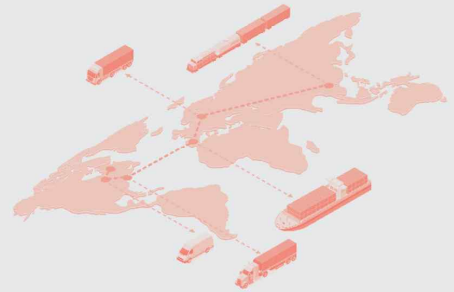




네덜란드 수소 전략과 프로젝트 동향

네덜란드 수소 전략과 프로젝트 동향



목 차

I. EU 수소 정책	6
1. 배경 및 동향	6
2. EU의 수소 전략 이행	7
3. EU 주요 프로젝트	9
3.1 유럽 공동이익 프로젝트	9
II. 네덜란드 수소 정책 동향	11
1. 수소 정책	11
1.1 네덜란드 수소 전략	11
2. 수소 지원 정책	13
2.1 자금	13
2.2 인센티브	15
III. 네덜란드 수소 산업 동향	17
1. 수소 종류별 특징	17
2. 수소 단계별 동향	18
2.1 생산	18
2.2 저장	19
2.3 수송	21
2.4 충전	22
2.5 활용	23
3. 수소 밸류체인 인프라 구축 현황	25
4. 수소 주요 제품 수출입 동향	28

IV. 수소 주요 프로젝트 현황	30
1. 주요 프로젝트	31
2. 기타 수소 프로젝트	39
3. 도시 환경 내 수소 파일럿 프로젝트	46
V. 주요 기업 현황	47
1. 주요 현지기업 현황	47
2. 주요 수소 관련 기관	54
VI. 기타 정보	55
1. 주요 전시회 정보	55

요약

네덜란드는 재생 가능 에너지를 활용하여 생산된 수소, 즉 그린수소 부문의 글로벌 리더로 자리매김하고 있으며, EU 수소 시장의 중심 역할을 맡고 있다. 네덜란드 기후 협약(Dutch Climate Agreement)과 국가 수소 전략(National Hydrogen Strategy)에 명시된 정부의 수소 로드맵(Hydrogen Roadmap)은 견고한 수소 인프라 개발과 그린수소 프로젝트의 적극적인 추진에 중점을 두고 있고, 유럽연합(이하 EU)의 2050년 탄소 중립 달성에 크게 기여토록 하는 것을 목표로 한다.

유럽수소 운송을 위해 가스유니(Gasunie)의 자회사인 하이네트워크(HyNetwork)가 기존 파이프라인 인프라의 85%를 재사용하여 네덜란드 항구 및 5개의 산업 단지를 서로 연결하는 수소 운송 네트워크를 구축하고 있다. 2025년에는 네덜란드 북부와 독일 내 수소 저장 시설이 연결될 계획이며, 2030년까지 약 1,400km의 파이프라인 설치가 완공되어 수소의 안정적인 공급망이 확보될 예정이다.

네덜란드 정부는 2030년까지 4GW, 2032년까지 8GW의 전해조 용량을 달성하기 위한 수소 생산 확대 전략 또한 발표했다. 이 전략은 비용 절감, 해상 풍력 에너지를 통한 수소 생산, 그리고 지속 가능한 수소 공급망 확보를 중점적으로 다룬다. 또한, 로테르담-무르다이크 산업 클러스터를 수소 수입 및 운송 허브로 발전시키기 위해 2025년 가동 예정인 셸(Shell)의 유럽 최대 규모 친환경 수소 플랜트 Holland Hydrogen 1도 구축하고 있다.

이 보고서는 네덜란드 수소 경제 전환을 위한 최신 네덜란드 정부 전략과 프로젝트 동향 정보를 제공한다. 유럽의 수소 허브를 지향하는 네덜란드의 전략, 정책, 프로젝트 동향을 소개한다.

I

EU 수소 정책

1. 배경 및 동향

1) EU의 수소 프로젝트 투자 확대

EU는 2050년 탄소 중립 목표에 달성하기 위해 수소 프로젝트를 중심으로 투자와 전략을 적극적으로 확대하고 있다. 현재 EU 차원에서 수소 파이프라인, 충전소, 저장 시설 건설과 같은 인프라 구축을 다룬 수소 프로젝트도 이뤄지고 있는데, 예를 들어, 유럽 수소 파이프라인 프로젝트(European Hydrogen Backbone)는 유럽 전역에 걸쳐 전용 수소 파이프라인을 설치하는 것을 목표로 한다. 더불어 수소의 대규모 생산, 유통 및 활용을 촉진하기 위해 로테르담과 암스테르담 항구, 그리고 림부르흐의 Chemelot 클러스터 등이 수소 허브로 전환되고 있다. EU 경제회복기금(EU Recovery and Resilience Facility)을 통해 수소 관련 프로젝트에 수십억 유로를 할당하였고, 혁신적인 수소 기술 개발을 위해 적극적인 지원이 활발하게 이뤄지고 있다.

2) 수소 생산 비용 절감

전기분해의 혁신으로 그린수소 생산 비용 절감 등 기술 발전이 핵심적인 역할을 하고 있다. 고효율, 저비용 전해조는 그린수소의 경쟁력을 높이고 있다. 운송 분야, 산업 부문 등 수소 생산은 점점 더 다양한 분야에서 절감되고 있다.

3) 경제적 인센티브 확대

EU는 수소와 관련한 보조금과 세금 인센티브를 제공하고 정책적 규제를 도입하여 수소 경제를 촉진하고 있다. 예를 들어 EU는 유럽 혁신 기금(European Innovation Fund)을 통해 그린수소 생산 및 관련 기술 개발 프로젝트에 자금을 지원하여 초기 투자 비용을 줄여주며, 수소 인프라에 투자하는 기업에 세금 감면 혜택을 제공하고 있다. 또한, EU 배출권 거래제(EU Emissions Trading System, ETS)는 기업들이 탄소 배출권을 경매로 구매하는 매커니즘으로, 그린수소 등의 저탄소 연료 사용을 하도록 강력한 동기를 부여한다.

4) 국제적 협력 및 수소 규제 기준 관리

EU는 그린수소 수입을 위해 풍부한 재생 가능 에너지 자원을 보유한 북아프리카와 중동 지역과의 전략적 파트너십을 적극적으로 맺고 있다. 최근 모로코와 협력하여 모로코의 광대한 태양열 및 풍력 자원을 활용한 그린수소 시장을 개발하고 있으며, 이집트 및 사우디아라비아와의 협약을 통해 대규모 그린수소 생산 시설을 설립하였다. 이와 같은 협력은 모로코, 이집트, 그리고 사우디아라비아의 풍부한 에너지 자원을 유럽 시장에 공급함으로써 EU의 그린수소 에너지 전환을 가속화하기 위함이다.

더불어 EU는 수소 인증 과정 및 규제 프레임워크 개선을 위해 국제 수소경제포럼(IPHE)과 같은 국제기구와 협력하고 있다. 이를 통해 전 세계에서 생산되고 거래되는 수소가 엄격한 품질 및 지속 가능성 기준에 충족하도록 관리하고 있다.

2. EU의 수소 전략 이행

EU는 2050년까지 탄소 중립을 달성하고 에너지 안보를 강화하며 산업 경쟁력을 높이기 위해 아래의 수소 전략들을 수립 후 진행하고 있다. 2020년 7월에 출범한 EU 수소 전략은 유럽의 탄탄한 수소 생태계 개발을 위한 비전을 제시한다. 이 전략은 2030년까지 최소 40GW의 재생 수소 전기분해기를 설치하고 최대 1000만 톤의 재생 수소를 생산하는 것을 목표로 한다.

1) 핏 포 55(Fit for 55)

2021년 7월, EU는 유럽 수소 전략을 이행하기 위한 핏 포 55 패키지를 도입했다. 이 패키지에는 EU 재생에너지 지침(EU Renewable Energy Directive)의 일환으로 2030년까지 산업 및 운송 분야에서 그린수소를 채택하는 목표를 제시한다. EU 회원국들에게 제조에 사용되는 모든 수소의 50%를 친환경 수소 생산에서 사용하도록 하는 목표를 부여한다.

* 재생에너지 지침: 2030년까지 전체 에너지 소비의 최소 32%를 재생 가능 에너지로 충당할 목표를 설정했으며, 지침을 위해 EU 회원국은 국가 에너지 및 기후 계획(NCEP)을 수립하고, 이를 통해 목표 달성을 위한 세부 계획을 제시해야 한다. 네덜란드는 2030년까지 1990년 대비 온실가스 배출량을 49% 감축하는 세부 목표를 설정하여 지속 가능한 에너지 전환을 추진하고 있다.

2) 유럽 청정수소 연맹(European Clean Hydrogen Alliance)

2020년에 유럽연합집행위원회는 유럽 청정수소 연맹을 설립하여 청정수소 기술의 발전과 배치를 촉진하고 투자 유치를 장려하는 것을 목표로 한다. 이 연맹은 산업계, 학계, 시민 사회, 정부 기관 등 다양한 이해관계자들을 모아 유럽의 수소 경제 발전을 가속화하며, 지역 단위의 수소 클러스터를 조성하고, 고효율 전해조 기술 개발을 통해 유럽의 탄소중립 목표 달성에 기여하고 있다. 또한, 유럽 수소 파이프라인 프로젝트와 EU 혁신펀드에 자금을 지원하여 수소 인프라 구축을 촉진한다.

3) EU 국가 수소 전략(National Hydrogen Strategies)

EU 수소 전략을 보완하기 여러 EU 회원국도 자체적인 국가 수소 전략을 수립했다. 독일의 국가 수소 전략, 프랑스의 수소 개발 로드맵, 네덜란드의 수소 경제 추진 계획 등이 있으며, 각각 재생 가능 에너지를 활용한 수소 생산 확대, 수소 인프라 구축, 산업 부문에서의 수소 활용 촉진을 목표로 하고 있다. 몇 가지 주요 국가 수소 전략 사례는 다음과 같다:

① 독일: 2020년에 발표된 독일의 국가 수소 전략은 친환경 수소 개발을 강조하고 있다. 이 전략에는 연구 개발, 인프라, 국제 파트너십에 대한 투자를 다루고 있다. 독일은 수소 기술 분야의 글로벌 리더가 되는 것을 목표로 하고 있으며 광범위한 수소 생산 및 유통 네트워크를 구축할 계획이다.

② 프랑스: 프랑스의 수소 전략은 그린수소와 블루수소를 모두 개발하는 데 중점을 두고 있다. 이 전략에는 전해조, 수소 충전소 및 산업 적용에 대한 상당한 투자가 포함된다.

③ 스페인: 스페인의 전략은 풍부한 재생에너지 자원으로 생산하는 친환경 수소 잠재력을 강조한다. 이 전략에는 수소 생산 용량 목표, 인프라 투자, 연구 및 혁신 지원 등이 있다.

④ 네덜란드: 네덜란드는 특히 유럽 국가 중 북해에 있는 풍부한 해상 풍력 자원을 활용하여 그린수소를 생산하는 전략을 채택하고 있다. 대표적인 해상 풍력 단지인 보르셀르(Borssele), 아이마우덴(IJmuiden), 홀란드스쿠스트(Hollandse Kust) 지역에서 해상 풍력 발전소와 수소 생산을 직접 연계하는 프로젝트가 수행되고 있다. 네덜란드는 또한 로테르담 항구를 중심으로 자국을 유럽의 주요 수소 허브로 발전시키려는

계획을 가지고 있다. 이를 실현하고자 수소의 생산, 운송, 분배를 아우르는 수소 밸류체인 개발을 목표로 하고 있다.

4) 리파워EU(RePowerEU)

러시아의 우크라이나 침공과 글로벌 에너지 시장의 혼란에 대응하기 위해 EU는 러시아 화석 연료 수입을 단계적으로 중단하는 REPowerEU 계획을 시행하고 있다. 2022년 5월에 출범한 REPowerEU는 에너지 절약, 에너지 공급 다변화, 청정에너지 생산을 목표로 한다. 2030년까지 EU의 에너지 효율 목표를 9%에서 13%로 상향 조정하며, 가스, 석유, 석탄의 대체 공급처를 찾기 위해 미국, 노르웨이, 카타르와 같은 국가부터 연료 수입을 증대한다. 또한 수소 인프라를 개발하고 EU 외 국가와 수소 파트너십을 구축하여 청정 에너지원으로서 그린수소의 사용을 장려하고 있다.

3. EU 주요 프로젝트

3.1 유럽 공동이익 프로젝트(Important Projects of Common European Interest, IPCEI)

유럽 공동이익 프로젝트(IPCEI)란 EU가 역외국에 대한 의존도를 줄이고 공급망 자율성 확보를 위해 회원국 공통 관심 분야를 정해 추진하는 산업 육성 프로젝트다. EU 전체의 경제, 환경, 사회적 목표에 큰 영향을 미치는 연구와 개발 촉진을 목표로 하며, 수소 관련 다양한 IPCEI 프로젝트도 포함되어 있다.

이 프로젝트에는 독일, 프랑스, 네덜란드, 이탈리아를 포함한 22개의 EU 회원국과 노르웨이가 참여하고 있다. 프로젝트에 대한 보조금 지급 여부는 EU 집행위원회가 승인하지만, 자금 자체는 참여 회원국들에서 조달한다. 2020년 12월, 참여 회원국들은 수소 IPCEI 프로젝트 선언문에 서명하며 그린수소 생산 비용을 낮추고 유럽 전역에서 재생 가능한 수소의 도입을 가속화하는 것을 목표로 하고 있다. 현재 수소에 초점을 맞춘 네 가지 주요 수소 IPCEI 프로젝트는 다음과 같다

1) Hy2Tech 및 Hy2Use: 2022년에 고시된 두 수소 프로젝트는 수소 기술 및 인프라를 발전시키는 것을 목표로 한다. 집행위원회는 국가 원조 규정(State Aid rules)에 따라 첫 번째와 두 번째 프로젝트인 Hy2Tech과 Hy2Use를 발표했다. 이 두 프로젝트는 약 80개의 세부 프로젝트로 구성되어 있으며, 프로젝트당 수백만에서

수익 유로가 할당될 정도로 예산 규모가 크다. Hy2Tech는 생산, 저장, 활용 등 수소 기술 개발에 집중하는 반면, Hy2Use는 다양한 분야에서 수소 활용에 필요한 인프라 구축에 중점을 두고 있다. 두 프로젝트에 대한 구체적인 정보는 다음 링크에서 확인할 수 있다: <https://ipcei-hydrogen.eu/>

2) Hy2Infra 및 Hy2Move: 세 번째와 네 번째 프로젝트인 Hy2Infra와 Hy2Move는 각각 2024년 2월과 2024년 5월에 집행위원회의 승인을 받았다. Hy2Infra는 수소 저장에 필요한 인프라를 확대시키는 것을 목표로 하며, Hy2Move는 차량과 충전소 등 운송 분야에서 수소 사용을 촉진하는 데 초점을 둔다.

- ① Hy2Infra: 프랑스, 독일, 이탈리아, 네덜란드, 폴란드, 포르투갈, 슬로바키아는 Hy2Infra 프로젝트를 통해 다양한 국가로부터 최대 69억 유로의 공공 자금과 최소 54억 유로의 민간 자금을 확보하여 총 123억 유로가 수소 프로젝트에 투입될 예정이다. 이를 통해 약 2700km의 신규 및 재활용 파이프라인이 설치되고, 3.2GW의 그린수소 생산 설비가 추가되며, 최소 370GWh의 수소 저장 시설 용량이 확보될 계획이다. 이에 더불어 32개의 대기업과 중소기업이 협력하여 33개의 하위 프로젝트에 집중할 예정이다.
- ② Hy2Move: 에스토니아, 프랑스, 독일, 이탈리아, 네덜란드, 슬로바키아, 스페인은 Hy2Move를 통해 다양한 국가로부터 총 14억 유로의 공공 자금과 33억 유로의 민간 자본을 확보하여 총 47억 유로의 자금이 수소 프로젝트에 투입될 예정이다. 이 프로젝트에는 총 11개의 대기업이 중소기업과 협력하여 다양한 주요 부문에 걸친 13개의 하위 프로젝트에 참여할 예정이다. 모빌리티 및 운송 애플리케이션을 개발하여 버스나 트럭용 연료전지 차량 플랫폼을 포함한 다양한 운송수단(도로, 해상, 항공)에 수소 기술을 통합하거나 고성능 연료전지 기술을 개발하여 수소를 사용한 선박과 기관차를 제작하는 등, Hy2Move 또한 수소경제 확장에 기여할 예정이다.

2022년, 네덜란드의 7개 대형 수소 프로젝트는 총 7억 8,350만 유로의 수전해 보조금을 지원받았다. 이 보조금을 받은 기업으로는 쉘(Shell), 에어 리퀴드(Air Liquide), ENGIE, BP, 오르스테드(Orsted) 등이 있다. 프로젝트는 2025년에서 2030년 사이에 완료될 것으로 예정되어 있으며, 성공적으로 마무리된다면 총 1,150메가와트의 전기분해 용량을 갖춘 수소를 생산할 수 있게 되며 이는 네덜란드의 2030년 기후 협약 목표의 4분의 1을 초과하는 양이다. 이 프로젝트들은 산업 전반에 걸친 탈탄소화를 촉진하여 장기적으로 네덜란드의 경제 성장에 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

<IPCEI 펀딩을 받은 7개의 네덜란드 프로젝트>

프로젝트	기업	주요 특징
CurtHyl	Air Liquide Netherlands	Slufterdam 육상 풍력 단지에서 생산된 재생에너지로 100% 그린수소 생산
ELYgator	Air Liquide Netherlands	200MW 용량 이상의 전해조를 이용해 100% 그린수소 생산
HyNetherlands	ENGIE Netherlands	2019년에 시작한 프로젝트로 전해조 생산 능력을 2026년 100MW에서 2035년 1.85GW로 확장할 계획
H2-Fifty	BP, HyCC	BP 정유공장과 로테르담 항 인근의 탄소 고배출 산업의 탈탄소화를 촉진하는 프로젝트
H2ermes	HYCC	암스테르담 광역권의 친환경 철강 생산과 모빌리티용 등의 녹색 수소 생산 프로젝트
Haddock	Orsted	녹색 Ammonia 생산 프로젝트
Holland Hydrogen 1	Shell	제 2 Maasvlakte 지역의 녹색수소 생산 프로젝트

[KOTRA 암스테르담 무역관 자료 종합]

II

네덜란드 수소 정책 동향

1. 수소 정책

1.1 네덜란드 수소 전략

- 2019년 6월: 네덜란드 기후협약(Klimaatakkoord) 발표, 2030년까지 온실가스 배량을 1990년 대비 49% 감소를 목표로 설정
- 2020년 1월: 수소 혁신 로드맵(Innovation Roadmap for Hydrogen) 발표
- 2020년 3월: 정부 수소 전략(Government Strategy on Hydrogen) 발표, 수소 인프라 개발, 공급 채널, 그린수소 촉진

1) 수소 전략 (수소 로드맵)의 주요 3단계

네덜란드 수소 로드맵에서는 기후 목표를 달성하기 위해서 공공과 민간 부문의 협력 방안을 설명한다. 네덜란드 수소 프로그램(Nationaal Waterstof Programma, NWP)에 참여하여 네덜란드 수소 시장을 개발하고자 하고, 2030년 이후의 장기 전망도 제시한다. 네덜란드 수소 프로그램(NWP)에 참여하는 주요 참여자들은 정부기관, 산업계, 연구기관 및 학계, 에너지 인프라 기업, 공공 민간 단체, 기술 혁신 기업들로 네덜란드 수소 시장 발전과 기후 목표 달성을 위해 협력하고 있다. 네덜란드는 2030년까지 국내 재생 가능 수소 생산 목표를 최소 80페타줄(PJ)로 설정하고 있다.

- ① 2019년~2021년: 기존 그린수소 사업 확장 개시
- ② 2022년~2025년: 그린수소 인프라 확장 및 2025년까지 전해질 설치 용량 500MW로 확장
- ③ 2026년~2030년: 2030년까지 전해질 용량을 4GW로 확장 및 수소 저장 시설 확장

2) 2030년 정부 주요 목표

① 네덜란드의 가스 인프라 송전 시스템 운영사인 가스유니(Gasunie)의 자회사인 HyNetwork Services가 주요 산업 클러스터와 주변 국가 간의 수소 인프라를 개발 예정이다. 이 인프라는 3단계에 걸쳐 개발될 예정이다.

- 첫 번째 단계는 2026년까지 진행되며 해안선(질랜드 Zeeland, 로테르담 Rotterdam, 암스테르담 Amsterdam, 덴 헬더 Den Helder, 북부 네덜란드 Noord Netherlands)의 산업 클러스터를 연결하는 서부 지역의 파이프라인으로 구성된다.

- 두 번째 단계는 2028년까지 진행되며 북부(노르트 Noord Netherlands)의 엠샤벤 (Eemshaven)에서 남부(림부르크 Limburg)의 케멜롯 산업 클러스터(Chemelot industrial cluster)까지 이어지는 동부 파이프라인으로 구성되어 네덜란드의 수소 인프라를 독일과 연결한다.

- 2030년까지 이 서부 및 동부 노선은 벨기에 수소 인프라(사스 반 겐트 및 딜센 Sas van Gent and Dilsen 인근 3단계)를 활용하는 남부 노선과 연결될 예정이다.

② 네덜란드 수소 인프라에 대한 투자는 총 15억 유로로 예상되며, 이 중 정부가 7억 5천만 유로를 지원할 예정이다.

- ③ 네덜란드 북부와 북동부 지역에 빈 소금 동굴을 활용해 3~4개의 지하 수소 저장 시설을 건설할 예정이다.
- ④ 정부는 회색 수소에서 친환경 수소로 전환하기 위해 2025년까지 500메가와트, 2030년까지 3~4기가와트 용량의 전해조 용량을 목표로 하고 있다.
- ⑤ 재생 에너지로 전해조에 전력을 공급하기 위해 정부는 2030년까지 21기가와트의 해상 풍력 발전 용량과 35테라와트 시간의 육상 재생 에너지 발전(주로 태양광 패널과 육상 풍력 터빈)을 목표로 하고 있다.

2. 수소 지원 정책

2.1 자금

1) 네덜란드 국가성장기금(Nationale Groeifonds, National Growth Fund)

네덜란드 정부는 2021년부터 2025년까지 국가성장기금(National Growth Fund)에 총 200억 유로를 배정했다. 이 기금은 지식 개발, 연구 개발 및 혁신 두 가지 분야에 투자된다. 지식 개발 프로젝트에서는 교육 및 연구기관 인재 양성을 지원하며, 연구 개발 및 혁신 프로젝트에서는 그린 에너지와 지속 가능한 산업 발전을 지원한다.

정부 부처를 제외한 모든 지원자는 국가 성장 펀드의 목적과 조건에 부합하는 보조금을 직접 신청할 수 있으며, 신청이 승인되면 국가성장펀드 지원금은 지원자에게 직접 지급된다. 장기적인 경제 성장에 기여하는 대규모 프로젝트의 경우, 최소 지원 금액이 3천만 유로에 달한다. 이에 대한 자세한 정보는 다음 링크에서 확인할 수 있다:

<https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/subsidieregeling-nationaal-groeifonds>

- 녹색자금NL(GroenVermogenNL): 국가성장기금의 일환으로 네덜란드 경제와 사회의 친환경 에너지를 확대하기 위한 이니셔티브이다. 이 프로그램은 그린수소와 친환경 화학 분야에서 산업용 수소의 시장을 가속화하는 것을 목표로 한다. 녹색자금NL은 네덜란드 경제 기후부가 담당하고 있고, 최대 8억 3800만 유로가 국가성장기금에서 투자될 예정이다. 녹색자금NL은 화학 산업, 에너지 산업, 첨단기술 산업(HTSM), 국가 수소 프로그램, 기업 및 지식 기관 컨소시엄과 협력하고 있다.

○ 녹색자금 II(GroenVermogen II, 녹색자금NL 산하 프로그램): 이 프로그램은 네덜란드의 그린수소와 친환경 화학 생태계 조성 가속화에 중점을 둔다. 화학, 등유, 철강, 비료 등의 다양한 산업 체인의 그린수소 생산과 사용에 초점이 맞춰져 있다.

2) 정의로운 전환 기금(Just Transition Fund, JTF)

정의로운 전환 기금은 EU의 다년도 재정운용계획(Multiannual Financial Framework)과 NextGenerationEU에서 자금을 조달한다. 2021년부터 2027년까지 총 192억 유로의 예산이 책정되어 있다. 이 기금은 탄소 집약적인 산업에 의존하는 지역의 경제를 다각화하고, 중소기업 및 신생 기업의 창업과 연구 개발을 지원한다. 또한 화학 산업 내 바이오 기반 원료 사용에도 기금이 지원되어 수소 네트워크 개발, 산업 공정 전기화, 지역 전력망 개선에 기여할 것이다.

* 다년도 재정운용계획: 유럽연합(EU)의 장기 예산(일반적으로 7년) 계획으로, EU의 재정 지출을 구조화하고, 주요 정책 우선순위에 자금을 배정할 수 있도록 기금을 관리한다.

* NextGenerationEU(NGEU): COVID-19 팬데믹에 대응하여 EU 경제 회복을 촉진하기 위해 설립된 임시 회복 기금이다. 이 기금은 8609억 유로 규모로, EU의 경제 회복과 미래의 회복력 강화를 목표로 한다. 임시 회복 기금이지만 2021년부터 2026년까지 운영되며, EU의 2021~2027년 다년 재정 프레임워크(EU's Multiannual Financial Framework, MFF)와 연계되어 운영되고 있다. NGEU와 MFF를 합친 예산은 1조 8243억에 달할 것으로 예상된다.

3) 호라이즌 유럽(Horizon Europe)

호라이즌 유럽은 EU의 핵심 자금 지원 프로그램이며, 2021년부터 2027년까지 총 955억 유로의 예산이 할당되었다. 호라이즌 유럽은 호라이즌 2020(Horizon 2020)의 후속 프로그램으로, 과학 연구 지원과 경제 성장 촉진을 목표로 한다. 호라이즌 유럽에서는 수소에 관한 여러 연구 및 혁신 프로젝트가 진행 중이다. 유럽연합 집행위원회와 함께 지원하는 공공-민관 파트너십인 청정 수소 파트너십(Clean Hydrogen Partnership)은 2021년부터 2027년까지 총 10억 유로의 예산을 지원받으며, EU의 그린 딜 수소 전략 목표를 위해 지속 가능한 에너지 활성화에 기여하고 있다.

* 호라이즌 2020: 2014년부터 2020년까지 약 800억 유로의 예산이 투입된 EU의 연구 및 혁신 자금 지원 프로그램

4) 기후 기금(Climate Fund, Klimaatfonds)

기후 기금 네덜란드(Climate Fund Netherlands)는 기후 변화에 대응하고 모든 사람이 청정 에너지를 저렴하게 사용할 수 있도록, 네덜란드의 지속 가능한 에너지 프로젝트 성공률을 높이기 위해 설립된 네덜란드 투자 기금이다. 기후 기금 네덜란드의 목표는 지속 가능한 에너지 프로젝트에 500MW(총 투자 가치 약 4억 5000만 유로)의 설치 용량을 확보하여 연간 29만 5000톤 이상의 이산화탄소, 프로젝트 기간 동안 총 590만 톤 이상의 이산화탄소를 절감하는 것이다.

2.2 인센티브

1) OWE(전해를 통한 수소 생산 보조금 제도)

2023년 10월, 네덜란드 정부가 그린수소 생산을 촉진하기 위한 보조금 제도를 수립했다. 이 보조금 제도는 특히 전기분해를 통한 친환경 수소 생산 관련 투자를 지원하며, 약 2억 5000만 유로의 지원금을 통해 100MW의 전기분해 용량을 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 정부는 이 자금을 사용하여 전국적으로 5~10개의 소규모 프로젝트를 진행할 예정이다.

가능한 많은 기업이 그린수소 생산을 장려하기 위해 전기분해 설비가 50MW 규모 이상이면 자금 지원 대상에 포함되며, 프로젝트의 완성 시기를 가속화하기 위해 보조금 지원 대상의 요건 중 하나로 프로젝트가 4년 이내에 끝나야 한다는 조건을 두고 있다.

2024년 4월 말, 약 2억 5천만 유로가 7개 프로젝트에 할당되었고, 이 프로젝트들은 총 101메가와트의 전기분해 용량을 제공한다. 보조금을 받는 7개 프로젝트는 H2 Hollandia(뉴-바유는, Nieuw-Buinen), Hysolar(니유위하인, Nieuwegein), Green gas asset(암스테르담, Amsterdam), Green gas asset(흐로닝언, Groningen), RWE Eemshydrogen(엠셰이븐, Eemshaven), Van Kessel Olie(아우드 통흐, Oude Tonge) 및 VoltH2(델프자일, Delfzijl)이다.

- ① H2 Hollandia(Nieuw-Buinen): 5MW 전해조를 설치하여 연간 약 300톤의 그린수소를 생산할 예정
- ② Hysolar(Nieuwegein): 2.5MW 규모의 전해조를 설치하여 태양 에너지를 이용한 수소 생산

- ③ Green gas asset(Amsterdam, Groningen): 바이오가스를 이용한 그린수소 생산
- ④ RWE Eemshydrogen(Eemshaven): 50MW 전해조(electrolyzer) 방식으로 재생 가능 에너지를 통해 그린수소를 생산하며, 네덜란드 기업청(RVO)으로부터 1억 2,490만 유로의 보조금을 받아 수소 시장의 성장 촉진
 - * 전해조 : 전기 에너지를 이용해 물을 화학적으로 분해하는 방식
- ⑤ Van Kessel Olie(Oude Tonge): Greenpoint Hysolar 수소 충전소와 같은 여러 충전소를 운영하고 있으며, 이를 통해 수소 연료를 공급
- ⑥ VoltH2(Delfzijl): 50MW 규모의 전해조를 통해 연간 약 5,000톤의 그린수소를 생산할 예정

2) SDE++(Stimulation of Sustainable Energy Production and Climate Transition, 지속 가능한 에너지 생산 및 기후 전환 지원 제도)

지속 가능한 에너지 생산 및 기후 전환 인센티브 제도(SDE++)는 네덜란드 경제기후부(Ministry of Economic Affairs and Climate Policy)가 재생 에너지를 생산하거나 대규모로 이산화탄소 배출을 줄이는 기업과 비영리 단체에 지급하는 보조금 제도이다. 2023년 7월, 친환경 수소 및 기타 재생 가능 연료에 최소 7억 5천만 유로를 할당할 것이라고 발표되었다. DE++ 예산은 2022년에 140억 유로, 2023년에 80억 유로, 2024년 예산은 115억 유로로 할당되었다.

3) DEI+(Demonstration Energy and Climate Innovation, 에너지 및 기후 혁신 제도)

DEI+는 에너지 및 기후 혁신 시범을 뜻하며, 탄소중립 달성을 위한 혁신적인 기술에 초점을 맞춘 시범 또는 실증 프로젝트를 위해 정부가 기업을 재정적으로 지원하는 네덜란드의 보조금 프로그램이다. 2024년 총 예산은 4천만 유로이며, 파일럿 테스트와 실험 프로젝트의 경우 2천5백만 유로의 보조금이 지원된다. 보조금 요건에 관한 더 자세한 내용은 아래 링크를 통해 확인할 수 있다:

<https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/dei/waterstof-en-groene-chemie>

III

네덜란드 수소 산업 동향

1. 수소 종류별 특징

수소는 생산 과정에 따라 그레이, 블루, 그린수소 3가지로 크게 분류한다.

1) 그레이수소

그레이수소는 천연가스를 수증기 개질(SMR) 또는 자연 개질(ATR)을 통해 생산되며, 이 과정에서 발생하는 이산화탄소는 대기 중으로 배출된다. 네덜란드에서 생산되는 수소의 약 80%가 그레이수소이다. 2023년 기준, 연간 약 900만m³ 이상의 그레이수소를 생산하고 있으며, 주로 화학 산업에서 사용된다. 하지만 네덜란드는 그레이수소의 생산 과정에서 연간 약 1,250만 톤의 이산화탄소가 배출된다는 치명적 단점이 있어서, 그레이수소의 사용을 줄이고 블루 및 그린수소로 전환하는 계획을 추진 중이다.

- * 수증기 개질(Steam Methane Reforming, SMR)은 천연가스와 고온의 수증기가 반응하여 수소 생성
- * 자연 개질(Autothermal Reforming, ATR)은 산소와 수증기를 동시에 사용하여 수소를 생산하는 공정

2) 블루수소

블루수소는 그레이수소의 생산 방식과 유사하지만, 이 과정에서 발생하는 이산화탄소를 포집하여 지하에 저장(CCS)함으로써 탄소 배출을 줄이는 방식을 사용한다. 네덜란드는 블루수소를 그린수소로 전환하는 교두보로 간주하며, 그린수소 경제로의 전환을 철저히 준비하고 있다. 블루수소는 그레이수소에 비해 저렴하며, 단기적으로 대량 생산이 가능하다는 장점이 있다.

3) 그린수소

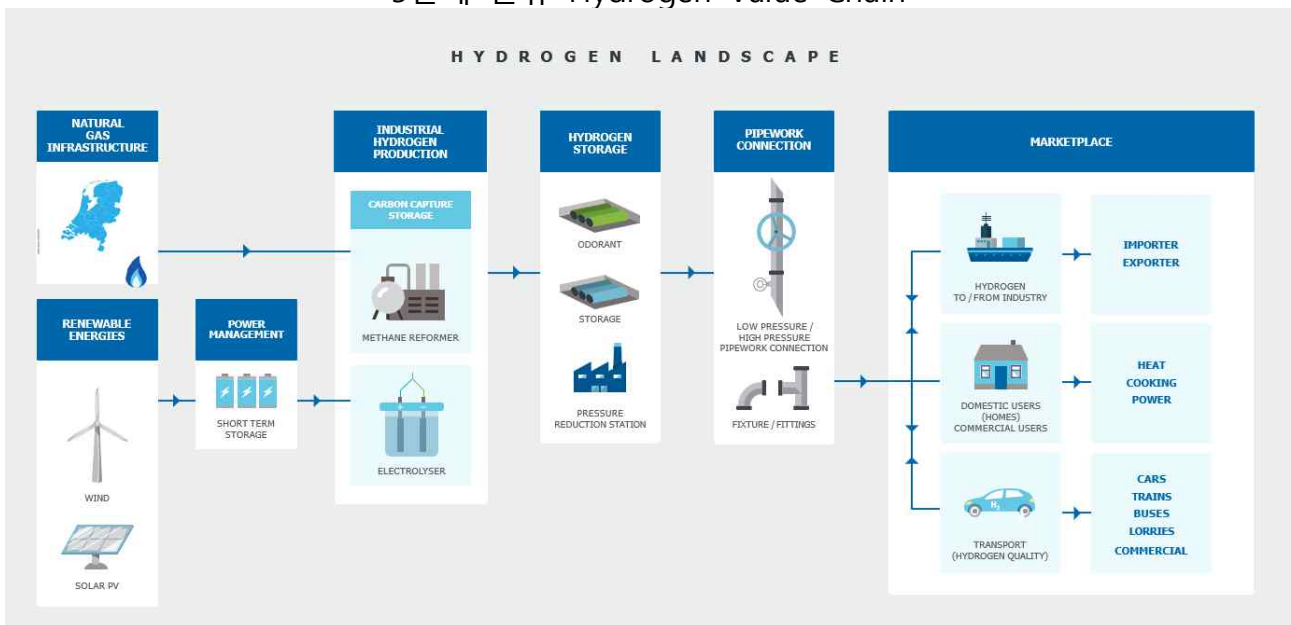
그린수소는 재생 가능 에너지원(주로 풍력 및 태양광)을 이용한 전기분해를 통해 생산된다. 네덜란드는 북해에서의 풍력 발전을 통해 그린수소 생산을 확대하고 있으며, 2030년까지 4기가와트(GW)의 그린수소를 생산하고, 2040년까지 이를 10GW로 확대할 계획이다. 네덜란드는 현재 여러 항구에서 그린수소를 생산하고

있으며, 이를 산업용 원료로 사용을 확대하기 위해 여러 프로젝트를 시행한다. 예를 들어 바텐폴(Vattenfall)은 엠세이븐(Eemshaven)의 기존 발전소를 수소로 전환하고 있으며, 셸(Shell)은 2025년까지 Holland Hydrogen 1 프로젝트를 통해 그린수소를 생산할 계획이다. 하지만 그린수소는 그레이수소 생산 비용에 비해 가격이 두 배이며, 물을 산소와 수소로 분리하는 데에 사용되는 전해조에도 높은 비용이 요구된다.

2. 수소 단계별 동향

수소 사업의 밸류체인은 생산, 저장, 수송, 충전과 활용의 5개 단계로 나눌 수 있다. 이 중 생산을 업스트림 단계, 저장, 수송, 충전을 미드스트림 단계, 활용을 다운스트림 단계라고 한다.

<5단계 분류 Hydrogen Value Chain>



[자료: kiwa.com, KOTRA 자체 편집]

2.1 생산

(현황) 네덜란드에서는 연간 약 100억m³(180PJ)의 수소가 생산된다. 이 중 80%는 대기 중에 약 1300만 톤의 이산화탄소를 배출하는 천연가스로 만들어진 그레이수소이며, 나머지 20%의 수소는 화학 산업에서 부산물로 생성된다.

(목표) 단기적으로 그린수소 목표는 2025년까지 5PJ(500MW), 2030년까지

30~40PJ(3000~4000MW)를 생산하는 것이다.

(계획 및 프로젝트) 네덜란드 북부 해안에서 56km 떨어진 해상 풍력단지 'Ten noorden van de Waddeneilanden'이 대규모 해상 수소 생산지로 지정됐다. 이곳은 2031년 가동을 목표로 하고 있으며, 최대 500MW의 전기분해 용량을 제공할 수 있다.

[현황]

- 유럽 수소 생산 99.9%가 화석연료 기반 공정 (주로 천연가스 수증기 개질법)
- 전해조는 알카라인 수전해 기술이 전체 53%
- 네덜란드 수소 생산
- 연간 약 100억 입방미터(180 PJ) 생산
- 80% 그레이 수소(천연가스 생산), 20% 화학 산업 부산물로 생성

[목표]

- 2030년까지 수전해를 통한 그린 수소 80페타줄(8GW) 국내 생산
- 2025년까지 5PJ(500MW), 2030년까지 30~40PJ(3000~4000MW)

[계획 및 프로젝트]

- 에너지 주요 구조 프로그램 (PEH):
- 2050년까지 네덜란드의 국가 에너지 인프라 비전 제시
- 수소 공장(전기분해기)을 위한 장소 지정
- 해상풍력 기반 수소 생산
- 'Ten noorden van de Waddeneilanden' 해상풍력단지 2031년 운영 예정, 최대 500MW 전기분해 용량으로 세계 최대 해상 수소 생산지 예상
- 2030년까지 육상 대비 해상에서 더 많은 그린수소 생산
- 저탄소 수소 생산: 산업용 수소의 안정적 공급을 위해 천연가스 및 산업 잔류 가스에서 저탄소 수소 생산
- 잔류 폐기물의 가스화, 열분해 방법 연구 및 개발 필요

[자료: KOTRA 암스테르담무역관 자료 종합]

2.2 저장

지하 수소 저장은 대규모로 수소를 저장하기 위해 사용되는 방법 중 하나로, 다양한 형태의 지하 공간을 이용하여 수소를 저장하는 방식이다. 이는 수소 경제에서 중요한 역할을 하며, 특히 재생 가능 에너지의 변동성을 보완하고 안정적인 에너지 공급을 보장하는 데 기여한다.

1) 지하 동굴 저장

- 소금 동굴: 소금 광산에서 소금을 제거한 후 생성된 동굴에 수소를 저장하는 방법이다. 소금 동굴은 높은 기밀성과 낮은 누출 위험으로 인해 이상적인 저장 공간으로 간주된다.
- 지하 암반 동굴: 천연 암반 동굴을 활용하여 수소를 저장하는 방법이다. 암반의 특성에 따라 기밀성과 안전성이 결정된다.

2) 지하 저장소

- 폐가스 저장소: 천연가스나 석유를 추출한 후 남은 지하 저장소를 수소 저장 공간으로 사용하는 방법이다.
- 수층 저장: 물이 채워진 지하수층에 수소를 압축하여 저장하는 방법이다. 이 방법은 대규모 수소 저장이 가능하지만, 첨단 기술력과 환경적 고려가 필요하다.

지하 저장 방식은 지상 저장 방식보다 훨씬 큰 용량을 제공할 수 있으며, 지하 공간은 기밀성이 높아 누출 위험이 적고, 수소를 고압으로 압축하여 저장할 수 있어 공간 효율성이 높다. 다만, 지하 저장 시설을 구축하는 데에 높은 초기 비용이 소요되며, 수소 누출 방지를 위한 높은 기술력을 요하기 때문에 초기 도입에 어려움이 존재한다.

네덜란드 응용과학연구소(TNO)는 소금 동굴이나 빈 가스전 등에 수소를 저장하는 연구를 진행하고 있다. 가스전은 잠재적으로 적합하지만, 저장이 안전하고 경제적으로 실현 가능하다는 것이 입증되어야 한다. 육지에서는 수소를 빈 소금 동굴에 안전하게 저장할 수 있다. 이러한 동굴은 이전에 천연가스를 저장하는 데 사용되었으며 누출 방지 기능이 있다.

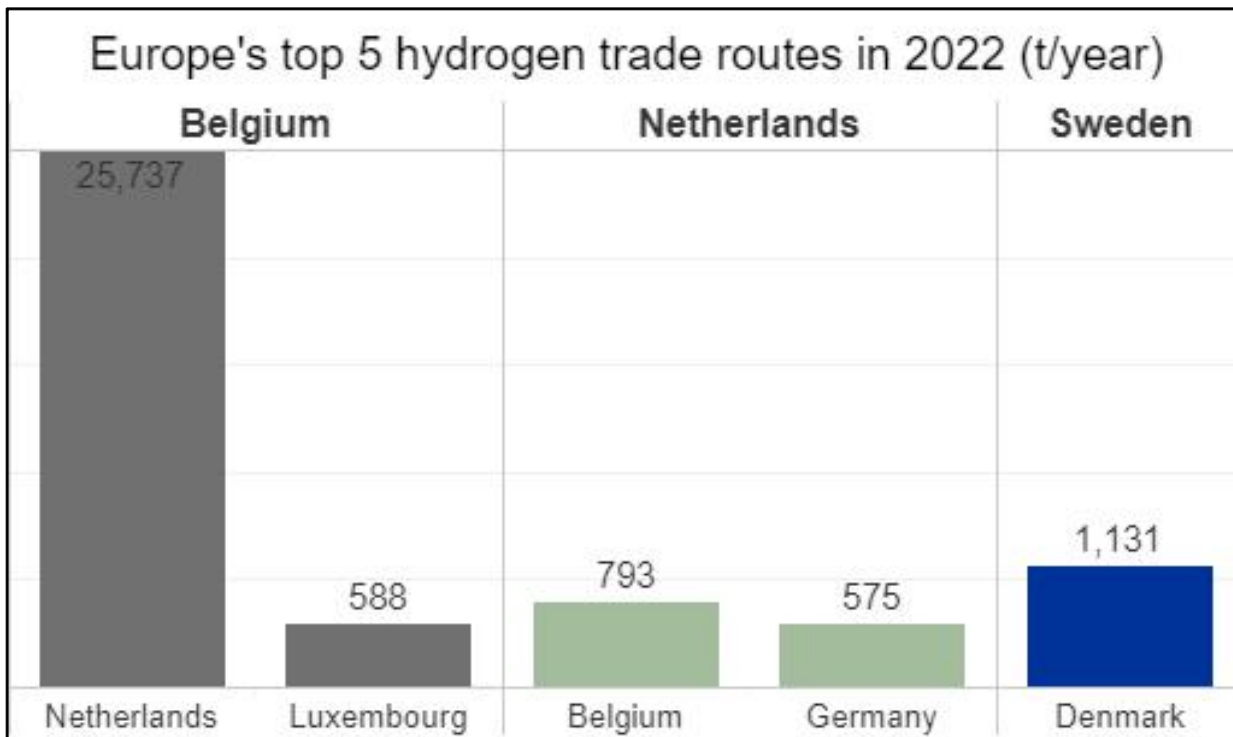
기술적, 경제적 관점에서 소금 동굴에 수소를 저장하는 것은 장단기적으로 가장 유망한 솔루션이다. 생산과 소비의 균형을 맞추기 위해 단기간에 대량의 수소를 주입하고 추출해야 하는데, 소금 동굴은 이에 매우 적합하다. 소금 동굴은 수소 네트워크에서 핵심적인 역할을 하며 네덜란드와 유럽의 전체 에너지 시스템이 지속 가능성 목표를 달성할 수 있도록 해 준다.

2.3 수송

네덜란드에는 1,000km가 넘는 수소 파이프라인 네트워크가 있다. 로테르담-무르다이크(Rotterdam/Moerdijk) 지역은 수소 생산량이 가장 많은 클러스터로, 로테르담 항구 지역(Europoort, Botlek, Pernis)이 대부분을 차지한다. 그 뒤를 이어 제일란트(Zeeland)가 베르겐 옴 줌(Bergen op Zoom) 지역의 수소 생산량을 포함하여 연간 약 500kt의 수소를 생산하는 것으로 추정된다. 제일란트의 산업 클러스터는 겐트(Ghent)에서 테르노이젠(Terneuzen)까지 운하를 따라 국경 반대편에 있는 벨기에의 산업 클러스터와도 연결되어 있다. 또한 네덜란드에는 광범위한 천연가스 네트워크가 있으며, 이 중 일부는 향후 몇 년 내에 대규모 산업 클러스터를 연결하는 국가 수소 네트워크로 전환될 예정이다.

2022년 벨기에에서 네덜란드로의 수소 수출(유럽에서 거래되는 전체 수소의 75%인 2만 5737톤)은 유럽 국가 간 가장 큰 단일 거래였다. 벨기에-네덜란드 간 거래와 함께 스웨덴-덴마크(3.30%), 네덜란드-벨기에(2.32%), 벨기에-룩셈부르크(1.72%), 네덜란드-독일(1.68%) 간 거래가 2022년 유럽 전체 수소 거래의 84%를 차지했다.

<2022년 유럽 5대 수소 거래 경로>



[자료: observatory.clean-hydrogen.europa.eu]

네덜란드 기업 가스유니(Gasunie)는 천연가스 파이프라인 설치, 운영과 천연가스 운송에 오랜 역사를 갖고 있다. 가스유니는 네덜란드의 가스 네트워크만큼 안전한 네덜란드의 국가 수소 네트워크를 향후 몇 년 내 구축을 계획하고 있다. 가스유니가 전액 출자한 자회사인 하이네트워크(Hynetwork)가 네덜란드 수소 네트워크를 개발할 예정이다. 수소 네트워크는 주로 기존 천연가스 파이프라인으로 구성되며, 이러한 파이프라인은 수소를 운송하는 데 적합하도록 재정비될 것이다. 이를 통해 네덜란드는 천연가스에서 수소로 효율적으로 전환할 수 있다.

2.4 충전

2024년 5월 기준, 네덜란드에는 26개의 수소 충전소가 있다. 네덜란드 대부분의 수소 충전소는 350bar 압력과 700bar 압력으로 수소를 공급한다. 350bar 압력은 일반적으로 버스나 대형 트럭과 같은 무거운 차량의 수소 충전에 사용되는 반면, 700bar 압력은 일반적으로 승용차나 경트럭의 수소 충전에 사용된다.

<2024년 5월 베네룩스 수소 충전소>



[자료: h2benelux.eu]

2023년 3월 유럽의회와 회원국은 유럽 고속도로 충전소 수와 수소 충전소 수에 관한 아래 합의에 도달했다.

- 1) 2027년 말까지 유럽의 모든 고속도로에 공공 충전소를 설치해야 하며, 각 충전소 간 최대 거리는 60km 이내여야 한다.
- 2) 특히 트럭 수소 충전소를 늘려야 하며, 2030년까지 200km마다 한 개의 트럭 수소 충전소를 설치한다.

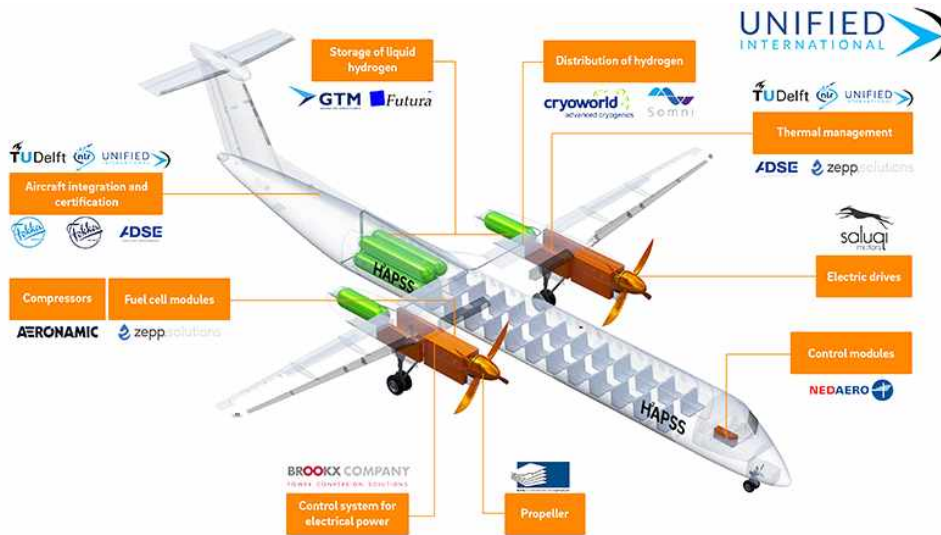
2.5 활용

유럽 수소 관측소(European Hydrogen Observatory)에 따르면 2022년 기준, 유럽의 연간 수소 총소비량은 8.2Mt에 달했다. 수소 수요에서 가장 큰 비중을 차지한 부문은 정유 공장으로, 총사용량의 57%(4.6Mt)를 차지했으며, 그 다음으로는 암모니아 산업이 24%(2.0Mt)를 차지하며 뒤를 이었다. 이 두 산업은 EU, EFTA, 영국에서 수소 총소비량의 81%를 차지하고 있다. 자세한 사항은 아래 링크에서 확인할 수 있다:

<https://observatory.clean-hydrogen.europa.eu/hydrogen-landscape/end-use/hydrogen-demand>

- 1) 수소 연료 운송수단: 트럭, 기차, 버스와 같은 운송수단에 수소 연료 전지를 탑재한다면 운행 중 물만 배출되어 친환경적이며, 기존 배터리 전기 차량(BEV)보다 더 긴 주행 거리를 제공하므로 장거리 운송에도 유리하다. 지상 운송수단뿐만 아니라 더 나아가 수소 항공기 개발을 위해 유니파이드 인터내셔널(Unified International)과 이노베이션쿼터(InnovationQuarter)는 포커(Fokker), TU 델프트(TU Delft), 네덜란드 정부, 네덜란드 항공우주 연구소(Royal Netherlands Aerospace Centre) 및 zepp.solutions를 포함한 17개 기업과 함께 수소 항공기 전동 및 저장 시스템(Hydrogen Aircraft Powertrain and Storage System, HAPSS) 프로젝트를 착수하였다. 이 프로젝트는 수소 기반 항공기의 전력 시스템 개발을 통해 항공 분야의 지속 가능성 향상을 목표로 하고 있다.

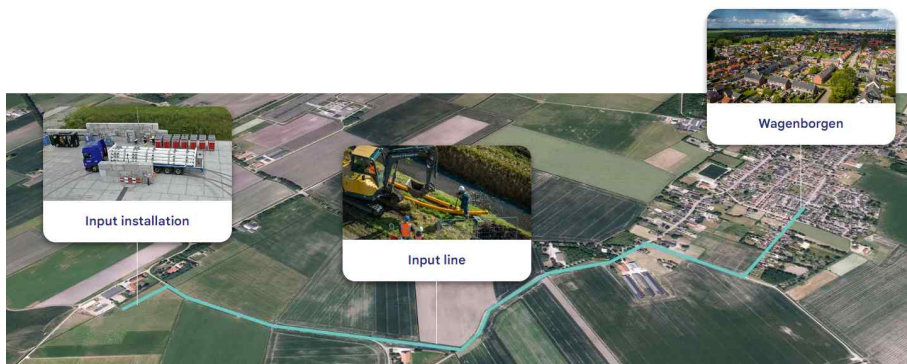
<수소 항공기 예시>



[자료: innovationquarter.nl]

- 2) 수소를 활용한 난방과 온수: 하이드로젠베이크 바겐보르겐(WaterstofMijk Wagenborgen) 프로젝트는 흐로닝언 지역의 40개의 가구에 수소 기반 주택 단열 난방 시스템을 도입하는 수소 네트워크를 구축 중이다. 각 가구에는 하이브리드 열펌프와 수소 보일러가 설치되어 필요시 전기는 수소로 가동되며, 2050년까지 더 이상 천연가스가 사용되지 않도록 기술의 실효성을 검토하고 있다. 또한 H2 Districts 프로젝트는 네덜란드 여러 주거 지역에서 수소를 활용한 난방과 온수 공급을 목표로 하며, 그린가스 에셋(Groengas Asset) 프로젝트는 암스테르담과 흐로닝언에 태양광 설치를 통해 재생 가능 전기를 활용해 수소를 전기분해하여 주택 난방에 사용하는 것을 목표로 한다.

<주거 지역 수소 프로젝트, 하이드로젠베이크 바겐보르겐>



[자료: waterstofwijkwagenborgen.nl]

- 3) 전력망용 수소: 태양광과 풍력과 같은 재생 가능 에너지는 생산량과 날씨에 따라 변동성이 크기 때문에 수소는 이와 같은 변동성을 보완하는 에너지 저장 매체로 활용될 수 있다. 전력 수요가 낮을 때 잉여 전력을 사용해 수소를 생산하고, 전력 수요가 높을 때는 저장된 수소를 사용해 전기를 생산할 수 있다. 이와 같은 방식으로 수소는 전력망의 효율성과 안정성을 높이고, 탈탄소화를 촉진하는 데 중요 역할을 한다.
- 4) 모빌리티: 2024년 5월 31일 기준, 네덜란드에는 수소자동차(FCEV) 631대, 수소 경트럭 14대, 수소 중형트럭 35대, 수소 버스 64대, 총 744대의 수소 차량이 운행 중이다. 네덜란드 정부는 2024~2026년에 수소 트럭, 밴, 버스 및 수소 충전소 건설에 1억 5000만 유로의 보조금을 지원할 계획이다. 수소 기차는 2020년 2월 26에 네덜란드에 최초로 도입돼, 흐로닝언(Groningen)시와 레이우바르던(Leeuwarden)시 구간을 시험 운행 중이며 2027년 말에는 상업 운행을 시행할 예정이다.
- 5) 화학 산업: 네덜란드에서 수소는 주로 화학물질의 원료로 사용되는데, 대부분은 비료 제조에 필요한 암모니아(37%)를 만드는 데 사용된다. 또한 수소는 석유 정제에도 사용된다.
- 6) 건축 산업: 호우허베인(Hoogeveen) 시에서는 난방 연료로 100% 수소를 사용하는 수소 구역(Waterstofwijk Hoogeveen) 시범 단지를, 100채의 신규 주택과 수소 연료에 적합하게 개량된 427채의 기존 주택으로 조성할 예정이다.

3. 수소 밸류체인 인프라 구축 현황

가스유니(Gasunie)는 이산화탄소 배출이 없는 수소의 수요와 공급을 연결하는 전국적인 네트워크를 구축하고 있다. 네덜란드의 산업은 국가 이산화탄소 배출량의 약 25%를 차지하고 있으며, 전기화(electrification)는 제한된 범위에서만 지속가능성을 가능하게 한다. 따라서 이산화탄소 배출이 없는 가스는 산업을 더욱 지속 가능하게 만드는 데 필수적이다. 이산화탄소가 없는 수소를 원료와 연료로 사용함으로써 산업계의 배출량을 줄이고 에너지 전환에 큰 기여를 할 수 있다.

네덜란드는 얇은 바다에 위치해 풍력 터빈을 설치하기에 매우 적합하고 운송 및 저장을 위한 기존 인프라가 잘 갖춰져 있다. 국가 수소 네트워크를 통해 모든 산업 지역이 수소 인프라에 접근할 수 있게 되면 네덜란드는 유럽의 수소 항구가 될 것이다. 향후 7년간 가스유니는 지속적인 국가 수소 네트워크를 개발하여 네덜란드의

항구와 산업 클러스터를 수소 저장소 및 주변 국가와 연결할 계획이다.

국가 수소 네트워크는 앞으로 수송량이 점점 감소할 천연가스의 기존 파이프라인을 활용한다. 전국 네트워크의 약 85%가 재활용 천연가스 파이프라인으로 구성될 것으로 예상되며 그 길이는 약 1183km에 달한다. 아래 그림에서 노란색이 기존 천연가스 파이프라인, 파란색이 새로 구축될 파이프라인이다.

네덜란드의 주요 5개 산업 클러스터(암스테르담, 로테르담, 제일란트, 흐로닝언, 림부르흐)는 2030년까지 상호 연계돼, 인근 국가인 벨기에, 독일의 주요 산업지역과도 연결될 예정이다. 2030년까지 국가 수소 네트워크는 모든 산업지역이 수소 인프라에 접근할 수 있도록 하고 이를 통해 네덜란드를 유럽의 수소 항구로 만드는 것을 목표로 한다.

<2030년까지 국가 수소 네트워크 건설 계획>



[자료: 가스유니]

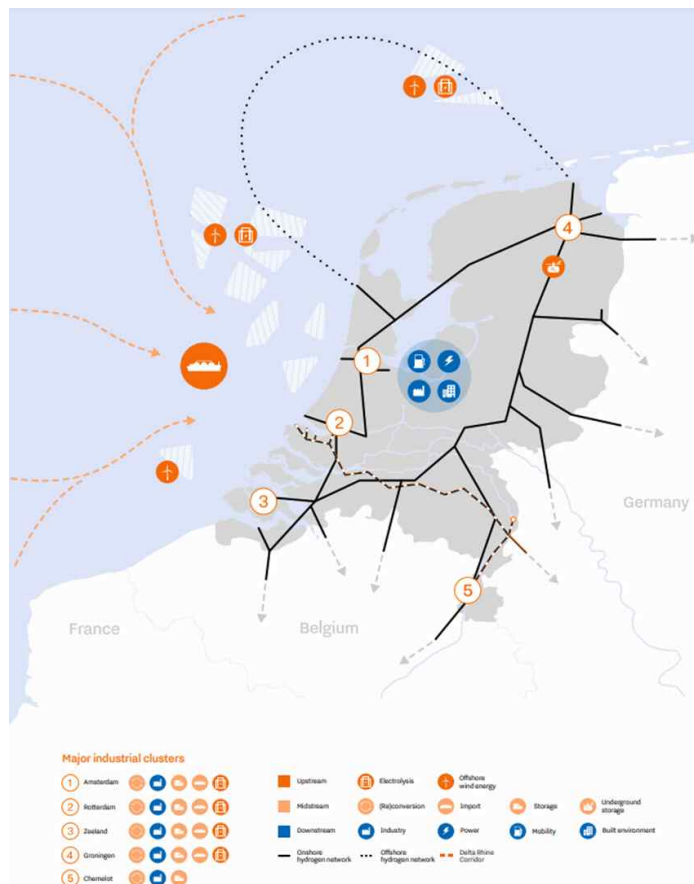
제일란트(Zeeland)주에는 2018년부터 수소 파이프라인이 설치되었고, 그 노하우와 경험은 이제 국가 수소 네트워크 개발에 사용되고 있다. 네덜란드 북부에는 현재 재사용을 위해 준비 중인 기존 천연가스 파이프라인이 여러 개 존재하는데 이 중 에멘(Emmen)의 수소 파이프라인은 최근 국가 수소 네트워크에 연결될 준비가 되었다.

북해 운하 지역과 제일란트주에서 세부 설계가 곧 완료되어 나중에 그곳에서부터 파이프라인 부설을 시작하게 될 것이다.

로테르담에서는 하이네트워크 서비스(HyNetwork Services)가 국가 수소 네트워크의 일환으로 페르니스(Pernis)와 마스블락테(Maasvlakte) 사이에 30km가 넘는 수소 파이프라인을 설치하고 있다. 로테르담 항구 지역 수소 파이프라인의 첫 번째 사용자는 셸(Shell)의 네덜란드 수소 I(Holland Hydrogen I) 프로젝트가 될 것이다. 셸은 네덜란드 수소 I 및 기타 수소 공장을 위한 Tweede Maasvlakte(Maasvlakte 2)의 전해조 연결 인프라에 투자했다.

인프라는 현재 단계적으로 구축되고 있는데, 첫 번째 부분은 주로 기존 천연가스 파이프라인의 재사용을 통해 2025년에 완공될 예정이며, 최종 목표는 2030년까지 국가 네트워크 전체를 완성하는 것이다.

<수소 네트워크와 클러스터>

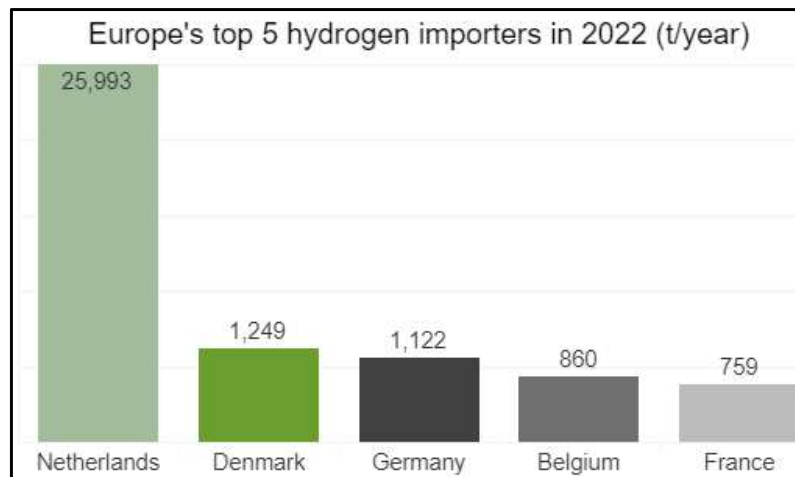


[자료: rvo.nl]

4. 수소 주요 제품 수출입 동향

유로스탯(Eurostat)에 따르면 2022년 네덜란드는 유럽 국가 간 교역된 3만 4173톤의 수소 중 76%(2만 5993톤)를 수입하여 유럽에서 가장 많은 수소를 수입한 국가가 되었다. 네덜란드와 함께 덴마크(3.65%), 독일(3.28%), 벨기에(2.51%), 프랑스(2.22%)가 2022년 유럽 수소 수입량의 약 88%를 차지했다.

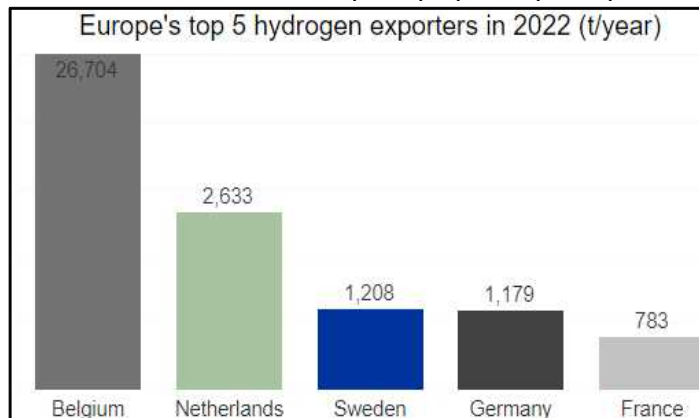
<2022년 EU 상위 5대 수소 수입국>



[자료: observatory.clean-hydrogen.europa.eu]

2022년 벨기에에는 유럽 국가 간 교역된 3만 4173톤의 수소 중 78%(2만 6,704톤)를 수출하여 유럽에서 단일 국가로는 최대 수소 수출국이 되었다. 벨기에와 함께 네덜란드(7.7%), 스웨덴(3.53%), 독일(3.45%), 프랑스(2.29%)가 2022년 유럽 수소 수출의 약 95%를 차지했다.

<2022년 EU 상위 5대 수소 수출국>



[자료: observatory.clean-hydrogen.europa.eu]

네덜란드의 2023년 수소 수입량은 HS코드 280410에 따라 총 7,628만 달러를 기록했다. 이는 2022년 수입액에 비해 49.6% 감소한 수치이다. 주요 수입국은 벨기에, 독일, 헝가리였다. 벨기에로부터의 수입은 2022~2023년 기간 동안 50.4% 감소했지만, 독일로부터의 수입은 같은 기간 동안 25.7%, 헝가리로부터의 수입은 3.7% 증가했다. 특히 미국으로부터의 수입은 총수입액 23,386달러로 3835.9%의 눈에 띄는 증가세를 보였다. 한국으로부터의 수입은 2021년에만 2,373달러로 집계되었다.

<연도별 수소 수입 동향(HS Code 280410 기준)>
(단위: US\$ 천, %)

	국가순위	연도별 수입액			점유율			증감률 2023/2022
		2021	2022	2023	2021	2022	2023	
	전 세계	51,844	151,382	81,356	100.0	100.0	100.0	-46.3
1	벨기에	49,914	149,235	79,105	96.3	98.6	97.2	-47.0
2	독일	1,731	1,452	1,845	3.3	1.0	2.3	27.0
3	프랑스	78	126	157	0.1	0.1	0.2	24.5
4	헝가리	90	135	140	0.2	0.1	0.2	4.2
5	영국	23	79	26	0.0	0.1	0.0	-67.6
6	미국	1	0.6	23	0.0	0.0	0.0	3835.9
7	폴란드	0.2	223	10	0.0	0.1	0.0	-95.4
8	스페인		7	6		0.0	0.0	-7.5
9	이탈리아	0.2	64	6	0.0	0.0	0.0	-90.1
10	덴마크	0.03	2	6	0.0	0.0	0.0	160.3
31	한국	2			0.0			

[자료: IHS markit]

네덜란드 수소 수출 통계를 살펴보면, 2023년 수소 총 수출 금액은 전년 대비 36.8% 감소한 약 3908만 달러였다. 주요 수출국은 프랑스, 벨기에, 독일로 각각 1,364만 달러, 793만 달러와 692만 달러를 수출했다. 한국으로의 수출액은 3,351달러로 전체 수출국 중 34위를 기록했다.

<연도별 수소 수출 동향(HS Code 280410 기준)>
(단위: US\$ 천, %)

순위	국가	연도별 수출액			점유율			증감률 2023/2022
		2021	2022	2023	2021	2022	2023	
	전 세계	36,018	61,817	39,080	100.0	100.0	100.0	-36.8
1	프랑스	20,143	41,507	13,643	55.9	67.2	34.9	-67.1
2	벨기에	7,201	6,823	7,930	20.0	11.0	20.3	16.2
3	독일	3,782	5,251	6,921	10.5	8.5	17.7	31.8
4	아일랜드	992	2,192	3,605	2.8	3.6	9.2	64.5
5	영국	2,529	2,362	2,932	7.0	3.8	7.5	24.1
6	스페인	401	1,401	1,106	1.1	2.3	2.8	-21.1
7	폴란드	128	510	967	0.4	0.8	2.5	90.0
8	이스라엘	703	695	819	2.0	1.1	2.1	17.8
9	체코		235	467		0.4	1.2	98.8
10	이탈리아	79	180	258	0.2	0.3	0.7	43.5
34	한국	5	7	3	0.0	0.0	0.0	-48.8

[자료: IHS markit]

IV

수소 주요 프로젝트 현황

매치&커넥트 플랫폼(Match & Connect platform)

매치&커넥트 플랫폼은 수소 시장의 수요와 공급 시장 관계자들을 연결하기 위한 가스 유니(Gasunie)의 이니셔티브이다. 이 플랫폼은 성공적인 시범 운영을 거쳐 2023년 5월에 출시되었다. (<https://www.gasunie-match-connect.nl/en/>) 수소 생산자부터 대량의 수소를 필요로 하는 대규모 소비자에 이르기까지 전 세계 어디서든 누구나 이 플랫폼을 이용할 수 있다. 등록 절차는 간단하며 관련 프로젝트 정보를 계정에 추가할 수 있다.

<가스유니의 매치&커넥트 플랫폼>



[자료: gasunie-match-connect.nl]

1. 주요 프로젝트

네덜란드 정부는 MIEK 프로젝트가 네덜란드 미래 에너지 공급의 핵심이라고 밝혔다. MIEK는 “The Netherlands’ Multi-year Infrastructure Energy and Climate Programme(Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat)”의 약자로, 프로그램 인프라 에너지 및 기후 프로그램을 의미한다.

MIEK에는 총 14개의 프로젝트가 있고 이 중 해상 그리드, H-Vision, 수입 및 운송 터미널 수소 로테르담-무르다이크, 북해 운하 지역 전력망 강화 및 아라미스 프로젝트는 2022년부터 국가적 규모의 프로젝트로 분류되었다.

<MIEK 프로젝트 14개>

북해 운하 지역 전력망 강화 (North Sea Canal Area Power Grid Aggravation)	수입 및 운송 터미널 수소 로테르담-무르다이크 (Import and Transit terminal hydrogen Rotterdam – Moerdijk)
케멜롯 전력망 강화 (Intensification of the Chemelot power Grid)	NSCA 북해 운하 수소 터미널 (Hydrogen Terminal North Sea Canal Area)
네덜란드 북부의 전력망 확장/ 델프자일 에임스하벤 (Delfzijl Eemshaven)	산업을 연결하는 델타 코리도 (Delta Corridor Connecting Industries)
로테르담-무르다이크 전력망 강화 (Reinforcement of the Rotterdam-Moerdijk Power Grid)	블루수소 프로젝트 (H-vision Rotterdam)

질랜드-셀데-델타 지역 전력망 강화 (Reinforcement of the Zeeland- Schelde - Delta region power grid)	카본 커넥트 델타 (Carbon Connect Delta)
해상 그리드 (Grid at sea, 해상 풍력 발전 단지를 육상의 고전압 그리드에 연결)	포르토스 프로젝트 (Porthos, under sea storage of CO2)
국가 수소 인프라 (National Hydrogen Infrastructure)	아라미스 프로젝트 (Aramis)

[자료: open.overheid.nl]

국가 수소 인프라는 H-vision, 아라미스, 수입 및 운송 터미널 수소 로테르담-무르다이크, 북해 운하 수소 터미널이 포함된 복합 프로젝트이다. 아래에 MIEK 프로젝트 및 다양한 수소 프로젝트에 대한 개요를 간략히 소개하고자 한다.

1) 블루수소 프로젝트(H-vision Rotterdam)

- 기간: 2018~2025년
- 위치: 로테르담-무르다이크(Rotterdam-Moerdijk)
- 참여자: 에어리퀴드(AirLiquide), BP, 엑손모빌(ExxonMobil), 쉘(Shell), 보팩(Vopak), 로테르담항, 델타링크스(Deltalinqs)

블루수소 프로젝트는 에어리퀴드, BP, 엑손모빌, 쉘, 보팩, 로테르담항, 델타링크스와 로테르담 산업계가 파트너십을 맺은 프로젝트이다. 이 프로젝트의 목표는 블루수소를 통해 대량의 이산화탄소 감축을 빠르게 달성하는 것이다. 그 방법으로 정유공장의 잔여 가스로부터 블루수소를 생산하고 이산화탄소를 포집 및 저장하는 데 초점을 맞추고 있다. 이 프로젝트는 로테르담과 무르다이크 지역에서 270만 톤의 이산화탄소를 절감할 수 있을 것으로 기대된다.

블루수소에 대한 비전을 실현하기 위해서는 항만 지역에 대규모 수소 및 이산화탄소 인프라를 구축해야 한다. 이와 관련해 블루수소 프로젝트는 로테르담 항만청, 가스유니 및 EBN이 진행하고 있는 포르토스(Porthos) 프로젝트와 연계된다. 포르토스 프로젝트는 항구에서 포집한 이산화탄소를 북해의 빈 가스전으로 운송하기 위해 항구의 기업들이 사용할 수 있는 새로운 파이프라인 시스템을 제공한다. 또한 블루수소 프로젝트에는 항만 지역 산업 공정에서 발생하는 추가 수소 수요에 대응하기 위해 마스블락테(Maasvlakte)에 대규모 수소 공장을 건설하는 것도 계획

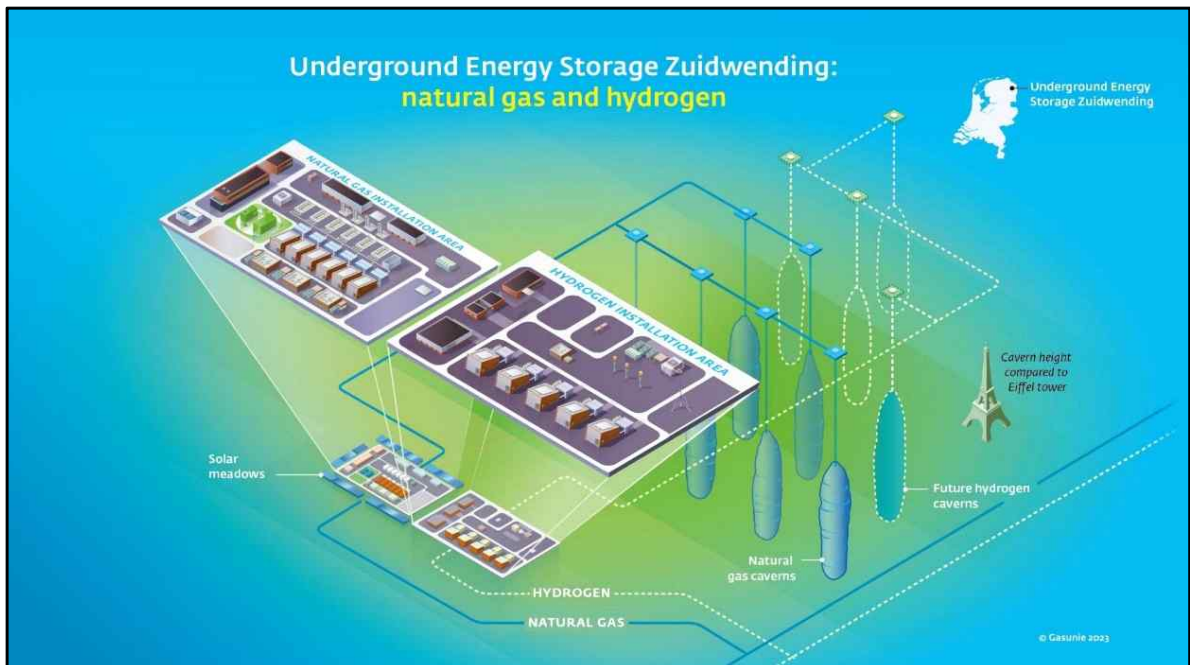
중이다. 포르토스 프로젝트의 인프라는 이곳에서 포집된 이산화탄소를 운송하는 데 사용될 수 있다.

2) 지하 에너지 저장(수소 및 천연가스, Underground Energy Storage Zuidwending)

- 기간: 2022~2030년
- 위치: 자우드벤딩(Zuidwending)
- 참여자: 하이스톡(Hystock)

하이스톡은 최근 네덜란드에 대규모 지하 수소 저장 시설을 개발하기 위해 노력해 왔다. 하이스톡은 베엔담(Veendam) 인근 자우드벤딩(Zuidwending)에 수소 저장을 위한 소금 동굴을 개발하였다. 2020년에 타당성 조사가 진행되었고 일련의 테스트 끝에 2023년에 동굴 내 수소 저장이 안전하다는 결론을 내렸다. 첫 번째 동굴(A5)은 2023년에 최종 형태와 크기를 갖추게 되었다. 2026년까지 필요한 허가를 취득하는 대로 지상 설비 건설과 수소 저장 준비가 시작될 예정이다. 동 계획대로 진행된다면 첫 번째 수소 동굴은 2028년에 가동될 계획이다. 나머지 세 개의 동굴은 재생 수소 시장의 성장에 맞춰 2030년 이후에 가동될 것이다. 수소를 저장하고자 하는 모든 이해관계자가 단기 또는 장기적으로 수소 저장소를 사용할 수 있다.

<지하 에너지 저장 프로젝트>



[자료: hystock.nl]

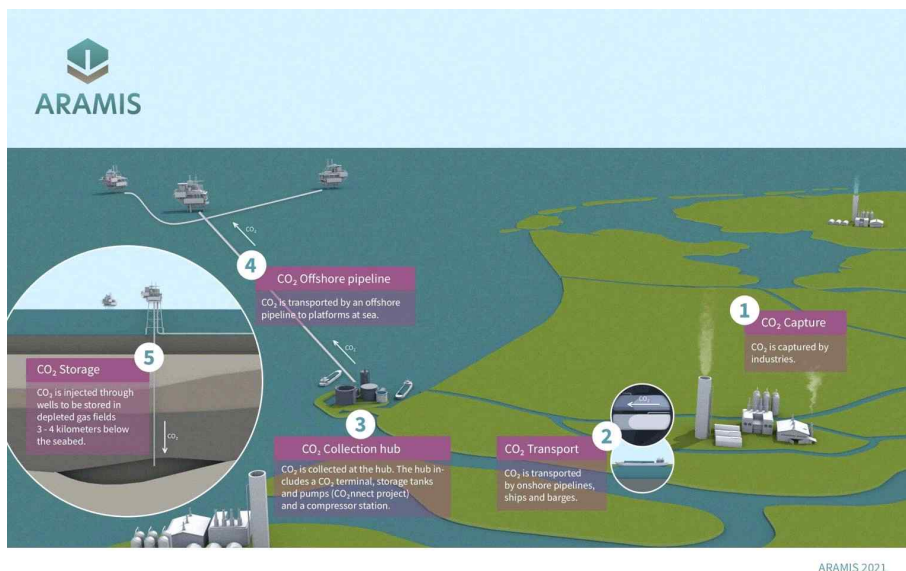
3) 아라미스 프로젝트(Aramis)

- 기간: 2019~2029년
- 위치: 마스블락테(Maasvlakte), 로테르담(Rotterdam)
- 참여자: EBN(Energie Beheer Nederland), 가스유니, 토탈에너지(TotalEnergies), 쉘

아라미스 프로젝트는 이산화탄소 감축이 어려운 산업의 이산화탄소 배출량 감축에 기여하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 이산화탄소 운송 시스템을 지원하여 산업계의 이산화탄소 저장 용량을 확보하려 한다. 이산화탄소는 북해 깊은 곳에 있는 고갈된 해상 가스전에 저장될 것이다. 로테르담 항의 마스블락테에 위치한 이 프로젝트는 다양한 산업 클러스터가 이러한 이산화탄소 운송 및 저장 서비스에 용이하게 접근할 수 있도록 한다.

2022년 12월 2일, 네덜란드 정부는 아라미스 프로젝트를 MIEK 프로그램에 추가하여, 아라미스 프로젝트를 국가적으로 중요한 프로젝트로 지정하였다. 최종 투자 결정은 2025~2026년에 이루어지며 프로젝트 시작은 2028~2029년에 시작할 예정이다. 2030년 이후에는 연간 500만 톤의 이산화탄소 저장 규모로 프로젝트를 시작하여 연간 2200만 톤씩 규모를 확대할 것으로 예상된다. 유럽위원회는 2023년 말에 아라미스 프로젝트에 1억 2400만 유로의 보조금을 지급했다.

<아라미스 프로젝트>



[자료: co2next.nl]

4) Holland Hydrogen 1(헬의 수소 공장)

- 기간: 2022~2025년
- 위치: 마스블락테2(Maasvlakte 2), 로테르담(Rotterdam)
- 참여자: 150개사 이상(Thyssenkrupp, Worley, Gasunie, Port of Rotterdam, Visser & Smit bouw, Evides, Howden, Conpacksys, Siemens, Kraayvanger, Volker Energy Solutions, FBM Hudson 등)

헬은 네덜란드 로테르담 항구에 유럽 최대 규모의 재생 수소 생산 시설인 네덜란드 수소 1호 공장(Holland Hydrogen 1)을 건설하고 있다. 네덜란드 최초의 '친환경' 수소 공장은 로테르담 항구 지역의 마스블락테2에 있는 마지막 휴경지에 건설될 예정이다. 2025년에 완공될 예정인 이 공장은 200MW의 용량을 갖춘, 네덜란드에서 가장 큰 규모의 수전해 설비이다. 헬은 약 10억 유로를 투자한 이 공장에서 홀랜드 쿠스트 노르트 (Hollandse Kust Noord) 풍력 발전소에서 자체 생산한 전력을, 물을 이용해 6만 톤의 수소로 전환할 수 있을 것으로 예상하고 있다. 홀랜드 쿠스트 노르트는 헬과 에네코(Eneco)로 구성된 크로스윈드(Crosswind)라는 컨소시엄이 소유하고 있다.

헬은 우선 로테르담의 지자체인 페르니스(Pernis)에 있는 정유공장의 생산 공정을 친환경적으로 만들기 위해 수소를 사용할 예정이다. 네덜란드의 화학 산업은 이미 생산 공정에서 천연가스나 석유로 만든 대량의 수소, 이른바 '그레이' 수소를 사용하고 있다. 가까운 미래에 헬은 운송 부문의 수요 증가도 기대하고 있다. 일부 버스, 기차, 승용차, 트럭은 이미 수소로 운행되고 있다. 정부 목표에 따라 2025년부터는 모든 신규 버스, 2030년부터는 대중교통에 사용되는 모든 버스가 전기 또는 수소를 사용해야 한다.

헬은 앞으로 수소 분야 관련 새로운 투자를 계속해서 계획하고 있으며 이는 회사의 중요한 이정표가 될 것이라고 밝혔다. 헬에 따르면 현재 건설 중인 이 공장은 이미 독일에 있는 헬의 공장보다 20배 더 큰 규모이며, 이후에도 로테르담에 있는 공장보다 20배 더 큰 공장을 흐로닝언의 에임스하벤(Eemshaven)에 건설해 규모를 계속 확장할 계획이다. 또한 이 프로젝트는 IPCEI 보조금 제도에서 1억 5000만 유로의 보조금을 지원받았다.

<마스블락테의 수소 공장 건설 계획>



[자료: nos.nl, shell.nl]

5) 수입 및 운송 터미널 수소 로테르담-무르다이크(Import and Transit terminal hydrogen Rotterdam – Moerdijk)

로테르담-무르다이크 산업 클러스터는 수소의 생산과 활용뿐만 아니라 북서 유럽의 에너지 수요를 해결하기 위한 에너지 수입과 운송에서도 중심적인 역할을 담당하고 있다. 향후 충분한 수소를 공급할 수 있도록 네덜란드는 대규모 수소 수입에 많은 관심을 기울이고 있는데, 이 터미널 계획은 다양한 공급원으로부터 에너지를 수입함으로써 에너지 공급의 안정성을 높일 수 있도록 도와준다. 이러한 공급의 확실성은 업계에서 투자 결정을 내리는 데 기초가 된다. 이 지역에는 8개의 프로젝트가 진행 중인데, 첫 번째 터미널은 2024년에 운영될 예정이며, 처음에는 로테르담-무르다이크 클러스터에 배치되어 내륙으로 연결될 것이다. 이후에는 국가 수소 인프라와 델타 코리도를 연결하는 것이 목표이다.

<로테르담-무르다이크 지역의 주요 프로젝트 개요>

프로젝트	세부내용
Project 1	로테르담 항구를 통과하는 수소 파이프라인 관련 프로젝트
Project 2	델타 코리도 조성은 무르다이크/헤르트루이덴베르흐(Geertruidenberg)를 거쳐 겔린(Geleen)으로 이어지는 로테르담의 인프라 강화와 노르트 라인 베스트팔렌(North Rhine-Westphalia)과의 연결에 초점을 맞추고 있음, 수소, 이산화탄소, LPG 등을 위한 새로운 파이프라인 프로젝트
Project 3	해상 풍력 발전소(2GW 미만)에서 추가 전력을 확보하고 전력망 용량 확장
Project 4	포르토스 프로젝트는 이산화탄소를 수송하여 북해의 고갈된

	가스전에 저장하기 위한 주요 인프라를 건설하는 프로젝트, 산업계에서 배출되는 이산화탄소를 획기적으로 줄이는 데 매우 중요
Project 5	가스유니와 로테르담 항만청의 바름터린Q(WarmtelinQ) 프로젝트는 로테르담 항구에서 남홀란트 지역의 가정, 사무실 및 온실 원예에 열을 공급하는 수송 파이프라인을 제공
Project 6	H-vision 프로젝트는 특히 산업 분야에서 연료로 사용할 수 있는 저탄소 수소를 생산하고 운송하는 플랜트를 개발하는 것이 목표, H-vision은 이산화탄소를 생산, 배출하고 저탄소 수소를 고객에게 운송할 때 기반이 되는 산업 잔류 가스 공급을 위한 세 가지 제품 파이프라인을 계획 중
Project 7	육상 전력 관련 프로젝트, 육상 기반 전력은 부두에 정박 중인 선박에 전기를 공급, 이를 통해 정박 중인 선박은 엔진을 끄고 이산화탄소, 질소(NOx) 및 미세먼지 배출을 줄일 수 있음, 또한 육상 기반 전력은 인근 선박에서 발생하는 소음 공해도 줄여줌
Project 8	벨기에, 로테르담, 독일을 잇는 수소 기반의 지속 가능한 운송 통로(RH ₂ INE 및 HyTrucks), RH ₂ INE과 HyTrucks는 다양한 노선을 따라 수소 인프라를 개발하여 무공해 운송으로의 전환을 가속화하고 있음, 위의 수소 동력 운송 통로를 보완하기 위해 2021년부터 최초의 내륙 선박 역시 제로 에미션 서비스(ZES)의 교체 가능한 배터리 컨테이너를 사용하여 전기로 운항하고 있음

[자료: portofrotterdam.com]

6) 암스테르담-NSCA 수소 허브(Amsterdam-NSCA Hydrogen Hub)

- 기간: 2022-2027 년
- 위치: 에이마위던(Ijmuiden)-암스테르담 항구
- 참여자: 하이네트워크(Hynetwork, 가스유니 자회사), 암스테르담 항만청 등

향후 북해 운하 지역에 충분한 수소를 공급하기 위해 여러 기관으로 구성된 컨소시엄이 수소 수입 터미널 개발을 위해 노력하고 있다. 수소 허브를 구축할 계약자를 선정하기 위한 입찰 절차는 2025~2026년에 진행될 예정이다.

북해 운하 지역(The North Sea Canal Area, NSCA)은 암스테르담 메트로폴리탄 지역(The Metropolitan Region Amsterdam, MRA)의 일부로, 에이마위던에서 암스테르담 항구까지의 지역을 포함한다. 네덜란드에서 가장 큰 산업 클러스터 중 하나인 이 지역은 제조업과 항구가 있는 것이 특징이다. 철강 생산업체 타타스틸(Tata Steel)과 스키폴 공항도 근처에 있다.

타타스틸 네덜란드(Tata Steel Netherlands, TSN)는 네덜란드 최대 이산화탄소 배출업체 중 하나이며, 이산화탄소 중립 철강을 생산하겠다는 목표를 가지고 있다. 철강의 원료는 철광석과 석탄인데, 현재도 용광로에서 선철로 전환되며 이 과정에서 이산화탄소가 배출된다.

앞으로 TSN은 DRI(Direct Reduced Iron, 직접 환원철) 기술로 철강을 생산할 예정이다. 이를 위해 초기에는 석탄이 아닌 천연가스를 사용하고 나중에는 수소를 사용할 계획이다. TSN은 연간 550킬로톤의 수소 수요가 있을 것으로 예상하고 있는데, 이 수소는 부분적으로 NSCA(1-2.5GW)에서 생산되며, 일부는 국가 수소 네트워크와 선박을 활용한 수소 수입을 통해 공급될 것이다. NSCA에서 예상되는 수소 생산량과 함께 예상 전력 수요도 증가할 것으로 전망된다.

* DRI: 고체상태의 철광석을 환원가스(CO, H₂)를 이용해 환원하는 기술로 생산된 철

<수소 허브에서 최종 사용자까지 수소 이동 과정>



[자료: portofamsterdam.com]

2. 기타 수소 프로젝트

1) 프로젝트 퍼핀(Project Puffin, LOHC 기술 기반 수소 공급망)

퍼핀 프로젝트는 액상 유기물 수소 저장체(LOHC) 기술을 기반으로 한 대규모 친환경 수소 공급망 개발을 목표로 하는 보팍(Vopak)과 하이드로제니우스 LOHC 테크놀로지스(Hydrogenious LOHC Technologies)의 합작 투자 프로젝트이다. 이 프로젝트는 수소를 저장하고 운송하는 방식을 혁신할 수 있는 잠재력을 지닌 LOHC 기술 개발의 진전을 확인할 수 있는 중요한 프로젝트이다. 이 프로젝트의 주요 결과는 다음과 같다:

- 기술적으로 실현 가능한 다음 단계로 기술을 발전시키고,
- 시스템(비용, 에너지 사용 및 자재 손실)을 최적화하여 효율성을 높이며,
- 잠재적 구매자에게 안정적인 생산량(물량 및 품질)을 확인시켜 줌으로써 산업 클러스터 내에서 유연한 분배 확보

퍼핀 프로젝트는 LOHC를 기반으로 한 대규모 수소 저장 및 운송의 핵심 원동력으로서 미래 에너지의 유연성을 높이는 데 크게 기여할 것이다. 또한 이 프로젝트는 운영 기간 동안 연간 4kt의 이산화탄소 배출량을 감축하고 네덜란드와 EU가 정한 이산화탄소 배출량 감축을 목표로 하는 새로운 수입 시스템에 이바지할 것이다.

퍼핀 프로젝트는 2025년에 완공될 예정이고, 이 프로젝트가 성공하면 수소 경제 발전에 큰 영향을 미칠 수 있는 LOHC 기술의 광범위한 채택을 위한 기반을 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

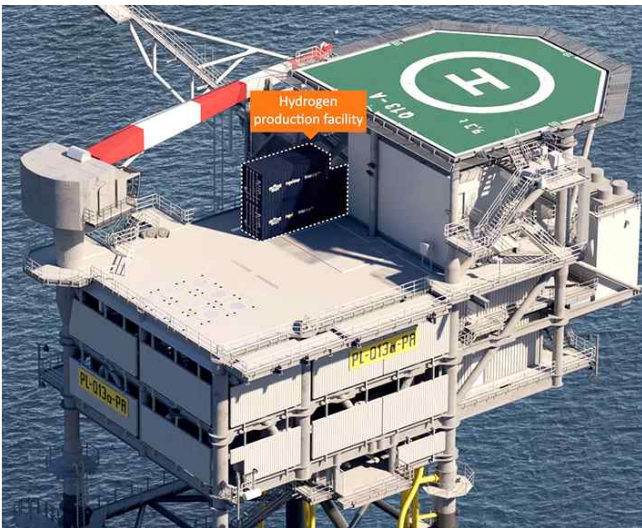
2) 포스하이돈(PosHydon, 해상 전기분해, 그린수소 생산)

- 기간: 2019~2024 년
- 위치: 북해
- 참여사: Nel Hydrogen, InVesta, Hatenoer, Iv-Offshore & Energy, Emerson Automation Solutions, NexStep, TNO, Neptune Energy, 가스유니, Noordgastransport (NGT), NOGAT, DEME Offshore, TAQA, Eneco

포스하이돈 시범 프로젝트는 북해 시스템 통합의 모범적인 사례로, 세계 최초로 해상

플랫폼에서 그린수소를 생산할 예정이다. 포스하이돈은 북해에서 해상 풍력, 해상 가스, 그린수소의 3가지 에너지 시스템을 통합하는 것을 목표로 한다. 이는 넵튠 에너지(Neptune Energy)의 Q13a-A 플랫폼에서 탈염수화된 바닷물을 통해 그린수소를 생산함으로써 이루어진다. 이 플랫폼은 네덜란드 북해 최초의 완전 친환경 전기화 플랫폼으로, 스헤이버닝언(Scheveningen) 해안에서 약 13킬로미터 떨어진 곳에 위치해 있다. 이 프로젝트는 해상에서의 대규모 친환경 수소 생산 개발과 네덜란드 및 북서유럽의 에너지 전환을 위한 필수 프로젝트로 평가받으며, 포스하이돈 프로젝트의 참여사 중 EBN은 프로젝트가 진행될 Q13a-A 플랫폼 지분율의 40%를 보유하고 있다.

<PosHydon, 해상 전기분해, 그린수소 생산 프로젝트>



[자료: poshydon.com, nextstep.nl]

3) 포르토스 프로젝트(Porthos)

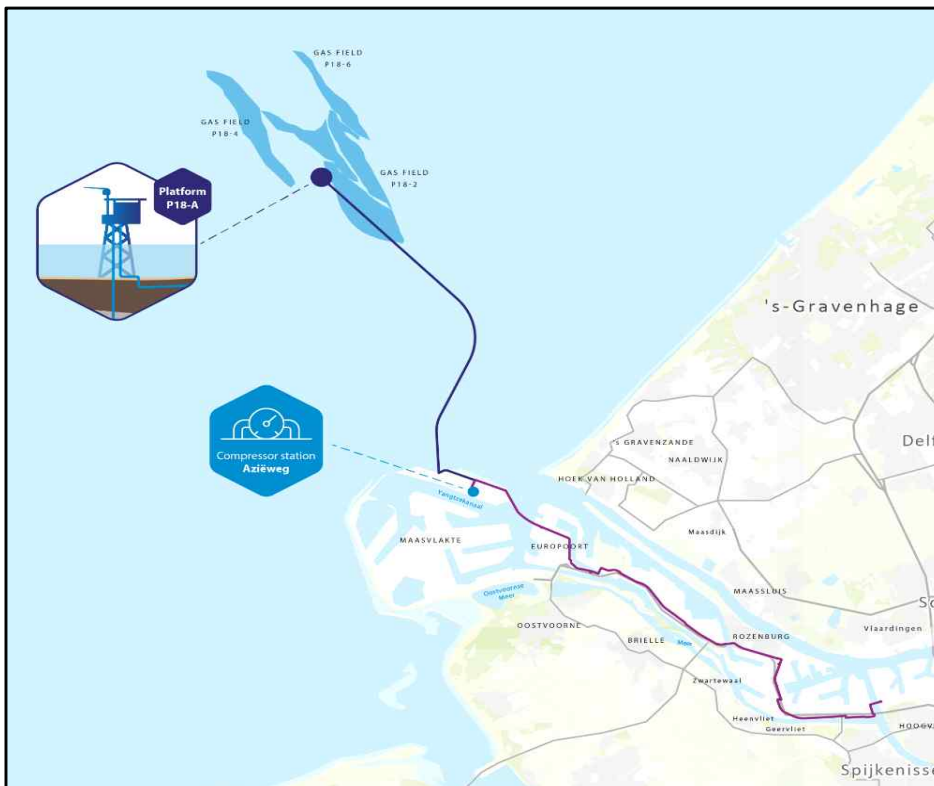
포르토스 프로젝트는 로테르담 항 내 산업에서 발생하는 이산화탄소를 북해 해저의 빈 가스전에 운송, 저장하는 프로젝트이다. 포르토스는 HBR(로테르담 항만공사), 가스유니(Gasunie), EBN(Energie Beheer Nederland) 세 (준)공기업이 합작 투자한 회사이다.

포르토스에 대한 최종 투자 결정은 2023년 10월에 확정되었다. 포르토스 인프라 구축은 2024년부터 시작되었으며 2026년부터 운영될 예정이다.

포르토스가 운송 및 저장할 이산화탄소는 다양한 기업에서 포집할 예정이다. 이 회사들은 로테르담 항구 지역을 통과하는 공동 파이프라인에 이산화탄소를 공급할 것이다. 그런 다음 이산화탄소는 압축기 스테이션에서 가압된다. 이후 이산화탄소는 해상 파이프라인을 통해 해안에서 약 20km 떨어진 북해의 플랫폼으로 운송된다. 이 플랫폼에서 이산화탄소는 빈 가스전으로 이동되며 빈 가스전은 북해 해저 3km 이상 아래에 있는 다공성 사암으로 이루어진 밀폐된 저수지에 위치한다.

포르토스 프로젝트를 통해 15년 동안 매년 약 2.5M톤씩 약 37M톤의 이산화탄소를 저장할 것으로 예상된다. 포르토스는 네덜란드 최초의 대규모 이산화탄소 수송 및 저장 프로젝트가 될 것이다. 유럽연합도 포르토스를 기후 목표 달성을 위한 중요한 프로젝트로 인정하여 공동 관심 프로젝트로 지정하고 1억 2백만 유로의 보조금을 지원하기로 결정했다.

<포르토스 프로젝트 위치>



[자료: porthosco2.nl]

4) NorthH2

- 기간: 2020~2040
- 위치: 북해, 에임스하벤(Eemshaven), 네덜란드와 북서유럽에 있는 운송 네트워크
- 참여자: Equinor, 가스유니, Groningen Seaports, RWE, Shell 로 이루어진 컨소시엄

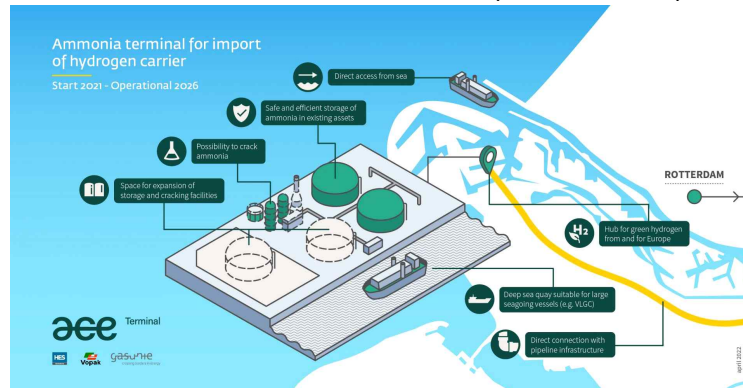
이 프로젝트는 유럽에서 가장 큰 그린수소 프로젝트 중 하나로 꼽히며, 대규모 해상 풍력발전 단지에서 생산된 재생 가능한 전기를 사용해 그린수소를 생산하는 데 중점을 두고 있다. 네덜란드 기후협약 목표 달성을 위해 2030년까지 4GW의 그린수소를 생산하는 것이 목표이다. 이후 2040년까지 그린수소 생산량을 10GW 이상으로 증대시킬 계획이다.

5) ACE 터미널(그린수소 운반선으로서의 암모니아 수입 터미널)

- 기간: 2021~2026 년
- 위치: 로테르담, 마스블락테
- 참여자: 가스유니, HES 인터내셔널, 보팩(Vopak)

세 참여자(가스유니, HES 인터내셔널, 보팩)가 로테르담 항에 수소 수입을 위한 터미널 개발에 착수했다. 이 '오픈 액세스' 터미널은 북서유럽의 고객을 위한 수소 운반선으로서, 암모니아를 수입 및 저장할 수 있게 해 주며, 암모니아를 수소로 전환하는 기능까지 갖추고 있다. ACE 터미널은 로테르담 항의 마스블락테에 건설될 예정이다. 북해에서 바로 접근할 수 있고 로테르담의 산업 및 북서유럽으로 향하는 가스유니의 파이프라인 네트워크와도 연결되는 전략적 위치이고, 터미널은 2026년에 완공될 예정이다.

<암모니아 수입용 ACE 터미널(수소 운반선)>



[자료: portofrotterdam.com]

6) 탄소 포집 및 이산화탄소 처리 시설 구축(에어프로덕츠 Air products 사의 탄소 포집 및 이산화탄소 처리 시설)

- 기간: 2023~2026 년
- 위치: 로테르담
- 참여자: 에어프로덕츠(Air Products)

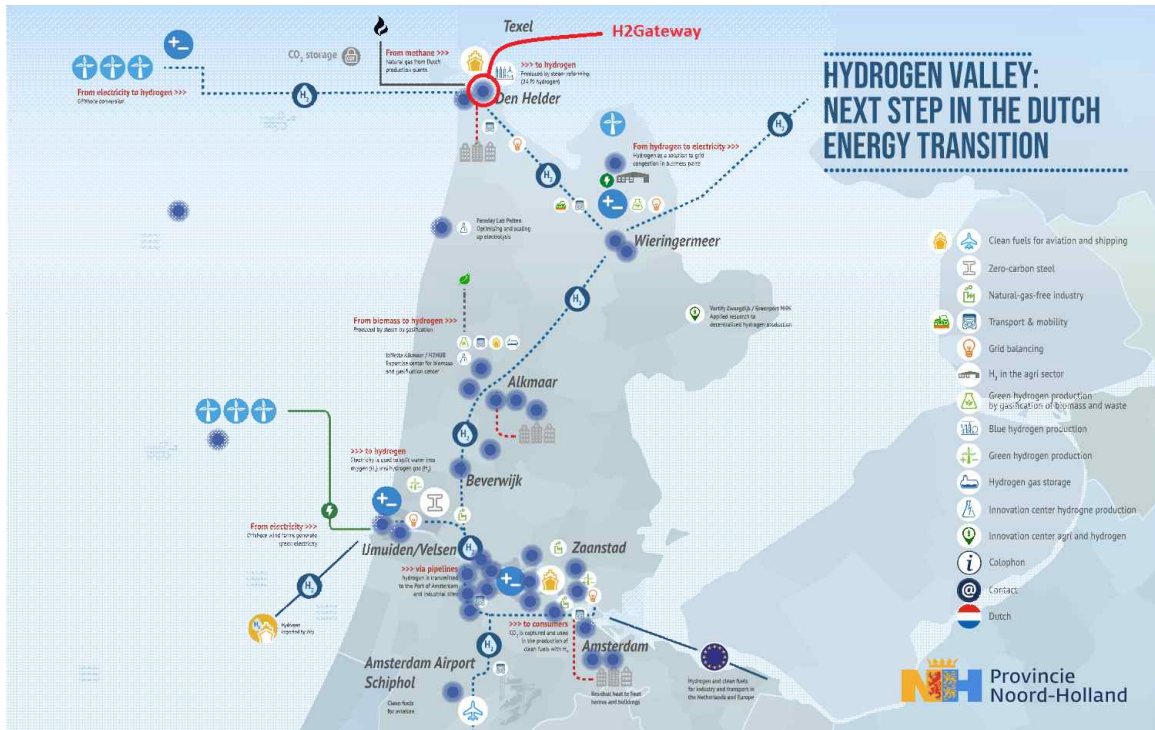
에어프로덕츠는 현존하는 로테르담 수소 생산 공장에 탄소 포집 및 이산화탄소 처리 시설을 건설 중이다. 이 시설은 2026년에 가동될 예정이며, 본격적으로 가동이 되면 유럽 최대 규모의 블루수소 시설이 될 것이다. 포집된 이산화탄소는 북해의 가스전으로 운송되어 해저 3km 이상의 깊이에 영구적으로 저장되므로, 이 시설은 그 근처의 포르토스(Porthos) 시스템에 연결될 것으로 예상된다. 에어프로덕츠는 포르토스 시스템을 활용하여 로테르담 항구에서 배출되는 이산화탄소 배출량을 절반 이상 줄일 수 있을 것으로 기대하고 있다.

7) H2게이트웨이 수소 공장(H2Gateway Hydrogen Factory)

H2게이트웨이 컨소시엄(H2Gateway Consortium)은 덴 헬더(Den Helder) 지역의 블루수소 공장 건설 계획을 발표했다. H2게이트웨이는 연간 20만 톤의 산업용 블루수소를 생산하는 공장을 건설하는 프로젝트이다. H2게이트웨이는 수소 파이프라인(H2 Backbone)을 통해 네덜란드와 독일의 산업 클러스터에 사용될, 고온 열 및 원료를 위한 수소를 공급하는 것을 목표로 한다.

덴 헬더는 북해의 이산화탄소 저장 용량 관련 위치와 기존 인프라와의 연결성 덕분에 블루수소 밸류체인에서 중요한 위치를 차지하고 있다. 이와 더불어 덴 헬더항은 수소 산업을 위한 최적화된 인프라를 구축하기 위해 암스테르담항 및 흐로닝언항과 함께 하이드로포트(Hydroports)에서 협력하고 있다. 업계 관계자들은 추가적인 개발 의지를 표명했으며, 2027년 말에 건설이 시작될 예정이다.

< 덴 헬더의 H2게이트웨이 프로젝트 >



[자료: bestanden.noord-holland.nl]

8) HEAVENN(수소 밸리, Hydrogen Valley)

북네덜란드의 수소 밸리 관련 보조금 신청이 유럽 집행위원회의 연료 전지 및 수소 공동 사업(Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, FCH-JU)의 승인을 받았다. 이로써 북네덜란드는 유럽에서 처음으로 이른바 '수소 밸리(Hydrogen Valley)' 보조금을 받는 지역으로 선정됐다. 지원금은 2000만 유로의 보조금과 7000만 유로의 민관 공동 자금으로 이루어져 총 약 9000만 유로에 달하며, 이 지원금은 북네덜란드에 완전한 그린수소 생태계를 개발하기 위한 프로젝트에 할당된다. 2020년 1월에 시작된 이 프로젝트는 6년에 걸쳐 진행될 계획이며, 프로젝트명은 HEAVENN이다.

HEAVENN은 수소의 생산과 유통, 저장의 필수 요소를 한데 모아 완전한 수소 경제(H2V)를 선보이는 대규모 시범 사업이며, 총 4개의 핵심 분야로 구성되어 있다: 델프제일 화학 단지(Chemical Park Delfzijl), 저장 및 구축 환경(Storage and Built Environment), Emmen 산업, 그린 모빌리티. HEAVENN 프로젝트 관련 구체적인 정보는 다음 링크에서 확인할 수 있다: <https://heavenn.org/heaven-projects/>

9) 북해 탄소 포집 및 저장 프로젝트(Carbon Capture and Storage, CCS)

북해 CCS 프로젝트는 HBR(로테르담 항만공사), 가스유니(Gasunie), EBN(Energie Beheer Nederland) 세 (준)공기업이 합작 투자한 회사 포르토스(Porthos)가 주도하는 프로젝트이다. 네덜란드 로테르담 항구의 산업에서 배출되는 이산화탄소(이산화탄소)를 포집하여 북해 아래의 빈 가스전에 저장하는 대규모 이산화탄소 감축 프로젝트로 다음과 같은 단계를 거치게 된다:

- 이산화탄소 포집: 로테르담 항구의 다양한 산업체에서 배출되는 이산화탄소를 포집
- 운송: 포집된 이산화탄소를 파이프라인을 통해 북해로 운송
- 저장: 운송된 이산화탄소를 북해 아래의 빈 가스전에 저장

북해 CCS 프로젝트는 올해 4월 13일 로테르담의 마스블락테 방파제 아래에서 첫 시추 작업에 들어간 데 이어 6월 18일 칼란드 운하(Calandkanaal) 하부 시추 작업이 완료되었다. 2026년 첫 가동을 목표로 작업이 진행되고 있는 북해 CCS 프로젝트는 15년 동안 매년 약 250만 톤의 이산화탄소를 저장하여 총 3700만 톤을 북해 해저에 영구적으로 저장할 계획이다. 이를 통해 로테르담의 항만 산업은 이산화탄소 배출량을 약 10% 줄일 수 있을 것으로 예상된다.

네덜란드의 실시간 프로젝트 현황을 확인할 수 있는 플랫폼으로 <https://www.missieh2.nl/en/> 있다.

<실시간 수소 프로젝트 현황>



[자료: <https://www.missieh2.nl/en/>]

3. 도시 환경 내 수소 파일럿 프로젝트

1) 수소를 활용한 스마트 에너지 허브(InnovaHub)

하이라이프 이노베이션(Hylife Innovations)은 가정에 전기, 난방, 냉방을 공급하는 스마트 원 에너지 허브인 이노바허브(InnovaHub)를 개발했다. 이 프로젝트는 2022년 벨트호벤(Veldhoven)에서 시작됐으며, 주거 단지에서 친환경 에너지를 관리하고 저장하는 효율적인 방법 개발에 중점을 두고 있다. 이노바허브는 에너지를 생산하고 이를 배터리와 친환경 수소에 저장하는 방식으로 다시 확보한다. 이러한 방식으로 에너지를 확보하기 위해 잔여 에너지를 그린수소 가스로 변환하는 시스템, 태양광 패널, 배터리 등의 검증된 기술들을 조합하여 사용한다. 이렇게 저장된 수소는 필요에 따라 전기나 열을 생산하는 데 사용되며, 이를 통해 일 년 내내 에너지 수요에 유연하게 대응할 수 있다. 자세한 내용은 다음 링크에서 확인할 수 있다. <https://hylifeinnovations.nl/solutions/innovahub/>

2) 후게빈(Waterstofwijk Hoogeveen) 수소 지구

후게빈(Hoogeveen) 시 (에르플란덴 구, Erflanden)에서는 수소 소형 주택, 수소 난방 보일러 등 다양한 소규모의 수소 관련 프로젝트가 진행 중이다. 또한, 수소 후게빈 프로젝트는 100채의 신축 주택과 427채의 기존 주택의 난방을 전적으로 수소 에너지로 공급하는 혁신적인 시범 사업이다. 신축 주택에는 수소를 공급하기 위해 새로운 배관망이 설치되고 있으며, 기존 주택에는 기존 천연가스 공급망을 활용해 수소를 공급하고 있다. 이 주택들에는 수소용 중앙난방 보일러가 설치될 예정이며, 자세한 내용은 다음 링크에서 확인할 수 있다. <https://hylifeinnovations.nl/solutions/innovahub/>

3) 델프트의 지속 가능한 혁신을 위한 현장 실험실, 그린 빌리지(The Green Village)

그린 빌리지는 건축 환경의 지속 가능한 혁신에 초점을 맞춘 필드랩으로, 계절별 수소 저장 솔루션 연구를 위해 델프트 공과대학교와 협력하고 있다. 수소는 그린 빌리지의 주요 연구 분야 중 하나로, 이 실험실에는 재활용된 천연가스 파이프라인을 활용한 수소 네트워크가 구축되어 있다. 또한 그린 빌리지는 주거용 난방에 수소를 사용하는 "수소 난방 연구" 프로젝트의 기반이 되고 있다.

4) 수소 생태계 조성을 위한 야심작, GROHW 데벤터(GROHW Deventer)

GROHW 데벤터는 탄소 배출 제로를 달성하고 에너지 전환을 가속화하는 데 초점을 맞춘 이니셔티브이다. 이 프로젝트는 엔지니어링 컨설턴트 기업 위트빈+보스(Witteveen+Bos)가 주도하며, 데벤터(Deventer) 지역의 기업, 연구 기관, 지방 정부가 협력하여 추진한다. 주요 활동에는 그린수소 네트워크 설계와 다양한 파트너들과의 장기적인 협력 관계 구축이 포함된다. 데벤터는 이 프로젝트의 첫 번째 시범 지역으로 선정되었으며, 향후 네덜란드의 다른 지역에도 동일한 프로젝트가 시행될 예정이다. 자세한 내용은 다음 링크에서 확인할 수 있다:

<https://grohw.nl/over-grohw/>

* 위트빈+보스: 물, 인프라, 환경, 건설 분야에서 서비스를 제공하는 네덜란드의 컨설팅 및 엔지니어링 회사

V

주요 기업 현황

1. 주요 현지기업 현황

1) 가스유니(Gasunie)

가스유니는 수소 인프라 개발에 적극적으로 참여하는 네덜란드 가스 운송 회사이다. 특히, 가스유니의 자회사인 하이네트워크(Hynetwork)는 산업계, 수소 저장 시설, 생산 현장, 주변 국가를 연결하는 공공 수소 네트워크를 개발하는 역할을 한다. 이 네트워크는 특히 산업 활동이 집중된 곳에서 수소를 효율적으로 분배한다. 가스유니는 수소뿐만 아니라 그린 가스, 열, 이산화탄소 포집 및 재사용 등의 활동에도 활발히 참여하고 있다.

또한 가스유니는 수소 저장 및 운송을 위한 기존 천연가스 인프라 재활용에 대해 연구하고 있다. 하이스톡(HyStock)은 수소 저장을 목표로 하는 가스유니의 주력 프로젝트 중 하나인데, 소금 동굴에 지하 수소 저장 시설을 건설하는 것을 포함한다. 지하 깊은 곳에 위치하는 동굴들은 대량의 수소를 안전하고 효율적으로 저장하는 데 적합하다. 주요 목표는 산업 및 운송을 포함한 다양한 응용 분야에 수소를 안정적으로

공급하는 것이다. 네덜란드 북부 지역은 소금 동굴이 형성되기에 이상적인 지질 구조를 갖고 있다. 흐로닝언(Groningen) 지방의 웨인담(Veendam) 근처 자우드벤딩(Zuidwending)에서 에너지스톡(EnergyStock)은 이미 6개 동굴에 천연가스를 저장하고 있다. 가스유니는 이 위치에 최초의 대규모 수소 저장소를 개발할 계획이며, 최종적으로 4개의 동굴이 추가 개발되어 총 저장 용량은 20 킬로톤(kt)에 달할 것이다.

2) 셸(Royal Dutch Shell)

셸은 네덜란드에서 수소 프로젝트에 투자하는 정유 회사이다. 셸은 에너지 전환을 위한 전략의 일환으로 수소 생산에 투자하고 있다. 여기에는 대규모로 수소를 생산할 수 있는 시설을 개발하는 것이 포함되는데, 셸은 2025년부터 가동될 예정인 네덜란드 수소 I(Holland Hydrogen I)이라는 이름의 유럽 최대 규모의 그린수소 공장을 건설할 예정이다. 이 공장은 네덜란드에서 재생 수소 생산을 확대하는 데 있어 중요한 역할을 한다. 셸이 해상 풍력과 같은 재생 에너지를 사용하여 대규모 수소 생산 공장에 연료를 공급하는 것은 셸 수소 전략의 핵심이다. 이 전략의 목표는 수소가 환경 친화적으로 생산되도록 하고 유럽의 재생 에너지로의 전환을 돕는 것이다. 셸은 해상 풍력 부문에서도 활동하고 있다. 예를 들어, 셸은 에네코와 합작 투자를 통해 홀랜드 쿠스트 노르트(Hollandse Kust Noord)의 해상 풍력 프로젝트인 크로스윈드(Crosswind)를 개발했으며, 이 풍력 발전소는 2023년 말에 가동되었다. 이외에도 셸은 운송을 위한 수소 연료 공급소 시범 운영에도 참여하고 있으며, 2022년부터 흐로닝언과 에멘(Emmen)에서 수소 트럭 충전소 운영을 시작했다.

3) 에네코(Eneco)

에네코는 네덜란드의 주요 가스 및 전기 에너지 공급업체 중 하나이며 2020년 3월 미쓰비시(Mitsubishi Corporation)와 추부전력(Chubu Electric Power) 컨소시엄에 인수되었다. 2023년 6월에 설립된 에네코의 자회사인 에네코 다이아몬드 하이드로젠(Eneco Diamond Hydrogen)은 특히 그린수소 및 관련 재생 에너지 사업 개발에 중점을 두고 있다. 2022년 에네코는 그린수소 컨소시엄 NorthH2에 가입했으며, 에네코 원플래닛 플랜(One Planet Plan)은 2035년까지 생산 공정과 고객에게 공급하는 에너지의 기후 중립 달성을 목표로 한다. 또한 에네코는 로테르담 항구에서 에네코 전해조(Eneco Electrolyzer)라는 중요한 그린수소 프로젝트를 진행할 예정이며, 이 프로젝트에는 최대 800MW 용량의 대형 수소 공장 건설이 포함된다. 이 전해조는 태양광 발전소와 풍력 발전소에서 공급하는 재생 에너지를 활용하여 그린수소를 생산하며 2029년부터 가동될 예정이다.

4) VoltH2 Operating B.V.

VoltH2는 네덜란드, 독일, 벨기에의 여러 지역에서 그린수소 공장을 건설하고 있다. 2024년 초 VoltH2는 정의로운 전환 기금(Just Transition Fund)으로부터 그린수소 공장 두 곳에 2000만 유로를 지원받았다. 공장들은 지우스-플랑드르/블리싱겐-이스트(Zeeuws-Vlaanderen/Blissingen-Oost)에 건설 중인데, 이 지역은 화석 연료에서 친환경 에너지로의 전환 관련 유럽의 지원을 받는 지역 중 하나이다. 이로써 VoltH2는 독일에서 보조금을 받는 최초의 네덜란드 수소 회사가 되었다.

5) 노리온(Nouryon)

노리온은 수소 생산 및 저장 기술을 개발하는 네덜란드 화학 회사이며, 특히 그린수소 프로젝트에 중점을 두고 네덜란드의 수소 이니셔티브에 적극적으로 참여하고 있다. 그들의 중요한 사업 중 하나는 델프자일(Delfzijl)에 있는 가스유니 및 기타 파트너와 협업하여, 재생 에너지를 이용한 물 전기분해를 통해 그린수소를 생산하는 20MW 공장을 건설하는 것이다. 듀얼스(Djewels)라고 불리는 이 프로젝트는 1100만 유로의 유럽 보조금을 받았다. 이곳에서 생산되는 수소는 바이오MCN(BioMCN)과 협력하여 재생 가능한 메탄올을 생산하는 데 사용되어, 그린수소 생산을 확대하고 탄소 배출을 줄이는 것을 목표로 한다. 이 프로젝트는 2014년에 시작되었고, 2035년에 완료될 예정이다. 현재는 계획 및 엔지니어링 단계에 있다.

6) 에어리퀴드(Air Liquide)

네덜란드의 수소 인프라와 응용 분야에 투자하는 프랑스의 산업용 가스 회사이다. 이 회사는 2022년에 재생 가능한 수소 생산을 위한, 총 용량 400MW의 대규모 전해조 프로젝트 ELYgator와 CurtHyl에 네덜란드 정부로부터 지원금을 받았다. 또한 에어리퀴드는 2023년 말에 탄소 포집 장비를 사용하여 로테르담 항구에 있는 기존 수소 생산 공장을 개조하기로 최종 투자 결정을 내렸다. 개조된 이후 공장은 대규모 산업 단지에서 CO₂ 배출을 크게 줄이는 것을 목표로 하는 유럽 최대의 탄소 포집 및 저장 인프라 중 하나인 포르토스(Porthos)에 연결될 예정이다.

7) RWE

네덜란드에 진출한 독일 에너지 회사로, 재생 에너지 생산과 저장 매체로서의 수소 연구에 참여하고 있다. RWE는 네덜란드에서 여러 중요한 수소 프로젝트에 참여하고

있는데, 주목할 만한 프로젝트 중 하나는 에임스하벤(Eemshaven)에 50MW 전기 분해 공장을 건설하는 것을 목표로 하는 에임스하이드로젠(Eemshydrogen) 이니셔티브이다. 이 공장은 RWE 인근 베스터에임스(Westereems) 풍력 발전소에서 생산되는 전기를 사용하여 그린수소를 생산한다. 이 프로젝트는 2024년 네덜란드 기업청(RVO)으로부터 1억 2490만 유로의 보조금을 받았으며 2027년부터 가동될 예정이다. 또한 RWE는 넵툰 에너지(Neptune Energy)와 협력해 북해 해상 풍력 에너지를 활용하여 300~500MW 용량의 해상 수소 생산 시설을 건립하는 프로젝트 "H2opZee"에 참여하고 있다.

8) ENGIE

재생 에너지 생산에 투자하고 수소 응용 분야를 연구하는 프랑스의 다국적 에너지 회사이다. ENGIE는 네덜란드에서 여러 수소 관련 프로젝트에 참여하고 있으며, 업적 그린수소 생산에 중점을 둔다. 주요 이니셔티브 중 하나는 네덜란드 북부에 수소 허브 설립을 목표로 하는 하이네덜란드(HyNetherlands) 프로젝트이다. 이 프로젝트는 해상 풍력 발전소를 활용하여 100MW 용량의 대형 전기 분해 시설에 전력을 공급하여 그린수소를 생산하는 프로젝트이다. 이 수소는 이후 폐기물 에너지화 시설에서 유기물 탄소 포집과 결합하여 e-메탄올을 생산하고, 이를 통해 산업 및 모빌리티 분야 탈탄소화는 탄력을 받을 수 있다. ENGIE의 또 다른 프로젝트로는 에퀴노르(Equinor)와 협력하여 네덜란드, 벨기에, 프랑스에서 저탄소 수소 밸류체인을 개발하는 프로젝트가 있다. 이 프로젝트에서는 탄소 포집 및 저장을 통해 천연가스로부터 수소를 생산하고, 이를 통해 저탄소 수소 공급망을 만든다.

ENGIE는 또한 2020년 흐로닝언에서 진행한 Coradia iLint 수소 기차의 시험 및 연료 공급에 참여하여 대중교통 수소 인프라 개발에 기여했다. 흐로닝언주는 2025년에 4대의 수소 기차에 연료를 공급할 인프라를 건립하기 위한 입찰 공고를 내었다.

9) Linde Gas

Linde는 네덜란드의 중요한 수소 프로젝트에 다수 참여하고 있으며, 블루 및 그린수소 생산과 인프라 개발에 중점을 두고 있다. Linde는 H2M Eemshaven 프로젝트에서 노르웨이 기업 에퀴노르(Equinor)와 함께 에임스하벤에서 블루수소를 생산할 것이다. 이 대규모 블루수소 프로젝트는 노르웨이 대륙붕의 천연가스를 개질하여 블루수소를 생산하고 노르웨이 해안에서 95% 이상의 이산화탄소를 포집하여 저장하는 것을 목표로 한다. 이 시설은 2028년에 가동할 예정이며 네덜란드와 독일의 파이프

라인 네트워크를 통해 산업 소비자에게 수소를 공급할 것이다. 또한 이 수소는 에멘 (Emmen) 지역의 대중교통에도 사용될 전망이다.

10) Fluxys

Fluxys는 수소 저장을 포함한 수소 프로젝트에서 네덜란드 파트너와 협력하고, 수소 네트워크에서 가스유니와 협력하는 벨기에 가스 인프라 회사이다. Fluxys는 다양한 기업 및 이해 관계자와 협력하여 네덜란드의 수소 경제에 이바지하고 있다. 예를 들어, 가스유니와 협력하여 북해 항구 지역에서 네덜란드와 벨기에 국경 간 수소 연결 인프라를 만들고 있다. 또한 2024년 4월, Fluxys가 벨기에의 수소 네트워크 사업자로 지정되어 네덜란드 내 Fluxys 역할에도 영향이 있을 것으로 보인다.

11) EBN(Energie Beheer Nederland)

EBN은 네덜란드 국영 기업으로 지하수 관리를 담당하고 있으며, 수소 지하 저장 프로젝트인 포스하이돈(PosHydon)의 파트너로 참여하는 등 수소 분야에서 활발히 활동하고 있다. EBN은 가스 저류층 수소 저장의 기술적 타당성에 대해 연구하며, 응용과학연구소 TNO와 협력하여 대규모 지하 에너지 저장과 관련된 연구를 수행한다.

12) 에어 프로덕츠(Air Products)

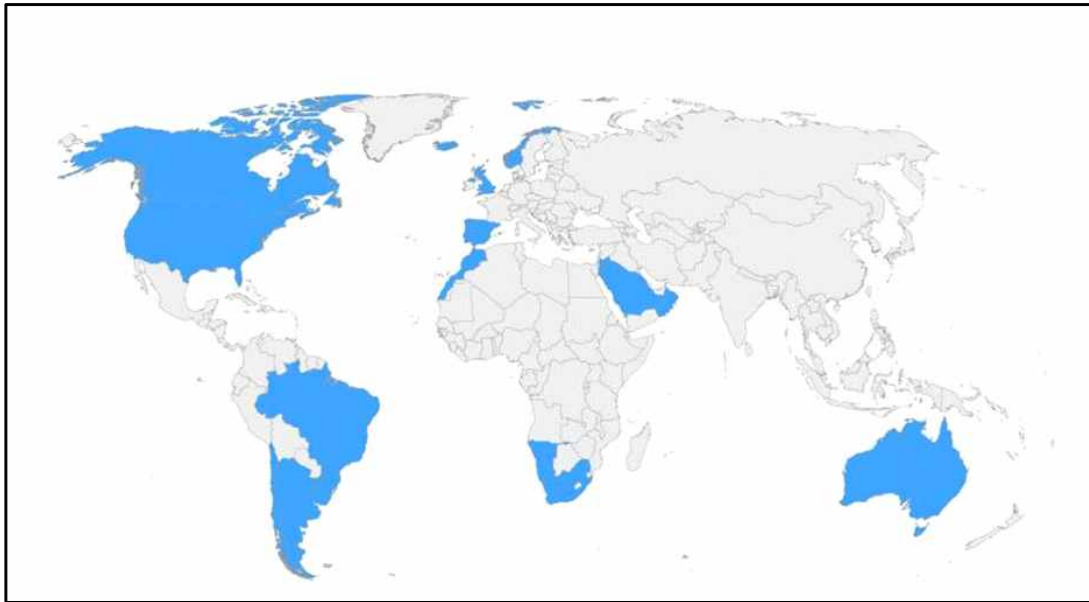
에어 프로덕츠는 로테르담에 유럽 최대의 블루수소 공장을 건설하고 있다. 이 시설은 이산화탄소 포집 및 저장(CCS) 기술을 통합하여 이산화탄소 배출을 크게 줄일 것이다. 포집된 이산화탄소는 북해의 고갈된 가스전으로 운반되어 저장된다. 이 프로젝트는 엑손 모바일 및 포르토스 시스템과의 협력의 일환으로, 산업 부문의 탈탄소화를 목표로 하며 네덜란드의 국가 기후 협정(Dutch National Climate Agreement) 달성에 기여한다.

13) 로테르담 항구 (Port of Rotterdam)

유럽에서 가장 큰 항구로 운송 및 벙커링 목적의 수소 인프라 개발에 적극적으로 참여하고 있다. 유럽 연합 최대 규모의 수소 생산 공장이 들어설 예정이며 전 세계 여러 나라에서 그린수소를 수입하는 방안도 모색하고 있다. 2030년까지 로테르담은 4메가톤의 수소를 수입하고 0.6메가톤을 현지에서 생산할 계획이다. 이를 통해 로

테르담은 연간 460만 톤의 그린수소를 북서부 유럽에 공급하고자 하며 해운 산업과 중공업의 친환경화는 물론 유럽의 에너지 안보와 자립을 지원하게 될 것이다.

<로테르담이 수소를 수입하고자 하는 국가>



[자료: nos.nl]

로테르담 항은 특히 재생 에너지 자원이 풍부한 지역에서 액체 또는 암모니아 형태의 수소를 수입할 수 있는 인프라를 개발하고 있다. 이는 네덜란드 및 유럽의 수요를 충족하는 데 도움이 될 것이다. 또한 로테르담은 전략적 위치와 광범위한 물류 네트워크를 활용하여 유럽의 다른 지역으로 수소를 수출하는 미래 허브로서의 입지도 다지고 있다.

로테르담 항은 쉘이 건설할 수소 공장과 같은 다양한 수소 관련 프로젝트에도 참여하고 있다. 주목할 만한 다른 프로젝트로는 해상 풍력을 이용해 대규모 그린수소 생산 시설 개발을 목표로 하는 NorthH2 프로젝트가 있다. 그린수소 외에도 이산화탄소 배출을 줄이기 위해, 탄소 포집 및 저장(CCS)을 통해 천연가스에서 수소를 생산하는 블루수소도 개발 중이다.

14) 보팍(Royal Vopak N.V.)

네덜란드의 다국적 탱크 저장 회사로 주로 화학물질, 가스, 석유 등을 저장 및 취급한다. 보팍은 가스유니와 협력하여 수소 수입 터미널을 개발하고 있다. 보팍은 가스유니 및 HES International과 협력하여 로테르담 항에 그린 암모니아 수입 터미널을

개발하고 있다. 이 터미널은 친환경 에너지로의 전환을 촉진하는 수소 운반선 역할을 하게 될 것이다. 또한 포르투갈과 네덜란드 정부는 보팍과 함께 2022년부터 수소 생산 및 운송에 대한 공동 목표를 강화했다. 이 이니셔티브는 두 나라 사이에 재생 가능한 액체 수소 공급망을 구축하는 것을 목표로 한다. 마지막으로 보팍은 네덜란드의 수소 파이프라인 건설에도 참여하고 있으며, 이 인프라 프로젝트는 유럽 에너지 시스템을 개선하기 위한 중요한 단계이다.

15) VoltH2

VoltH2는 북해 항구 블리싱언(Missingen)과 테르노이젠(Terneuzen)에 두 개의 수소 공장을 계획하고 있다. 이와 관련해 VoltH2는 유럽 보조금을 지원받으며 2024년 말부터 운영할 예정이다. 공장들은 북해항 항만 지역의 제일란트(Zeeland) 지역에 건설되고 있으며, 이 지역은 화석 에너지에서 친환경 에너지로의 전환을 위해 유럽의 지원을 받는 네덜란드 지역 중 하나이다. 또한 제일란트 지역은 '정의로운 전환 기금'(JTF)으로부터 총 5850만 유로를 지원받게 되는데, 이 중 2천만 유로가 이 두 수소 공장 건설에 사용될 예정이다.

이러한 그린수소 공장은 전력망 혼잡을 방지하고 네덜란드 전력망의 과밀화 문제를 해결하는 데도 중요하다. 이 공장들은 풍력 터빈이나 태양광 발전소에서 생산되는 재생 에너지로 가동되기 때문에 전력망에서 이미 발생하고 있으며 미래에는 더 심각해질 생산 피크를 완화하는 데 도움이 될 것이다. 또 다른 장점은 VoltH2 근처의 일부 소규모 기업이 이 공장들과 비교적 쉽게 연결될 수 있다는 것이다.

그린수소 생산을 위한 필수 전제 조건은 충분한 용량의 전력 연결이다. 정의로운 전환 기금은 현재 두 개의 150kV 변전소를 연결하는 데 필요한 자금을 지원하고 있다. 150kV 필드의 기본 디자인, 케이블 연결 컨셉 디자인 및 150kV, 30kV 변전소는 이미 준비 단계에 들어갔다. 이 프로젝트는 2024년 말에 시작될 예정이며 2025년 말까지 모든 작업을 완료하는 것을 목표로 하고 있다. 전력은 2026년 초부터 수소 공장운영과 제3자 연결에 사용될 수 있을 것이다.

2026년부터 두 공장은 각각 연간 2000톤의 그린수소를 생산하여 17kt의 이산화탄소 배출을 방지할 것이다. 이로써 VoltH2는 업계 파트너십인 스마트 델타 리소스(Smart Delta Resources)의 배출량 감축에 기여하는 제일란트 지역 최초의 기업이 될 것이다. 2028년부터 시작되는 2단계에서 VoltH2는 설비를 25MW에서 125MW로 확장하여 연간 1만 톤의 그린수소를 생산하고 85kt의 이산화탄소를 절감할 계획이다.

2. 주요 수소 관련 기관

- 1) NL하이드로젠(NLHydrogen): 2023년 4월에 설립된 민간협회로 수소의 생산, 수입, 운송, 사용 및 저장 분야에서 활동하는 다양한 회원사(bp, 쉘, 에어리퀴드 등)를 보유하며, 회원사 간 강력한 네트워크 형성 지원
- 2) 네덜란드 기업청(Netherlands Enterprise Agency, RVO): 네덜란드 기업 간 네트워크와 해외진출을 지원하는, 경제기후정책부 산하 정부 기관. 특히 RVO의 국제 청정 에너지 파트너십(The International Clean Energy Partnership, ICEP) 프로그램은 지속 가능한 에너지 기업들이 해외에서 비즈니스를 할 수 있도록, 무역 사절단 활동 등을 지원.
- 3) 에너지 연구 센터 네덜란드(Energy Research Centre of the Netherlands, ECN): 생산, 저장, 운송 등 수소와 관련된 다양한 분야의 연구 수행
- 4) 응용과학연구소 TNO(The Netherlands Organisation of Applied Scientific Research): 수소 생산, 저장 및 응용에 관한 연구를 수행하는 연구 개발 기관이며, 2018년에 ECN이 TNO와 합병되어 TNO 에너지 전환 부서(TNO Energy Transition)에 속하게 되었음
- 5) 델프트 공과대학교(Delft University of Technology): 수소 기술과 관련된 다양한 연구 프로그램과 활동을 수행
- 6) 트벤터 대학교(University of Twente): 지속 가능하고 효율적인 기술에 중점을 두고 수소 생산, 저장 및 응용 분야에 대한 연구를 수행

VI

기타 정보

1. 주요 전시회 정보

1) 국제 수소 전시회 2025(World Hydrogen Summit & Exhibition 2025, 네덜란드)

- 기간: 2025년 5월 21~23일
- 위치: 로테르담 Ahoy 전시장
- 웹사이트: <https://www.world-hydrogen-summit.com/>

국제 수소 전시회는 네덜란드에서 열리는 가장 크고 권위 있는 글로벌 수소 행사로, 서밋과 함께 대규모 전시 공간이 마련된다. 이 행사에는 500개 이상의 전시업체가 참가하고 1만 5000명 이상의 업계 전문가가 참석한다.

2) 하노버 산업박람회(Hannover Messe, 독일)

- 기간: 2025년 3월 31일~4월 4일
- 위치: 하노버(Hannover)
- 웹사이트: <https://www.hannovermesse.de/en/>

기계공학, 전기공학, 디지털 산업과 에너지 분야의 기업들이 한자리에 모여 고성능이면서도 지속 가능한 산업을 위한 솔루션을 제시한다.

3) 수소 산업 전시회(Hydrogen Technology Expo Europe, 독일)

- 기간: 2024년 10월 23~24일
- 위치: 함부르크 메세(Messe Hamburg)
- 웹사이트: <https://www.hydrogen-worldexpo.com/>

수소 산업 전시회는 수소 및 연료전지 기술에 초점을 맞춘 무역 박람회 및 컨퍼런스이다. 이 전시회는 총 6개의 세부 트랙으로 구성되어 연료 전지 및 설계, E-연료, 탄소 포집 및 블루수소, 수소 인프라 등을 세부적으로 다룬다. 약 2000명 이상의 참가자가 예상되며, 수소 및 연료 전지 도입의 장애를 극복하기 위한 기술 솔루션에 대한 의와 발표가 진행될 예정이다.

작 성 자

- 암스테르담무역관 Betul Bulut
김소은

작 성 지 원

- 암스테르담무역관 박도윤
오주영

네덜란드 수소 전략과 프로젝트 동향

Global Market Report 24-024

발 행 일 2024년 7월
발 행 인 유정열
발 행 처 대한무역투자진흥공사(KOTRA)
주 소 서울시 서초구 헌릉로13
전 화 1600-7119
홈 페이지 www.kotra.or.kr
문 의 처 암스테르담 무역관
+31(0)20-754-6906

• ISBN : 979-11-402-1008-4 (95320)



kotra
Korea Trade-Investment
Promotion Agency