1. Khả năng tận dụng cơ sở hạ tầng hiện hữu

Việc triển khai pha trộn hydrogen vào mạng lưới khí đốt tự nhiên để sử dụng trong các ứng dụng công nghiệp và môi trường có thể ảnh hưởng đến đường ống, đặc tính khí đốt và hệ thống an toàn, thiết bị đo lường cũng như thiết bị và thiết bị sử dụng cuối. Nhiều công ty dầu khí trên thế giới đang nỗ lực tìm hiểu và vượt qua những thách thức kỹ thuật xung quanh việc phối trộn & cung cấp hỗn hợp hydrogen – khí tự nhiên. Các yếu tố kỹ thuật cần lưu ý bao gồm:

- *Khả năng tương thích của vật liệu chế tạo đường ống*

Một số đường ống kim loại có thể xuống cấp khi tiếp xúc với hydrogen trong thời gian dài, đặc biệt đối với nồng độ và áp suất hydrogen cao hơn có thể

xảy ra khi bơm vào hệ thống đường ống dẫn khí tự nhiên áp suất cao. Hiệu ứng giòn phụ thuộc vào loại thép và điều kiện vận hành và phải được đánh giá trong từng trường hợp cụ thể.

- Tiêu chuẩn & Quy chuẩn hệ thống đường ống vận chuyển

Lượng hydrogen hiện được phép sử dụng trong cơ sở hạ tầng khí đốt tự nhiên bị giới hạn bởi các tiêu chuẩn và quy chuẩn cụ thể của từng quốc gia. Một số nước giới hạn tỷ lệ trộn hydrogen ở mức 0.1% theo thể tích như ở Anh nhưng cũng có thể lên đến 12% tại Bỉ. Hiện nhiều quốc gia cũng chưa ban hành các tiêu chuẩn chất lượng về hydrogen nguyên chất & hỗn hợp hydrogen – khí tự nhiên, do vậy cần thiết phải xây dựng & phát triển các tiêu chuẩn nhằm cho phép phối trộn hydrogen vào hệ thống đường ống dẫn khí tự nhiên.

- Tính chất khí và hệ thống an toàn

Hydrogen có mật độ năng lượng thể tích thấp hơn so với khí tự nhiên. Ở bất kỳ áp suất nào, mật độ năng lượng thể tích của hydrogen chỉ bằng khoảng một phần ba so với khí tự nhiên. Hydrogen được bơm vào mạng lưới khí đốt tự nhiên sẽ tạo ra hỗn hợp có ít năng lượng trên một đơn vị thể tích hơn. Do vậy, để có thể cung cấp cùng một mức năng lượng, các đường ống và mạng lưới phân phối sẽ cần tăng áp suất hệ thống và tăng mật độ của hỗn hợp khí chảy qua đường ống.

Các đặc tính của hỗn hợp khí như khả năng nổ, tính dễ cháy, bắt lửa, phân tán và khả năng thêm chất tạo mùi để phát hiện rò rỉ của hỗn hợp hydrogen/khí tự nhiên có sự khác biệt so với hệ thống khí tự nhiên tinh khiết do vậy cần thiết phải xác lập mô hình và thử nghiệm trước khi triển khai. Một số báo cáo cho rằng có thể pha trộn hỗn hợp 5-10% thể tích hydrogen mà không cần điều chỉnh hệ thống an toàn.

- Đo đếm khí

Hỗn hợp hydrogen – khí tự nhiên có thể ảnh hưởng đến độ chính xác của thiết bị đo đếm khí hiện hữu. Một số nghiên cứu đã chỉ ra rằng không cần điều chỉnh đồng hồ đo đếm khí đối với mức hỗn hợp hydrogen thấp. Tuy nhiên cần tiến hành thử nghiệm trước khi triển khai và có thể phải cần thiết bị đo đếm mới với hỗn hợp hydroge có nồng độ cao hơn.

- Thiết bị gia dụng và thiết bị sử dụng đầu cuối

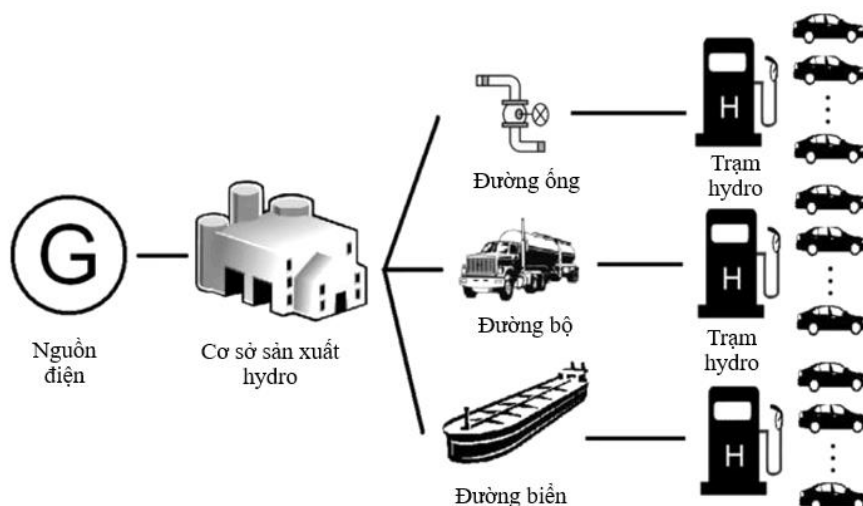
Thử nghiệm ở một số nước cho thấy tỷ lệ pha trộn hydrogen dưới 10% ít ảnh hưởng đến các thiết bị như bếp gas tự nhiên, lò nung và lò sưởi. Ngoài các mức đó, có thể cần phải sửa đổi, chẳng hạn như đầu đốt mới. Các thiết bị công nghiệp như gentua-bin, máy nén và nồi hơi cũng có thể bị ảnh hưởng bởi hỗn hợp hydrogen, cũng như một số vật liệu được sử dụng trong các bồn/bể CNG. Do vậy cần thiết phải tiến hành nghiên cứu, thử nghiệm & phải được đánh giá trên cơ sở từng trường hợp trước khi cung cấp hỗn hợp hydrogen – khí tự nhiên cho các khách hàng công nghiệp.

Như vậy, xét về khía cạnh kỹ thuật, hệ thống đường ống dẫn khí hiện hữu tại khu vực Đông & Tây Nam Bộ có thể được sử dụng để vận chuyển hỗn hợp

hydrogen – khí tự nhiên với sản lượng hydrogen khoảng 80.000 tấn/năm; hệ thống đường ống dẫn khí Thái Bình – Hàm Rồng 2.000 tấn/năm. Trường hợp xây dựng mới hệ thống đường ống vận chuyển hydrogen ước tính chi phí đầu tư khoảng 3 triệu USD/1 km đường ống.

2. Khả năng đầu tư cơ sở hạ tầng cho phát triển năng lượng hydrogen

Ở cấp quốc gia, phương án mạng lưới sản xuất và phân phối hydrogen quy mô lớn là lựa chọn ưu tiên.



Hình III. 2. Mạng lưới sản xuất và phân phối hydrogen quy mô lớn

Sản xuất một lượng lớn hydrogen trong một nhà máy đi kèm với chi phí sản xuất sẽ giảm đi đáng kể. Điều này tạo điều kiện thuận lợi cho một mạng lưới sản xuất và phân phối hydrogen quy mô lớn trên toàn quốc vì cơ sở sản xuất hydrogen càng lớn, đơn giá trên mỗi lượng hydrogen được sản xuất càng thấp. Ngoài ra, một lợi thế khác của mạng lưới phân phối quy mô lớn là tập trung nhà máy, giúp dễ dàng quản lý, khắc phục sự cố và phục vụ các cơ sở sản xuất và phân phối hydrogen. Điều này cũng làm giảm nguồn nhân lực cần thiết cho hoạt động liên tục của toàn bộ mạng. Tuy nhiên, một nhược điểm lớn của cách tiếp cận này là việc xây dựng các nhà máy sản xuất nhiên liệu quy mô lớn dẫn đến cần phải lưu trữ hydrogen nhiều hơn. Việc lắp đặt các cơ sở sản xuất hydrogen quy mô lớn có nghĩa là cần có cơ sở hạ tầng vận chuyển và phân phối nhiên liệu an toàn, đáng tin cậy và tiết kiệm chi phí để có được nền kinh tế hydrogen khả thi. Để thực hiện được nền kinh tế hydrogen, cần phải xem xét thêm về các yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến chi phí phân phối và vận chuyển. Đối với một quốc gia để thiết kế cơ sở hạ tầng cho hydrogen một cách hiệu quả, việc đánh giá thích hợp các yếu tố này là rất quan trọng.

Bảng III. 11. Các phương pháp phân phối hydrogen và chi phí đầu tư

Hình thức phân phối	Đường ống	Bằng các ống lưu trữ chuyên dụng	Vận chuyển hydrogen lỏng bằng đường bộ	Vận chuyển hydrogen lỏng bằng đường tàu
Sự phù hợp	Vận chuyển	Vận chuyển	Khoảng cách	Vận chuyển

Hình thức phân phối	Đường ống	Bằng các ống lưu trữ chuyên dụng	Vận chuyển hydrogen lỏng bằng đường bộ	Vận chuyển hydrogen lỏng bằng đường tàu
	hydrogen (dạng khí) với khối lượng lớn quãng đường dài	hydrogen (dạng khí) với quãng đường ngắn	ngắn và trung bình, vận chuyển khối lượng hydrogen lớn	hydro khối lượng lớn, liên lục địa
Chi phí đầu tư	200.000 USD - 1.000.000 USD cho mỗi km tùy thuộc vào địa hình	Khoảng 300.000 USD cho mỗi xe tải	300.00 USD - 400.000 USD mỗi xe tải	465.000.000 USD - 620.000.000 USD cho mỗi tàu vận chuyển hydrogen
Chi phí vận hành và bảo trì	Khoảng 0,03 USD/kg cho máy nén đường ống	Nhân công lái xe vào khoảng 18 USD/giờ	Nhân công lái xe vào khoảng 18 USD/giờ	Không xác định
Hiệu quả	Trên 99,2 % cho 100 km	94 % trên 100 km	99 % trên 100 km (hiệu suất hóa lỏng khoảng 75 %)	Tốc độ bay hơi 0,3 % mỗi ngày
Tiêu hao năng lượng	Lên đến 100 tấn hydrogen/giờ (3,9 GW) điện được yêu cầu cho máy nén đường ống	Mức tiêu thụ nhiên liệu lên đến 400 kg cho mỗi chiếc xe tải	Tiêu thụ nhiên liệu và năng lượng hóa lỏng lên đến 4000 kg cho mỗi phương tiện xe tải	Lên đến 10.000 tấn cho mỗi chuyến
Ưu điểm	Vận chuyển được số lượng, chiều dài lớn với hiệu quả cao, chi phí vận hành thấp. Phương pháp này sẽ lưu trữ được khối lượng lớn hydrogen	Phù hợp cho các hộ tiêu thụ quy mô nhỏ	Vận chuyển được nhiều hơn so với phương án vận chuyển hydrogen dạng khí	Vận chuyển quốc tế số lượng lớn với quãng đường dài
Nhược điểm	Chi phí đầu tư tương đối lớn do vậy phương	Giao hàng quy mô nhỏ trên mỗi phương	Chi phí đầu tư lớn, hiệu suất vận chuyển kém	Kinh nghiệm vận hành còn thấp. Phù hợp với các

Hình thức phân phối	Đường ống	Bằng các ống lưu trữ chuyên dụng	Vận chuyển hydrogen lỏng bằng đường bộ	Vận chuyển hydrogen lỏng bằng đường tàu
	án này phù hợp với việc phân phối hydrogen khối lượng lớn	tiện, vận chuyển quãng đường ngắn	do quá trình hóa lỏng và hiện tượng khí bay hơi	hệ tiêu thụ đủ lớn. Tồn thất do khí bay hơi trong quá trình vận chuyển còn lớn
Tổng chi phí vận chuyển cho 100 km (USD/kg)	0,1 - 1,0	0,5 - 2,0	0,3 - 0,5	1,8 - 2,0

Các yếu tố cơ sở hạ tầng này đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo sự phát triển bền vững của công nghiệp sản xuất hydrogen xanh, đồng thời đóng góp tích cực vào việc giảm thiểu tác động tiêu cực lên môi trường.

Để sử dụng, lưu trữ, vận chuyển hydrogen xanh hiệu quả đến nơi tiêu thụ, Việt Nam trước tiên cần xem xét, nghiên cứu quy hoạch các trung tâm sản xuất và tiêu thụ hydrogen xanh (trên thế giới gọi là thung lũng hydrogen tập hợp từ khâu sản xuất, lưu trữ, vận chuyển, sử dụng cuối cùng), quy hoạch các nhà máy sản xuất hydrogen xanh ở các địa điểm phù hợp để dễ dàng kết nối, tận dụng cơ sở hạ tầng hiện có hoặc trong tương lai có thể mở rộng đầu tư xây dựng mới cơ sở hạ tầng (đường ống, kho lưu trữ, cảng biển) để thuận tiện vận chuyển hydrogen đến khu vực tiêu thụ, cũng như xuất khẩu. Chính phủ và các bộ ngành có các cơ chế khuyến khích, ưu đãi cho các doanh nghiệp tham gia đầu tư xây dựng cơ sở hạ tầng trong chuỗi giá trị hydrogen xanh.

Hydrogen có thể được vận chuyển bằng xe tải, tàu thủy hoặc đường ống. Hydrogen có hàm lượng năng lượng thấp theo thể tích ở trạng thái thể khí (ít hơn ba lần so với metan chẳng hạn), nhưng, khi được nén, hydrogen có thể được vận chuyển qua các đường ống với cùng dòng năng lượng với khí thiên nhiên. Để vận chuyển hydrogen, hydrogen có thể được hóa lỏng hoặc chuyển đổi thành amoniac hoặc chất mang năng lượng (LOHC), cho hàm lượng năng lượng lớn hơn theo thể tích. Những chuyển đổi đó yêu cầu tiêu thụ thêm năng lượng để hóa lỏng và làm mát liên tục. Đối với lưu trữ, hydrogen có thể được lưu trữ trong các bể thép hoặc trong các thành tạo địa chất dưới lòng đất. Việc sử dụng cơ sở hạ tầng đường ống khí thiên nhiên hiện có thể được sử dụng để giảm chi phí vận chuyển làm giảm tổng thể chi phí chuyển đổi, cả về giảm đầu tư trong cơ sở hạ tầng hydrogen và tránh đầu tư vào mở rộng lưới điện. Đối với Việt Nam, theo một kịch bản của dự thảo QHĐ VIII, các nhà máy điện khí thiên nhiên trong nước hoặc các nhà máy điện khí LNG sau năm 2030 chuyển dần sang đốt trộn với hydrogen theo tỷ lệ phù hợp với công nghệ sẵn có. Vì vậy, ở giai đoạn đầu của quá trình chuyển đổi năng lượng này, hydrogen xanh có thể được pha trộn và vận chuyển đến các nhà máy với khí thiên nhiên trong các đường ống hiện có theo tỷ lệ phù hợp với công nghệ.

Trong tương lai, khi mà nhu cầu hydrogen xanh tăng lên, cần thiết phải đầu tư, mở rộng cơ sở hạ tầng. Vì vậy, đối với Việt Nam xem xét đầu tư xây dựng hệ thống đường ống kết nối từ khu vực trung tâm sản xuất hydrogen ở nơi có tiềm năng nguồn NLTT lớn đến khu vực trung tâm tiêu thụ xa khu vực sản xuất là một giải pháp cần được xem xét và nghiên cứu, đối với các hộ tiêu thụ nhỏ lẻ, có thể vận chuyển bằng xe tải khí đó hydrogen nên chuyển đổi thành amoniac và các chất mang năng lượng khác. Theo xu thế chung, hydrogen sẽ được ứng dụng rộng rãi trong pin nhiên liệu (FCV) vì vậy, cần thiết xem xét xây dựng cơ sở hạ tầng các trạm nạp hydrogen. Để xuất khẩu, hydrogen nên chuyển đổi thành amoniac và các chất mang năng lượng khác có mật độ năng lượng cao hơn để vận chuyển hiệu quả hơn và cần thiết xây dựng kho cảng đủ công suất để vận chuyển đến các nước nhập khẩu như Nhật Bản, Hàn Quốc, EU.

3. Đánh giá khả năng hình thành các chuỗi giá trị năng lượng hydrogen tại Việt Nam

Việc hình thành các chuỗi giá trị năng lượng hydrogen tại Việt Nam là khả thi khi có sự phát triển cơ sở hạ tầng, công nghệ, chính sách và hỗ trợ hợp tác quốc tế. Sử dụng năng lượng tái tạo để sản xuất hydrogen và xác định các ứng dụng và thị trường tiêu thụ sẽ giúp thúc đẩy việc hình thành các trung tâm năng lượng hydrogen, các chuỗi giá trị năng lượng hydrogen trong tương lai tại Việt Nam phụ thuộc vào một số yếu tố quan trọng sau đây:

Nguồn cung cấp hydrogen: Khả năng hình thành chuỗi giá trị năng lượng hydrogen đòi hỏi nguồn cung cấp hydrogen ổn định và bền vững. Việc sử dụng năng lượng tái tạo để sản xuất hydrogen là một lựa chọn hấp dẫn tại Việt Nam, như năng lượng mặt trời và gió, vì quốc gia này có tiềm năng phong phú cho các nguồn năng lượng này.

Cơ sở hạ tầng và công nghệ: Để xây dựng các chuỗi giá trị năng lượng hydrogen, Việt Nam cần phát triển cơ sở hạ tầng và công nghệ liên quan. Điều này bao gồm các công trình để sản xuất, lưu trữ và vận chuyển hydrogen an toàn và hiệu quả. Việc đầu tư vào cơ sở hạ tầng và công nghệ sẽ đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành các trung tâm năng lượng hydrogen.

Chính sách và hỗ trợ: Chính phủ cần đưa ra các chính sách và biện pháp hỗ trợ để thúc đẩy phát triển năng lượng hydrogen tại Việt Nam. Điều này có thể bao gồm các chương trình khuyến khích đầu tư, các khoản tài trợ và các quy định thuận lợi để thúc đẩy việc sử dụng hydrogen trong các ngành công nghiệp và năng lượng.

Ứng dụng và thị trường tiêu thụ: Để hình thành các trung tâm năng lượng hydrogen, cần xác định các ứng dụng và thị trường tiêu thụ cho hydrogen tại Việt Nam. Việc sử dụng hydrogen trong các lĩnh vực như sản xuất điện, công nghiệp, di động và vận tải sẽ hỗ trợ việc xây dựng các trung tâm năng lượng hydrogen.

Hợp tác quốc tế: Hợp tác quốc tế có thể đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành các chuỗi giá trị năng lượng hydrogen tại Việt Nam. Hợp tác với các quốc gia có kinh nghiệm và công nghệ tiên tiến trong lĩnh vực này có thể giúp

Việt Nam tiếp cận các nguồn lực và kiến thức quan trọng để phát triển năng lượng hydrogen.

Các chuỗi giá trị năng lượng hydrogen của Việt nam trong tương lai có thể được mở tại những vùng có tiềm năng NLTT lớn hoặc được triển khai theo từng miền. Theo Quyết định số 500/ QĐ-TTg ngày 15 tháng 5 năm 2023, việc hình thành các trung tâm năng lượng tái tạo để sản xuất năng lượng sạch, trong đó có hydro xanh như sau:

+ Dự kiến đến 2030, hình thành 02 trung tâm công nghiệp, dịch vụ năng lượng tái tạo liên vùng bao gồm sản xuất, truyền tải và tiêu thụ điện; công nghiệp chế tạo thiết bị năng lượng tái tạo, xây dựng, lắp đặt, dịch vụ liên quan, xây dựng hệ sinh thái công nghiệp năng lượng tái tạo tại các khu vực có nhiều tiềm năng như Bắc Bộ, Nam Trung Bộ, Nam Bộ khi có các điều kiện thuận lợi.

+ Phát triển các nguồn điện từ năng lượng tái tạo và sản xuất năng lượng mới phục vụ xuất khẩu. Phấn đấu đến năm 2030, quy mô công suất xuất khẩu điện đạt khoảng 5.000 - 10.000 MW.

Trên cơ sở đó, Quy hoạch điện VIII đề ra phương án ưu tiên phát triển không giới hạn công suất các nguồn điện từ năng lượng tái tạo phục vụ xuất khẩu, sản xuất năng lượng mới (hydro, amoniac xanh,...) trên cơ sở bảo đảm an ninh năng lượng và mang lại hiệu quả kinh tế cao.

Như vậy, đối với phân bố tiềm năng và định hướng phát triển hiện tại, việc hình thành nên các trung tâm năng lượng gắn với sản xuất hydro xanh trong tương lai đã được định hình tại các khu vực Bắc Bộ, Nam Trung Bộ và Nam Bộ.

VII. Đánh giá tiềm năng xuất, nhập khẩu năng lượng hydrogen

Việc tạo ra thị trường xuất khẩu cho Việt Nam sẽ đồng nghĩa với việc xuất khẩu hydrogen xanh và các sản phẩm phát sinh từ hydrogen xanh, chẳng hạn như amoniac xanh và metanol xanh vào năm 2050. Trong bối cảnh này, bước đầu tiên sẽ là tạo ra một chiến lược xuất khẩu hydrogen. Mặc dù cơ hội xuất khẩu trong tương lai sẽ do nhu cầu của thế giới và các đối tác quốc tế (ví dụ: các đối tác dưới cơ chế Biên giới Carbon của EU hoặc GO) thúc đẩy, nhưng đề xuất tăng cường nhu cầu nội địa đối với hydrogen xanh và các sản phẩm phát sinh từ nó tại Việt Nam và tạo ra quy mô kinh tế trước khi tiến hành các dự án xuất khẩu. Chiến lược xuất khẩu sẽ tuân theo một phương pháp thích nghi. Cuối cùng, ngành hydrogen trong nước sẽ là nền tảng cho khả năng xuất khẩu của Việt Nam, cho phép Việt Nam trở thành một quốc gia xuất khẩu trong tương lai. Nói chung, Việt Nam cần cam kết về việc cung cấp nguồn kinh phí cho các hoạt động liên quan đến hydrogen, bao gồm R&D, nghiên cứu khả thi, các dự án thử nghiệm và mẫu, cung cấp nền tảng kiến thức để xây dựng một ngành công nghiệp xuất khẩu cạnh tranh.

Theo Quyết định số 500/QĐ-TTg. Đến năm 2030, công suất điện gió ngoài khơi phục vụ nhu cầu điện trong nước đạt khoảng 6.000 MW; quy mô có thể tăng thêm trong trường hợp công nghệ phát triển nhanh, giá điện và chi phí truyền tải hợp lý. Định hướng đến năm 2050 đạt 70.000 - 91.500 MW. Định hướng phát

triển mạnh điện gió ngoài khơi kết hợp với các loại hình năng lượng tái tạo khác (điện mặt trời, điện gió trên bờ...) để sản xuất năng lượng mới (hydrogen, amoniac xanh...) phục vụ nhu cầu trong nước và xuất khẩu. Các nguồn điện năng lượng tái tạo sản xuất năng lượng mới phục vụ nhu cầu trong nước và xuất khẩu được ưu tiên/cho phép phát triển không giới hạn trên cơ sở bảo đảm an ninh quốc phòng, an ninh năng lượng và mang lại hiệu quả kinh tế cao, trở thành một ngành kinh tế mới của đất nước.

Trong quá khứ chưa có ngành sản xuất hydrogen quy mô thương mại. Tuy nhiên, Việt Nam có tiềm năng lớn để sản xuất hydrogen từ các nguồn tái tạo, chẳng hạn như năng lượng mặt trời và năng lượng gió. Việt Nam cũng có tiềm năng để nhập khẩu hydrogen từ các nước khác, chẳng hạn như Nhật Bản và Hàn Quốc.

Còn xét đến tương lai thì Việt Nam đang có kế hoạch phát triển ngành sản xuất hydrogen trong những năm tới. Chính phủ Việt Nam đã ban hành một số chính sách khuyến khích phát triển sản xuất và sử dụng hydrogen. Việt Nam cũng đang đàm phán với các nước khác để nhập khẩu hydrogen.

Một số yếu tố thúc đẩy sự phát triển của ngành sản xuất hydrogen ở Việt Nam:

- Nhu cầu về năng lượng sạch ngày càng tăng ở Việt Nam
- Việt Nam có tiềm năng lớn để sản xuất hydrogen từ các nguồn tái tạo
- Chính phủ Việt Nam có chính sách khuyến khích phát triển sản xuất và sử dụng hydrogen.

Bên cạnh đó cũng có những thách thức cho việc phát triển của ngành này như:

- Giá thành sản xuất hydrogen vẫn còn cao.
- Hạ tầng lưu trữ và vận chuyển hydrogen chưa phát triển.
- Nhận thức của doanh nghiệp, người dân về hydrogen còn hạn chế.

Việt Nam có tiềm năng phát triển xuất khẩu và nhập khẩu năng lượng hydrogen trong tương lai, nhưng việc thực hiện và mở rộng các cơ hội này phụ thuộc vào các yếu tố kinh tế, công nghệ và chính sách của quốc gia. Để hiện thực hóa tiềm năng này, Việt Nam cần đưa ra các quyết định chiến lược và đầu tư vào phát triển công nghệ năng lượng sạch, bền vững.

Việt Nam cũng cần thiết lập các quy định về thị trường carbon phù hợp với các quy định toàn cầu khác như cơ chế Biên giới Carbon để tạo ra giá trị gia tăng cho các sản phẩm thấp carbon khi xuất khẩu sang các quốc gia khác. Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam đến năm 2030, với tầm nhìn đến năm 2045, cũng nhằm phát triển một ngành công nghiệp năng lượng trong nước mạnh mẽ thông qua việc củng cố nguồn lực năng lượng nội địa cũng như xuất khẩu sản phẩm năng lượng sau khi đáp ứng nhu cầu trong nước.

VIII. Dự báo chi phí sản xuất, tồn trữ, vận chuyển và phân phối sử dụng năng lượng hydrogen

1. Chi phí quy dẫn (LCOH)

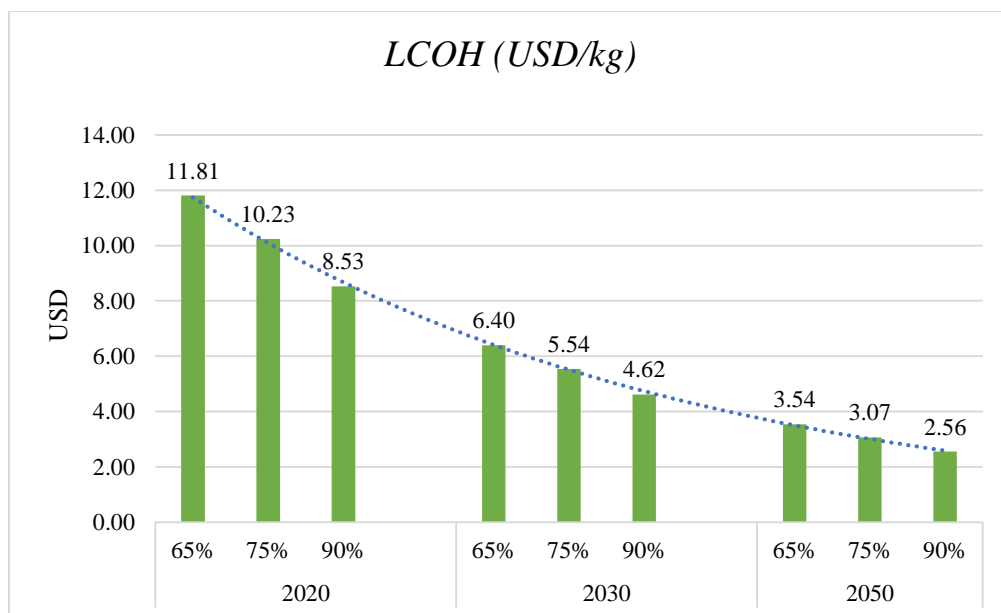
Chi phí quy dẫn của hydrogen là chi phí trung bình cho mỗi kg hydrogen (theo giá trị thực đã chiết khấu) từ hoạt động xây dựng và vận hành tài sản sản xuất hydrogen xanh trong suốt vòng đời dự án. LCOH là tất cả các chi phí chi trả liên quan đến dự án, bao gồm chi phí vốn, vận hành, nhiên liệu, thuế tài nguyên, bảo dưỡng và tài chính, ... Phân tích tính toán LCOH theo giá USD/kg hydrogen.

Chi phí chuyển đổi, lưu trữ hoặc vận chuyển không được xem xét trong tính toán chi phí sản xuất hydrogen quy dẫn (LCOH) ở nghiên cứu này vì chi phí này phụ thuộc vào nhiều yếu tố như loại hình sử dụng hydrogen xanh, phương án vận chuyển, phân phối, lưu giữ, khoảng cách vận chuyển...

Lưu ý rằng kết quả LCOH được tính toán cho hydrogen xanh vào năm 2020 trong các biểu đồ bên dưới phản ánh giá trị LCOH nếu nhà máy điện phân được lắp đặt trong khoảng thời gian từ 2020 đến 2030. Kết quả tính toán chi phí LCOH của từng kịch bản như sau:

*. Kịch bản 01

LCOH được tính toán cho các năm 2020, 2030, 2050. Chi phí sản xuất hydrogen xanh khác nhau, phụ thuộc vào hệ số sử dụng của nhà máy điện phân. Dữ liệu đầu vào dùng để tính toán được trình bày chi tiết tại phụ lục 2. Kết quả tính LCOH của hydrogen xanh được trình bày trong biểu đồ dưới đây:



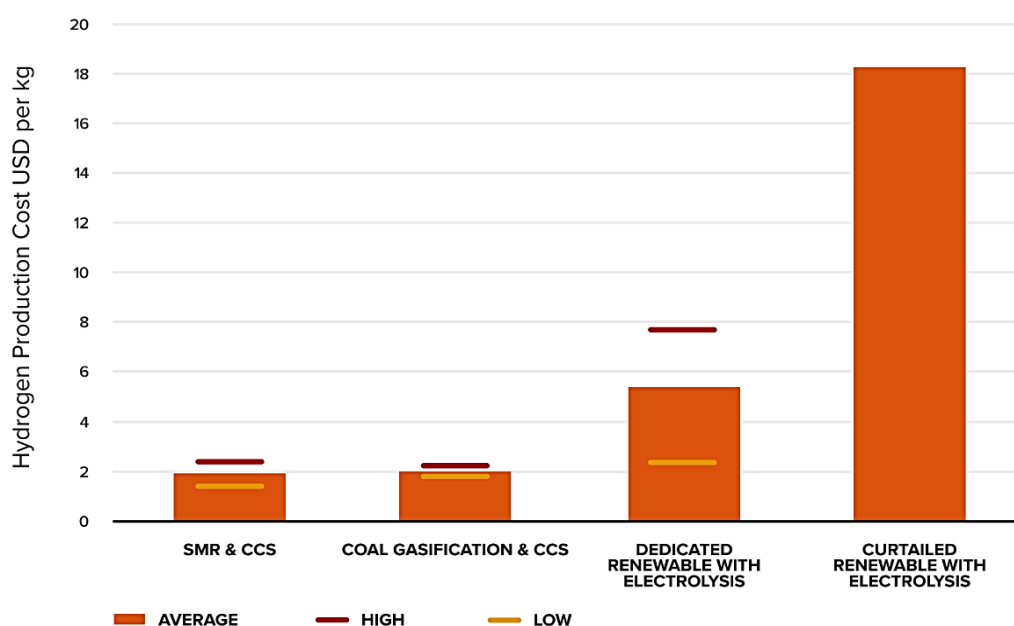
Hình III. 3. Chi phí sản xuất hydrogen quy dẫn kịch bản 01

Từ biểu đồ cho thấy chi phí sản xuất hydrogen xanh năm 2020 rất cao, lên tới 11,81 USD/kg thấp nhất là 8,53 USD/kg do chi phí đầu tư giữa điện gió ngoài khơi, ĐMT và bộ pin lưu trữ năng lượng cao. Tuy nhiên, đến năm 2050, chi phí sản xuất hydrogen xanh giảm xuống thấp nhất là 2,56 USD/kg, do chi phí đầu tư của các loại hình công nghệ đã giảm mạnh. Chi phí LCOH của kịch bản này không

phải là chi phí sản xuất hydrogen xanh thấp nhất nhưng được đánh giá là phù hợp nhất để phát triển sản xuất hydrogen xanh tại Việt Nam do tính khả thi và hiệu quả của quá trình điện phân tăng ở mức chấp nhận được khi lắp đặt pin tích năng để cung cấp nguồn điện ổn định cho quá trình sản xuất hydrogen xanh.

Chi phí sản xuất sản xuất hydrogen xanh được tính toán ở đây phù hợp với ước tính chi phí sản xuất sản xuất hydrogen xanh bằng công nghệ điện phân hiện nay của một số nước và xu hướng trên thế giới khi giá sản xuất hydrogen xanh nằm trong dải từ 7,7USD - 18,2USD/kg hydrogen xanh ở phương án sử dụng NLTT sau khi đã cung cấp đủ cho sản xuất điện (IEA,2019 and Global CCS institute, 2021).

ALL COSTS IN USD PER KG OF HYDROGEN	DEDICATED RENEWABLE ELECTRICITY SUPPLY	OTHERWISE CURTAILED RENEWABLE ELECTRICITY SUPPLY	STEAM METHANE REFORMATION WITH CCS	BLACK COAL GASIFICATION WITH CCS
CSIRO 2018 ³	\$7.70 (35% capacity factor, electricity price 6c/kWh)	\$18.20 (10% capacity factor, electricity price 2c/kWh)	\$1.60 - \$1.90 (Gas price is \$8/GJ)	\$1.80 - \$2.20 (Coal price is \$3/GJ)
IEA 2020	\$2.30 – \$6.60⁴ (Low end is 57% capacity factor and electricity cost 2c/kWh. High end is 57% capacity factor and electricity cost 10c/kWh)	N/A	\$1.40 – \$2.40 (Low end is gas price \$3/GJ. High end is gas cost \$9/GJ)	\$2.05 - \$2.20 (Low end is coal price 43c/GJ. High end is coal cost \$1.15/GJ)
IRENA 2019	\$2.70 – \$6.90 (Low end is wind; 48% capacity factor & electricity price 2.3c/kWh. High end is PV; 26% capacity factor & electricity price 8.5c/kWh)	N/A	\$1.50 – \$2.30 (Low end is gas price \$3/GJ. High end is gas price \$8/GJ)	\$1.80 (Coal price is \$1.50/GJ)
Hydrogen Council 2020	\$6.00 (50% capacity factor & electricity price 5.7c/kWh)	N/A	\$2.10 (assumes “European gas prices”)	\$2.10 (Coal price is \$60/tonne)

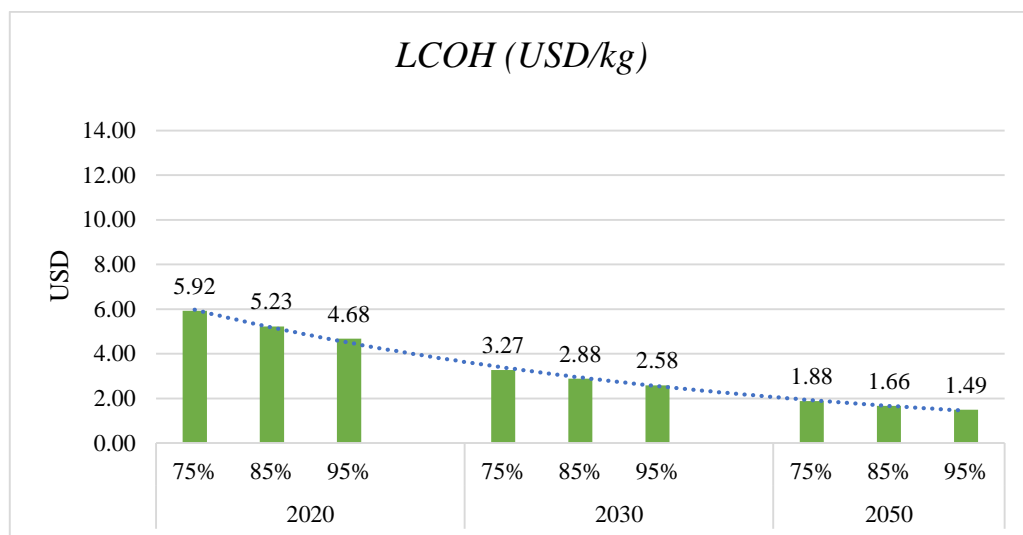


Nguồn: IEA 2019; Bruce et al.2018; IRENA 2019; Hydrogen Council 2020

Hình III. 4. Dự báo chi phí sản xuất hydrogen

***. Kịch bản 02**

LCOH được tính toán cho các năm 2020, 2030, 2050. Chi phí sản xuất cho thấy khác nhau phụ thuộc vào hệ số sử dụng công suất của nhà máy điện phân. Dữ liệu đầu vào dùng để tính toán được trình bày chi tiết tại phụ lục 2. Kết quả tính toán được trình bày trong biểu đồ dưới đây:

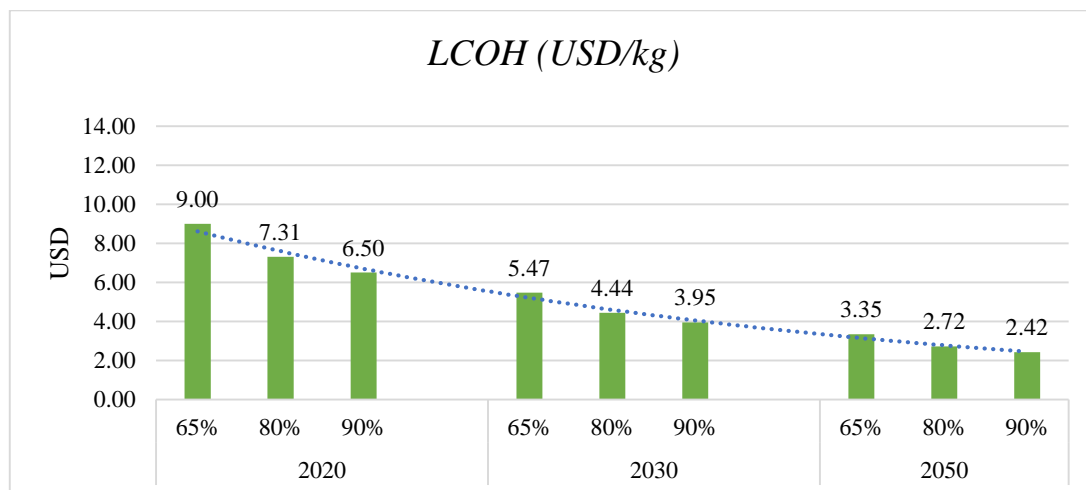


Hình III. 5. Chi phí sản xuất hydrogen quy dẫn kịch bản 02

Từ kết quả trên cho thấy, ở kịch bản 02 lượng hydrogen xanh sản xuất cao nhất và chi phí hydrogen quy dẫn thấp nhất trong 03 kịch bản tính toán, do hệ số công suất của máy điện phân đạt cao. Chi phí sản xuất hydrogen xanh cao nhất vào năm 2020 là 5,92 USD/kg và đạt mức thấp nhất là 1,49 USD/kg vào năm 2050 do chi phí đầu tư ban đầu của các loại hình công nghệ sản xuất đã giảm mạnh.

***. Kịch bản 03**

LCOH được tính toán cho các năm 2020, 2030, 2050. Chi phí sản xuất hydrogen xanh khác nhau phụ thuộc vào hệ số sử dụng của nhà máy điện phân. Dữ liệu đầu vào dùng để tính toán được trình bày chi tiết tại phụ lục 2. Kết quả tính toán được trình bày trong biểu đồ dưới đây:



Hình III. 6. Chi phí sản xuất hydrogen quy dẫn kịch bản 03

Kịch bản này, nguồn cung cấp điện cho nhà máy điện phân là từ các cơ sở NLTT giống như kịch bản 01 nhưng thay vì sử dụng một bộ pin lưu trữ năng lượng, thì giả thiết một tỷ lệ điện được mua từ lưới điện (lên đến 35%) để tăng hiệu quả hoạt động của máy điện phân và giảm chi phí đầu tư. Với nguồn điện hỗn hợp từ đường dây truyền tải nên có thể không phải là điện sạch để đáp ứng các tiêu chí sạch về hydrogen xanh theo quy định cấp chứng chỉ của các tổ chức quốc tế, định chế tài chính và mục tiêu của nhiệm vụ này. Tuy nhiên, sản lượng hydrogen sản xuất được cho thấy thấp hơn so với kịch bản 01, chi phí LCOH cũng thấp hơn kịch bản 01 do giảm được chi phí đầu tư ban đầu cho bộ pin lưu trữ và chi phí đầu tư công nghệ điện gió ngoài khơi đắt đỏ.

Chi phí sản xuất hydrogen xanh cao nhất ở kịch bản này vào năm 2020 là 9,0 USD/kg hydrogen xanh và đạt mức thấp nhất là 2,42 USD/kg vào năm 2050 do chi phí đầu tư ban đầu của các loại hình công nghệ đã giảm mạnh.

Tuy nhiên, kịch bản này được coi là có mức độ ưu tiên thấp hơn so với hai kịch bản còn lại về phát triển sản xuất hydrogen xanh do nguồn điện từ lưới chưa chắc đã là nguồn điện sạch, trong khi vẫn đang tiếp tục nghiên cứu phát triển hydrogen xanh hoàn toàn. Tuy nhiên, kịch bản này có thể được ưu tiên cao hơn theo thời gian khi cơ cấu sản xuất điện của quốc gia trở nên xanh hơn, với tỷ lệ điện năng đến từ các nguồn RE cao hơn.

2. Chi phí truyền tải, phân phối và lưu trữ hydrogen

Sau khi hydrogen xanh được sản xuất, sẽ phải được lưu trữ, truyền tải, phân phối và có thể phải chuyển đổi sang các dạng phù hợp với nhu cầu vận chuyển và sử dụng, trừ khi được sản xuất và tiêu thụ tại chỗ. Có rất nhiều phương pháp truyền tải, phân phối và lưu trữ hydrogen như đã được giới thiệu trong Chương 2.

Nghiên cứu này không tính toán chi phí vận chuyển hydrogen xanh cho từng phương án sản xuất nêu trên. Hơn nữa, một trong những đặc trưng của vận tải hydrogen là sự đa dạng các phương pháp vận tải. Mỗi phương pháp vận tải hydrogen đều có các khía cạnh riêng về tiêu thụ năng lượng, tính an toàn và phù hợp để sử dụng. Đối với mỗi dự án tiêu thụ hydrogen xanh cụ thể, nhà sản xuất có thể lựa chọn những phương án vận tải hydrogen tối ưu theo tiêu chí chi phí tối thiểu cho toàn bộ chuỗi cung ứng. Như vậy, tùy từng mục đích sử dụng cuối cùng của từng ngành/lĩnh vực sẽ có phương thức lưu trữ, vận chuyển khác nhau và chi phí sẽ khác nhau. Do vậy, nghiên cứu này không thực hiện tính toán chi phí vận chuyển, phân phối, lưu trữ vì không phải là dự án cụ thể. Tuy nhiên, báo cáo cũng sẽ đưa ra một số giả định về phương án truyền tải, phân phối và lưu trữ để xem xét.

Các giả định chi tiết về chi phí truyền tải, phân phối và lưu trữ được tham khảo tại Cơ quan năng lượng quốc tế (IEA) và được trình bày trong bảng dưới đây:

Bảng III. 12. Chi tiết chi phí truyền tải, phân phối và lưu trữ hydrogen theo IEA⁴⁶

CÔNG NGHỆ	THAM SỐ	CÁC ĐƠN VỊ	GIÁ TRỊ	NGUỒN THAM KHẢO
TRUYỀN TẢI				
Hóa lỏng	Công suất lắp đặt	ktH ₂ /năm	260	IEA
	Chi phí đầu tư công suất	triệu USD	1.400	IEA
	Chi phí hoạt động hàng năm	% vốn đầu tư	4%	IEA
	Sử dụng điện	kWh/kg H ₂	6	IEA
Chuyển đổi (LOHC)	Công suất lắp đặt	kt _{tol} /y	4.200	IEA
	Chi phí đầu tư nhà máy	triệu USD	230	IEA
	chi phí hoạt động hàng năm	% vốn đầu tư	4%	IEA
	Sử dụng điện	kWh/kg H ₂	1,5	IEA
	Sử dụng khí tự nhiên	kWh/kg H ₂	0,20	IEA
	Toluen khởi động (Start-up toluene)	kt	260	IEA
	Chi phí toluen	USD/tấn _{tol}	400	IEA
	Bổ sung Toluene (Toluene markup)	kt _{tol} /y	100	IEA
Bến xuất	Dung tích/bể	tH ₂ hoặc t _{tol} hoặc t _{NH3}	3.190	IEA
	Số bể	Dựa trên số ngày lưu trữ cần thiết cho một tần suất tải tàu nhất định		IEA
	CAPEX/bể	triệu USD	290	IEA
	OPEX hàng năm	% CAPEX	4%	IEA
	Sử dụng điện	kWh/kg H ₂	0,61	IEA
	Tỷ lệ đun sôi	%/ngày	0,10%	IEA
	Flash rate	%	0,10%	IEA
Vận tải đường biển	Công suất/tàu	tH ₂ hoặc t _{Tol} hoặc t _{NH3}	11.000	IEA

⁴⁶ IEA-The-Future-of-Hydrogen-Assumptions-Annex_CORR

	CAPEX/tàu	triệu USD	412	IEA
	tốc độ tàu	km/giờ	30	IEA
	Số tàu sử dụng	chức năng của khoảng cách		IEA
	OPEX hàng năm	% CAPEX	4%	IEA
	sử dụng nhiên liệu	MJ/km	1.487	IEA
	Tốc độ đun sôi	%/ngày	0,2%	IEA
	Flash rate	%	1,3%	IEA
Bến nhập	Dung tích/bể	t_{H_2} hoặc t_{tol} hoặc t_{NH_3}	3.550	IEA
	Số bể	#	Dựa trên dung lượng lưu trữ 20 ngày	IEA
	CAPEX/bể	triệu USD	320	IEA
	sử dụng điện	kWh/kg H_2	0,20	IEA
	Tốc độ đun sôi	%/ngày	0,10	IEA
Chuyển đổi lại (LOCH)	Dung tích	kt_{tol}/y hoặc kt_{NH_3}/y	4.200	IEA
	Công suất CAPEX	triệu USD	670	IEA
	OPEX hàng năm	% CAPEX	4%	IEA
	Nhiệt cần thiết	kWh/kg H_2	14	IEA
	Nhà máy điện	kWh/kg H_2	0,40	IEA
	Công suất thanh lọc H_2 (PSA)	kWh/kg H_2	1,10	IEA
	Tỷ lệ thu hồi H_2	%	90%	IEA
	Tốc độ phục hồi PSA H_2	%	98%	IEA
PHÂN PHỐI				
Xe tải	Thời gian khấu hao	năm	12	IEA
	Chi phí đầu tư	nghìn USD	185	IEA
	chi phí hoạt động hàng năm	% vốn đầu tư	12%	IEA
	Tốc độ, vận tốc	km/h	50	IEA
	Chi phí tài xế	USD/giờ	23	IEA
	thời gian khấu hao	năm	12	IEA

Xe đầu kéo (Trailers)	Chi phí đầu tư	nghìn USD	LH2:1000 GH2:650	IEA
	chi phí hoạt động hàng năm	% CAPEX	2%	IEA
	Công suất ròng	kgH ₂	LH2:4300 GH2:670	IEA
	Thời gian tải/dỡ hàng	giờ	LH2:3 GH2:1,5	IEA
Trạm tiếp nhiên liệu H₂	Tuổi thọ của trạm	năm	10	IEA
	Kích thước trạm	kg/ngày	1.000	IEA
	Chi phí đầu tư	triệu USD	giao thông đường bộ	IEA
	OPEX tính theo % của CAPEX	%	5%	IEA
	Nhu cầu điện	kWh/kgH ₂	LH2:0,6 GH2:1,6	IEA
	Nhu cầu nhiệt	kWh/kgH ₂	0,00	IEA
	Đun sôi	% tổng trọng lượng	LH2:3% GH2:0,5%	IEA
	Sử dụng	%	50%	IEA
LƯU TRỮ				
Nén hydrogen				
	Chi phí đầu tư – công suất nén - có liên quan	USD/kWe	1.820	IEA
	Chi phí đầu tư – năng lượng – có liên quan	USD/kWh	0,25	IEA
	Chi phí hoạt động	USD/kWe	73	IEA
	Hiệu suất khử hồi	%	37	IEA
	Tuổi thọ	năm	20-25	IEA

Một ví dụ về dữ liệu hoạt động từ California cho thấy chi phí cung cấp hydrogen cho các trạm tiếp nhiên liệu, bao gồm nén và phân phối, để cung cấp nhiên liệu cho các phương tiện giao thông có thể cao hơn 13 USD/kg, cao hơn gấp ba lần so với chi phí cần thiết để cạnh tranh⁴⁷

⁴⁷ DOE National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap (Draft - September 2022)

CHƯƠNG IV

NỘI DUNG CHIẾN LƯỢC SẢN XUẤT NĂNG LƯỢNG HYDROGEN

I. Quan điểm phát triển

- Chiến lược sản xuất năng lượng hydrogen phải 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.

- Phát triển sản xuất năng lượng hydrogen theo chuỗi giá trị gồm sản xuất, tồn trữ, vận chuyển, phân phối và sử dụng hydrogen, 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.

- Phát triển sản xuất 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. Khai thác và sử dụng hiệu quả, bền vững nguồn tài nguyên năng lượng trong nước để sản xuất năng lượng hydrogen cho sử dụng trong nước và xuất khẩu trên cơ sở đảm bảo an ninh năng lượng, an ninh quốc phòng, bảo vệ môi trường, sinh thái.

- Khuyến khích sử dụng năng lượng hydrogen trong tất cả các lĩnh vực của nền kinh tế để giảm phát thải khí nhà kính. 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 (đường bộ, đường sắt, đường thủy, đường hàng không,...), công nghiệp (thép, hóa chất, lọc dầu, công nghiệp khác...).

- 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 Tuyên bố chính trị JETP để thúc đẩy phát triển sản xuất năng lượng hydrogen tại Việt Nam.

II. Mục tiêu

1. Mục tiêu tổng quát

Phát triển hệ sinh thái năng lượng hydrogen bao gồm sản xuất, lưu trữ, vận chuyển, phân phối và sử dụng hydrogen với hạ tầng đồng bộ, hiện đại, dựa trên năng lượng tái tạo, 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

- Đẩy mạnh phát triển sản xuất năng lượng hydrogen và các nhiên liệu có

nguồn gốc hydrogen tại các khu vực có tiềm năng, lợi thế về năng lượng tái tạo, gần với khách hàng tiêu thụ lớn để hình thành hệ sinh thái công nghiệp năng lượng hydrogen đồng bộ từ sản xuất đến tồn trữ, vận chuyển, phân phối và sử dụng hydrogen. Phân đầu sản lượng hydrogen sản xuất từ các quá trình sử dụng năng lượng tái tạo để sản xuất hydrogen xanh và quá trình khác có thu giữ các-bon đạt 100 - 200 nghìn tấn vào năm 2030 và định hướng khoảng 10,0 - 20,0 triệu tấn vào năm 2050.

- Tăng cường sử dụng năng lượng hydrogen và nhiên liệu tổng hợp có nguồn gốc từ hydrogen trong sản xuất điện, giao thông vận tải (đường bộ, đường sắt, đường thủy, đường hàng không), công nghiệp (thép, hóa chất, lọc dầu, công nghiệp khác), tòa nhà dân dụng và thương mại nhằm góp phần đẩy mạnh chuyển dịch năng lượng và từng bước phi các-bon hóa nền kinh tế. Phân đầu đến năm 2050, tỷ trọng hydrogen và nhiên liệu tổng hợp có nguồn gốc hydrogen chiếm khoảng 10% tổng nhu cầu năng lượng cuối cùng.

III. Định hướng phát triển

Trên cơ sở phân tích hiện trạng, tiềm năng sản xuất năng lượng hydrogen của Việt Nam và dự báo xu hướng phát triển công nghệ sản xuất và sử dụng năng lượng hydrogen trên thế giới, định hướng phát triển hệ sinh thái công nghiệp năng lượng hydrogen bao gồm sản xuất, sử dụng và cơ sở hạ tầng tồn trữ, vận chuyển và phân phối hydrogen được đề xuất như sau:

1. Sản xuất năng lượng hydrogen

a. Giai đoạn 2023-2030

- Xây dựng hoàn thiện các cơ chế, chính sách, hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn liên quan đến đầu tư và sản xuất năng lượng hydrogen.

- Triển khai các dự án thí điểm sản xuất năng lượng hydrogen xanh quy mô nhỏ và vừa.

- Khuyến khích nghiên cứu, áp dụng công nghệ thu giữ và 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...).

- Xây dựng và triển khai các chương trình đào tạo và phát triển nhân lực cho lĩnh vực năng lượng hydrogen.

- Tăng cường đầu tư cho nghiên cứu, ứng dụng công nghệ sản xuất hydrogen tiên tiến.

- Phân đầu công suất hydrogen sản xuất từ quá trình sử dụng năng lượng tái tạo và các quá trình khác đạt khoảng 100-500 nghìn tấn/năm vào năm 2030.

b. Định hướng đến năm 2050

- Đẩy mạnh nghiên cứu, phát triển và từng bước làm chủ công nghệ sản xuất, sử dụng năng lượng hydrogen xanh tại Việt Nam.

- 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

lớn.

- Nghiên cứu khả năng sản xuất năng lượng hydrogen từ quá trình khí hóa than có thu giữ các-bon để sử dụng hiệu quả nguồn tài nguyên than trong nước khi nhu cầu than cho phát điện giảm.

- Phân đầu công suất hydrogen sản xuất từ quá trình sử dụng năng lượng tái tạo và các quá trình khác có thu giữ các-bon đạt khoảng 10,0-20,0 triệu tấn/năm vào năm 2050.

2. Đối với lĩnh vực sử dụng năng lượng hydrogen

a. Giai đoạn 2023-2030

- Xây dựng hoàn thiện các cơ chế, chính sách, hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn liên quan đến sử dụng năng lượng hydrogen.

- Từng bước phát triển thị trường năng lượng hydrogen theo 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, hóa chất, lọc dầu, công nghiệp khác), thương mại và dân dụng.

- Triển khai áp dụng thử nghiệm năng lượng hydrogen cho một số lĩnh vực có khả năng tận dụng cơ sở hạ tầng hiện hữu như:

- + Sản xuất điện: Nghiên cứu thí điểm đồng đốt khí với hydrogen và than với ammoniac tại các nhà máy điện khí, điện than để chuẩn bị cho 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 phương tiện giao thông vận tải công cộng và vận tải đường dài.

- + Công nghiệp: Nghiên cứu 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.

b. Định hướng đến 2050

- Hoàn thiện thể chế, cơ chế chính sách, hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn để thúc đẩy quá trình chuyển đổi nhiên liệu sang năng lượng có nguồn gốc hydrogen.

- Đẩy mạnh ứng dụng năng lượng hydrogen 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 năng lượng 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 các-bon 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 theo 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.

- Phân đầu tỷ trọng năng lượng hydrogen và nhiên liệu nguồn gốc hydrogen đạt khoảng 10% nhu cầu năng lượng tiêu thụ cuối cùng.

3. Đối với lĩnh vực tồn trữ, vận chuyển và phân phối năng lượng hydrogen

a. Giai đoạn 2023-2030

- Xây dựng hoàn thiện các cơ chế, chính sách, hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn liên quan đến tồn trữ, vận chuyển và phân phối hydrogen.

- Nghiên cứu, triển khai thí điểm sử dụng cơ sở hạ tầng hiện hữu của ngành năng lượng cho tồn trữ, vận chuyển và phân phối hydrogen xanh.

- Xây dựng thí điểm các hệ thống phân phối hydrogen cho lĩnh vực giao thông ở các tuyến đường và khu vực có điều kiện thuận lợi.

b. Định hướng đến 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.

- Xem xét 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.

IV. Giải pháp thực hiện

1. Giải pháp về cơ chế, chính sách ưu đãi, khuyến khích phát triển lĩnh vực năng lượng hydrogen

- Nghiên cứu xây dựng Luật về năng lượng tái tạo hoặc là một chương của 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.

- Đề xuất sửa đổi Luật Quản lý, sử dụng vốn nhà nước đầu tư vào sản xuất, kinh doanh tại doanh nghiệp theo hướng tăng cường phân cấp cho doanh nghiệp nhà nước quyết định dự án đầu tư.

- 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 hydrogen/amoniac sử dụng điện gió ngoài khơi, dự án xuất khẩu điện gió ngoài khơi.

- Xây dựng hoàn thiện các cơ chế, chính sách, hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn liên quan đến tồn trữ, vận chuyển và phân phối hydrogen.

- Phát triển mạnh mẽ các nguồn năng lượng tái tạo nhằm thay thế tối đa các nguồn năng lượng hóa thạch. Kịp thời cập nhật tiến bộ khoa học - công nghệ trên thế giới về các nguồn năng lượng mới (hydrogen, amoniac...) để sử dụng cho các lĩnh vực như sản xuất điện, giao thông vận tải (đường bộ, đường sắt, đường thủy, đường hàng không,...), công nghiệp (thép, hóa chất, lọc dầu, công nghiệp khác...),...

2. Giải pháp về đầu tư, tài chính

- 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 (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, thu hút mạnh khu vực tư nhân trong và ngoài nước tham gia đầu tư phát triển năng lượng có nguồn gốc hydrogen. 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. Giải pháp về khoa học công nghệ

- Tạo cơ chế khuyến khích các doanh nghiệp năng lượng tăng cường đầu tư cho nghiên cứu và phát triển; thành lập các trung tâm đổi mới sáng tạo trong lĩnh vực năng lượng có nguồn gốc hydrogen.

- 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...

- Nghiên cứu, áp dụng công nghệ thu giữ và sử dụng các-bon (CCS/CCUS) gắn với quá trình sản xuất hydrogen từ các nguồn năng lượng khác (như than, dầu khí...).

- Đẩy mạnh nghiên cứu khoa học, hợp tác quốc tế trong lĩnh vực bảo vệ môi trường, ứng phó biến đổi khí hậu để từng bước đưa vào áp dụng các công nghệ mới sản xuất năng lượng có nguồn gốc hydrogen nhằm nâng cao hiệu quả, tiết kiệm chi phí bảo vệ môi trường.

4. Giải pháp về đào tạo, phát triển nguồn nhân lực

- Xây dựng quy hoạch phát triển và kế hoạch đào tạo 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.

- 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; hình thành các nhóm khoa học và công nghệ mạnh đủ giải quyết các nhiệm vụ quan trọng trong lĩnh vực năng lượng.

- 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. Giải pháp 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 gây hiệu ứng nhà kính, đáp ứng mục tiêu phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050.

- Áp dụng công nghệ mới, hiện đại theo hướng chuyển dịch 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.

- Tránh và hạn chế tối đa phát triển các công trình năng lượng có nguồn gốc hydrogen và cơ sở hạ tầng năng lượng có nguồn gốc hydrogen ở những vị trí có nguy cơ ảnh hưởng đến rừng, khu bảo tồn tự nhiên và đa dạng sinh học, di sản thiên nhiên, cảnh quan, di tích và di sản văn hóa đã được xếp hạng phù hợp với phân vùng môi trường trong Quy hoạch bảo vệ môi trường quốc gia.

- Thực hiện các giải pháp thích hợp trong quá trình triển khai thực hiện dự án để đảm bảo tăng cường khả năng chống chịu của các công trình năng lượng có nguồn gốc hydrogen, vận hành an toàn, ổn định, giảm tối đa những rủi ro, tổn thất và thiệt hại do biến đổi khí hậu đối với các công trình và cơ sở hạ tầng năng lượng có nguồn gốc hydrogen.

6. Giải pháp về hợp tác quốc tế

- Thực hiện chính sách đối ngoại năng lượng, khí hậu linh hoạt, hiệu quả, bình đẳng, cùng có lợi.

- Đẩy mạnh hợp tác quốc tế; tích cực, chủ động xây dựng các đối tác chiến lược để thực hiện mục tiêu 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 Tuyên bố chính trị thiết lập Quan hệ đối tác chuyển đổi năng lượng công bằng (JETP) 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, coi JETP là giải pháp quan trọng cho quá trình chuyển dịch năng lượng ở Việt Nam.

V. Tổ chức thực hiện

1. Trách nhiệm của Bộ Công Thương

- Tổ chức tuyên truyền phổ biến nội dung Chiến lược, cung cấp thông tin về Chiến lược đến các tổ chức, cá nhân để tham gia giám sát việc thực hiện Chiến lược, tham gia phát triển kết cấu hạ tầng theo Chiến lược được phê duyệt.

- Rà soát, bổ sung, hoàn thiện các văn bản quy phạm pháp luật về năng lượng có nguồn gốc hydrogen theo quy định nhằm tạo thuận lợi cho phát triển năng lượng có nguồn gốc hydrogen.

- Chủ trì xây dựng các cơ chế, chính sách khuyến khích các hộ tiêu thụ sử dụng năng lượng có nguồn gốc hydrogen.

- Rà soát, sửa đổi, xây dựng bổ sung các tiêu chuẩn, quy chuẩn quốc gia trong lĩnh vực năng lượng có nguồn gốc hydrogen phù hợp với các quy định, tiêu chuẩn quốc tế.

2. Các bộ, ngành, Ủy ban Quản lý vốn nhà nước tại doanh nghiệp

Thực hiện đầy đủ chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn để triển khai kịp thời các quan điểm, mục tiêu, định hướng và các giải pháp của Chiến lược về sản xuất năng lượng hydrogen; đề xuất cơ chế, chính sách, các giải pháp tháo gỡ vướng mắc để thực hiện hiệu quả các mục tiêu của Chiến lược, đảm bảo thống nhất, đồng bộ với việc thực hiện Chiến lược phát triển kinh tế - xã hội 10 năm 2021-2030, các kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội của từng ngành và địa phương.

3. Ủy ban nhân dân các tỉnh, thành phố trực thuộc trung ương

Tổ chức thực hiện việc lựa chọn chủ đầu tư các dự án liên quan đến sản xuất năng lượng có nguồn gốc hydrogen, bố trí quỹ đất cho phát triển các công trình sản xuất năng lượng có nguồn gốc hydrogen theo quy định của pháp luật, trong đó ưu tiên bố trí quỹ đất để thực hiện các dự án sản xuất năng lượng có nguồn gốc hydrogen theo Quy hoạch; chủ trì, phối hợp chặt chẽ với các chủ đầu tư thực hiện việc giải phóng mặt bằng, bồi thường, di dân, tái định cư cho các dự án sản xuất năng lượng có nguồn gốc hydrogen theo quy định.

4. Trách nhiệm của các Tập đoàn, doanh nghiệp trong lĩnh vực năng lượng

Chủ động xây dựng, điều chỉnh các Chiến lược, kế hoạch phát triển của Tập đoàn phù hợp Chiến lược về sản xuất năng lượng có nguồn gốc hydrogen; tăng cường huy động nguồn vốn từ các tổ chức trong và ngoài nước để thực hiện các dự án đầu tư, đặc biệt là các dự án về năng lượng mới.

4.1. Tập đoàn Điện lực Việt Nam

- Xây dựng kế hoạch chuyển đổi, phối trộn nhiên liệu hydrogen với nhiên liệu của các nhà máy nhiệt điện than, khí của EVN.

- Phát huy lợi thế về kinh nghiệm và nguồn nhân lực sẵn có trong cải tiến công nghệ, nâng cao hiệu suất sử dụng nhiên liệu của các nhà máy nhiệt điện.

4.2. Tập đoàn Dầu khí Việt Nam

- Xây dựng kế hoạch chuyển đổi, phối trộn nhiên liệu của các nhà máy nhiệt điện than, khí của PVN.

- Phát huy lợi thế về kinh nghiệm và nguồn nhân lực sẵn có trong thiết kế, chế tạo, vận hành công trình biển để tham gia vào chuỗi cung ứng và phát triển các dự án điện gió ngoài khơi nhằm tạo tiền đề để phát triển năng lượng hydrogen trong tương lai.

- Tận dụng cơ sở hạ tầng sẵn có (kho chứa, đường ống...) và kinh nghiệm vận hành hệ thống khí tự nhiên có thể được chuyển đổi để ứng dụng cho lĩnh vực hydrogen.

- Chủ động tìm kiếm, xây dựng quan hệ hợp tác với các đối tác quốc tế có thế mạnh về công nghệ sản xuất hydrogen để hợp tác và nhận chuyển giao công nghệ nhằm triển khai các dự án ở Việt Nam.

4.3. Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, Tổng công ty Đông Bắc

- Xây dựng kế hoạch chuyển đổi, phối trộn nhiên liệu hydrogen với nhiên liệu của các nhà máy nhiệt điện than của TKV.

4.4. Tập đoàn Xăng dầu Việt Nam

- Phát triển và hoàn thiện hệ thống hạ tầng tồn trữ, phân phối và sử dụng hydrogen theo quy mô thị trường phù hợp Chiến lược.

- Nghiên cứu triển khai đầu tư xây dựng hệ thống phân phối năng lượng hydrogen cho lĩnh vực giao thông trong phạm vi cả nước phù hợp với xu thế chung của thế giới.

4.5. Các doanh nghiệp lĩnh vực năng lượng khác

Theo thẩm quyền, chức năng được quy định tại điều lệ doanh nghiệp và các quy định của pháp luật tổ chức triển khai cụ thể các nhiệm vụ và giải pháp trong Chiến lược này.

CHƯƠNG V

ĐÁNH GIÁ MÔI TRƯỜNG CHIẾN LƯỢC

Báo cáo đánh giá môi trường chiến lược gồm các nội dung chính như sau:

I. Đánh giá sự phù hợp của chính sách có liên quan đến bảo vệ môi trường (BVMT) trong chiến lược với quan điểm, mục tiêu, chính sách về bảo vệ môi trường và phát triển bền vững (PTBV),

II. Các điều ước quốc tế về bảo vệ môi trường mà Việt Nam là thành viên và theo quy định của Luật Bảo vệ môi trường

III. Xác định các vấn đề môi trường chính của Chiến lược

IV. Đánh giá, dự báo xu hướng của các vấn đề môi trường

V. Phương án điều chỉnh, hoàn thiện nội dung của Chiến lược để đảm bảo sự phù hợp với quan điểm, mục tiêu, chính sách về bảo vệ môi trường và phát triển bền vững, điều ước quốc tế về bảo vệ môi trường mà Việt Nam là thành viên và theo quy định của Luật Bảo vệ môi trường.

(Chi tiết nội dung báo cáo đánh giá môi trường chiến lược tại Phụ lục 2 kèm theo).

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Trong bối cảnh diễn ra xu hướng chuyển dịch năng lượng toàn cầu, cũng như những cam kết của Việt Nam tại Hội nghị COP26 về lộ trình giảm phát thải chống biến đổi khí hậu đến năm 2050, việc chuyển dịch năng lượng từ nhiên liệu có mức độ phát thải carbon lớn (nhiên liệu hóa thạch,...) sang các nguồn nhiên liệu sạch là vấn đề tất yếu đối với Việt Nam trong giai đoạn tới. Năng lượng là lĩnh vực đóng góp tỷ trọng cao nhất trong tổng phát thải carbon của Việt Nam. Chính phủ đã ban hành Quy hoạch năng lượng quốc gia nhằm hướng đến đạt mục tiêu phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050. Theo đó, 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. Đối với Việt Nam, năng lượng hydrogen là một lĩnh vực còn mới. Vì vậy, chiến lược phát triển hydrogen được xây dựng để đưa ra những định hướng phát triển của lĩnh vực này, góp phần đạt được mục tiêu đã đặt ra trong Quy hoạch năng lượng.

Chiến lược phát triển hydrogen nhằm mục tiêu hình thành và phát triển chuỗi giá trị hydrogen sạch tại Việt Nam, bao gồm hydrogen xanh và các loại hydrogen phát thải thấp khác trên cơ sở kết hợp với quá trình thu hồi, lưu giữ và sử dụng CO₂ (CCS/CCUS). Các cơ sở hydrogen dần được hình thành trên cơ sở kết nối với các trung tâm năng lượng tái tạo để sản xuất hydrogen và các dẫn xuất, phục vụ cho việc đẩy mạnh ứng dụng hydrogen trong các lĩnh vực sản xuất điện, giao thông vận tải và các ngành công nghiệp khác (lọc dầu, phân bón, thép, xi măng,...). Việt Nam phấn đấu sản xuất được 100-500 ngàn tấn hydrogen vào năm 2030, và tăng lên 10-20 triệu tấn vào năm 2050, chiếm 5-10% nhu cầu sử dụng năng lượng cuối trong nước, đáp ứng được mục tiêu đặt ra trong Quy hoạch năng lượng.

Theo đó, lộ trình phát triển hydrogen gồm 02 giai đoạn như sau:

- Giai đoạn 2023 đến 2030: tập trung xây dựng và hoàn thiện cơ chế, khung pháp lý, chính sách và các tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật của hydrogen, tạo điều kiện cho thị trường về năng lượng hydrogen dần được hình thành. Trong giai đoạn này, các dự án sản xuất thử nghiệm và thí điểm quy mô nhỏ và trung bình được triển khai trên toàn chuỗi giá trị của hydrogen xanh, đồng thời, nghiên cứu phát triển quá trình thu hồi, lưu giữ và sử dụng CO₂ để sản xuất hydrogen sạch và các công nghệ tiên tiến khác. Các công tác về hợp tác quốc tế và đào tạo nguồn nhân lực được thúc đẩy.

- Giai đoạn 2031-2050: tiến đến làm chủ công nghệ và triển khai các dự án hydrogen xanh ở quy mô lớn, đẩy mạnh ứng dụng của hydrogen sạch trong các lĩnh vực nhằm đạt được mục tiêu đặt ra trong lĩnh vực điện theo Quy hoạch Điện 8, giao thông vận tải theo Quyết định số 876/QĐ-TTg và các lĩnh vực công nghiệp khác. Đồng thời nghiên cứu công nghệ sản xuất hydrogen sạch trên cơ sở khí hóa than kết hợp với quá trình thu hồi, lưu giữ và sử dụng CO₂. Thị trường năng lượng hydrogen được phát triển, có khả năng cạnh tranh với các loại nhiên liệu khác.

Để triển khai thành công Chiến lược phát triển hydrogen, các giải pháp cần được thực hiện đồng bộ và đảm bảo tính đa/liên ngành, bao gồm: thị trường, tài chính, chính sách, khoa học công nghệ và nhân lực./.
