

## Nordic R&D Brief

# 노르웨이 수소 정책, 펀딩 및 연구개발 동향

저자 Steffen Møller-Holst 박사(SINTEF)  
최예정 박사(SINTEF)  
박희웅 센터장(북유럽과학기술협력센터)<sup>1)</sup>

## □ 개요

- 노르웨이 경제는 거대한 재생가능 수력 및 화석 에너지 자원을 활용하여 발전하였으며, 1920년대 후반에는 산업용 규모의 수소 생산을 위해 수력 발전을 기반으로 한 수전해를 시작함
  - 이 수소는 비료생산에 사용되었으며, 현재도 비료제조업체인 Yara가 주 생산기업으로 있음
  - 노르웨이의 여러 기업은 국제적으로 선도적인 위치를 차지하고 있으며, 최근에는 신흥 수소경제에서 큰 계약들을 체결하고 있음



그림 1. 노르웨이는 백년이상에 걸쳐 대규모 수력발전을 활용. Blåsjø(왼쪽)는 노르웨이의 최대 수력 발전 저장소(7.8 TWh)이며 1970년대부터 석유 및 가스 수출국으로 등극(오른쪽)

(출처: Statkraft, Equinor)

- 노르웨이 정부는 온실가스 배출량을 줄이기 위한 높은 목표를 가지고 있으며, 강력한 인센티브와 다양한 공공지원 제도가 제로 에미션(Zero emission) 기술의 조기 도입을 촉진하고 있음
  - 노르웨이는 세계에서 가장 높은 비율의 전기자동차를 보유하고 있으며, 수소를 헤비 듀티(heavy-duty) 운송 분야의 탄소 배출 감소에 중요한 기여 요소로 고려함
  - 특히, 지난 3~4년간 수소 및 암모니아를 연료로 사용하는 해상 부문의 선진화를 강화하고 있으며, 다수의 대규모 해상 프로젝트가 자금 지원을 받음
  - 2023년 3월에는 첫 번째 액체 수소로 운영되는 하이브리드 카펠리가 운행되었음

1) 동 보고서는 SINTEF와 SINTEF Steffen Møller-Holst 박사, 최예정 박사에 의해 제공되었으나, 일부 편집 및 일부 내용이 KNTEC에 의해 추가되었음(별도 주석 표기 참조)

- 노르웨이의 해상 및 육상 산업에서의 배출 감소가 수소 기술 관심을 증가시켰으며, 2020년 6월 국가 수소 전략을 시작으로 2021년 6월에는 수소 로드맵을 발표함
- 2020년 12월에는 노르웨이 의회에서 첫 번째 완전한 규모의 탄소 포집 및 저장 (CCS) 데모프로젝트(Longship)에 대한 투자를 결정함
  - ※ Longship은 Norcem의 콘크리트 제조 공장에서 CO2를 포집, 운반하고 대륙붕에 저장할 계획
- 2022년 노르웨이가 유럽의 천연가스 수입 수요의 약 25%를 담당하였으며, 우크라이나에 대한 러시아의 공격 이후, 노르웨이의 천연가스 수출량이 더욱 증가함
- 유럽이 2050년까지 에너지 시스템 탄소 배출 제로(Net-zero emission) 추진에 따라, 노르웨이의 거대한 천연가스 자원을 수소로 전환하여 유럽으로 수출하는 것이 현재 주요 과제이며, 노르웨이와 독일은 현재 수소 파이프라인 수출 계획 수립 중임

## □ 노르웨이 정부의 수소 분야 정책 및 로드맵

### (1) 정책 개요

- 노르웨이 교육연구부(Norwegian Ministry of Education and Research)는 ‘연구 및 고등교육 장기계획 2023-2032(Long-term plan for research and higher education 2023-2032)’를 2022.9월 발표하고 의회 승인을 받음<sup>2)</sup>
  - 동 계획에서 노르웨이 정부는 3가지 목표\*와 6가지 주제 우선순위(Thematic priority)\*\*를 제시함
    - \* **(목표)** ① 경쟁력 및 혁신 역량 제고 ② 환경, 사회 및 경제적 지속성 ③ 연구 및 고등 교육에서 고품질 및 접근성
    - \*\* **(우선 주제)** ① 해양 및 해안 지역(Oceans and costal areas) ② 보건(Health) ③ 기후, 환경 및 에너지(Climate, the environment and energy) ④ 산업 기술(Enabling and industrial technologies) ⑤ 사회 보장 및 시민 대비(societal security and civil preparedness) ⑥ 신뢰 및 커뮤니티(trust and community)
  - 환경 및 에너지를 우선 주제로 설정하였듯이, 노르웨이는 에너지 강국으로 석유 외 청정 재생에너지 분야에서 경쟁력 있는 강점을 가지고 있으며, 기존 전문 지식과 기술을 기반으로 해상풍력, 수소(hydrogen), 탄소 포집 및 저장(carbon capture and storage)과 같은 분야의 연구 지원을 확대하고 있음

2) 동 계획은 KNETEC이 RCN(Research Council of Norway)로 부터 제공받고, KNETEC에서 일부 내용을 정리한 것임

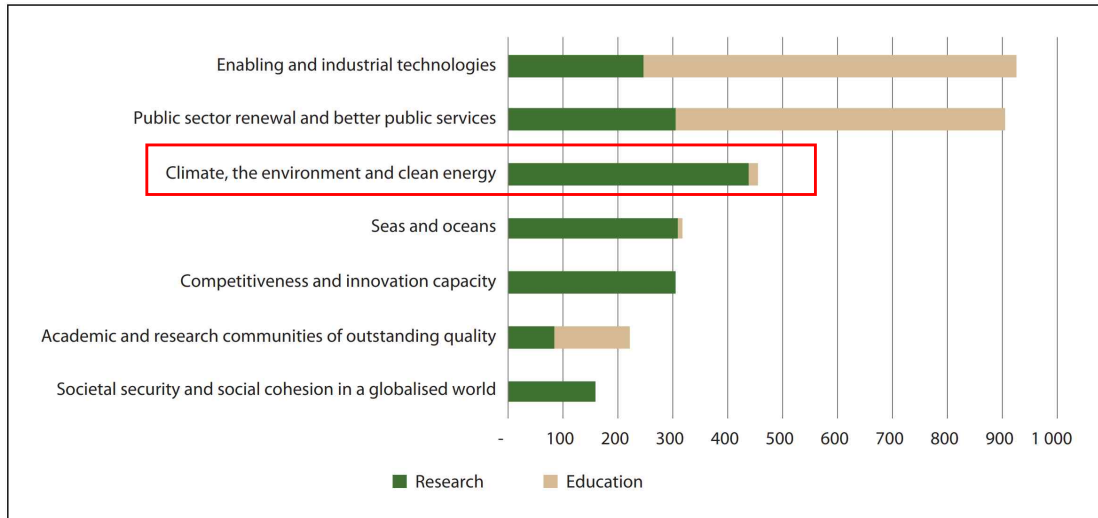


그림 2. Follow-up of objectives and long-term priorities in the long-term plan for research and higher education during the period 2019-2022. NOK million  
(출처: Long-term plan for research and higher education 2023-2032)

- 동 계획에 따르면, 수소는 GHG(Greenhouse Gas) 배출 저감 및 가치 창출에 상당한 기여를 할 수 있고, 정부는 수소의 생산, 유통 및 사용이 동시에 이루어 지는 저배출 또는 제로배출(low or no emission) 수소 생산에 대한 가치 사슬을 구축할 것임
- 또한 녹색 산업 이니셔티브(2022)와 연계한 가치 사슬을 통해 에너지 효율성을 높이고, 기존 에너지 시스템에 수소의 통합과 관련된 연구개발이 필요함을 제시
- 노르웨이 정부는 GHG 배출 저감 노력을 강화하고 있음. 수력 기반 전기 에너지 공급 부문의 총 GHG 배출량이 노르웨이 GHG(Greenhouse gas) 배출의 3% 수준임
  - 이는 해상 석유, 가스, 교통이 노르웨이 GHG 배출의 주요 원인임을 의미함
  - 노르웨이의 긴 해안선과 희소한 인구 밀도는 교통수단에 의한 GHG 배출 비중이 높는데, 실제 모든 교통수단(국내항공, 철도, 차량 등)에 의한 노르웨이의 총 온실가스 배출량은 전체의 약 30%에 달하는 매우 높은 배출 비율이 발생함<sup>3)</sup>
- 노르웨이 국가 교통 계획(NTP, Norwegian National Transport Plan)은 모든 교통 분야에 대한 정책 문서로, NTP에 따르면 의회는 2025년 이후에 판매되는 모든 승용차가 Zero Emission(온실가스 방출 제로)을 달성할 것을 합의함
  - 2030년까지 모든 새로운 중형 배송 밴, 새로운 장거리 버스의 75%, 새로운 중형 트럭의 50%는 Zero Emission일 것과, 2030년까지 해상운송 분야의 배출량을 절반으로 줄이는 것이 노르웨이 의회의 목표로 설정함<sup>4)</sup>

3) Statistics Norway, <https://www.ssb.no/en/natur-og-miljo/statistikker/klimagassn>

- 2020년 6월에 시작된 국가 수소 전략(National Hydrogen Strategy)<sup>5)</sup> 및 2021년 6월에 발표된 수소 로드맵의 정량화된 목표는 다음과 같음
  - 해상 응용 분야를 위한 다섯 개의 수소 허브
  - 글로벌 잠재력을 갖춘 H<sub>2</sub> 생산을 포함한 산업 프로젝트 한 개 이상
  - 새롭고 보다 비용 효율적인 수소 솔루션 및 수소 기술의 개발 및 시연을 위한 5~10개의 시범 프로젝트
  - 수소 및 암모니아에 중점을 둔 환경친화적 에너지 연구 센터 설립과 장기적 프로그램 운영 ('22~'30)
- 온실가스 배출 감축을 위한 정부 장려책은 지금까지 주로 교통 분야에 집중되었으나, 노르웨이 대륙붕 해상 석유 및 가스 설비의 전기화도 큰 관심을 받고 있음
- 노르웨이는 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 세금을 도입한 최초의 국가 중 하나로, 세계 최초의 상업용 CO<sub>2</sub> 저장 프로젝트를 시행함
  - 1996년 이후 매년 100만 톤의 CO<sub>2</sub>가 해저 수면에 저장되며, 노르웨이 북부(Hammerfest)의 스노비트(Snøhvit) 천연가스전에도 소규모의 탄소 포집과 저장(CCS) 프로젝트를 구현함
- 또한 노르웨이 정부는 2016년 CCS 전략을 발표하였는데,<sup>6)</sup>
  - CCS에 대한 첫 투자 결정은 2020년 12월 노르웨이 의회에서 승인 후 Longship 프로젝트\*가 시작되었음
  - \* Norcem의 콘크리트 생산 공장에서 나오는 CO<sub>2</sub>를 완전 규모로 포집한 후, 대륙붕에 저장하는 것을 목표로 한 프로젝트<sup>7)</sup>
- 노르웨이와 독일은 에너지, 기후 정책 및 산업 전환 분야에서의 협력을 강화하기로 합의하고, 2030년까지 노르웨이에서 독일로의 대규모 수소 공급 보장을 양국의 공동 목표로 설정함
  - 노르웨이에서 독일로의 수소 수출을 위한 대규모 파이프라인과 독일에서 노르웨이로 CO<sub>2</sub> 운송을 평가하기 위해 기술적 및 경제적 측면에서 협력함. 노-독 협력 프로젝트에는 Gassco, DENA 외 13개 산업 파트너가 참여함<sup>8)</sup>

4) National Transport Plan (2018-2029),

<https://www.regjeringen.no/en/dokumenter/meld.-st.-33-20162017/id2546287/>

5) The Norwegian hydrogen strategy,

<https://www.regjeringen.no/en/aktuelt/the-norwegian-hydrogen-strategy/id2704774/>

6) The Norwegian Government's carbon capture and storage strategy,

<https://www.regjeringen.no/en/topics/energy/carbon-capture-and-storage/the-governments-carbon-capture-and-storage-strategy/id2353948/>

7) <https://www.regjeringen.no/en/aktuelt/funding-for-longship-and-northern-lights-approved/id2791729/>

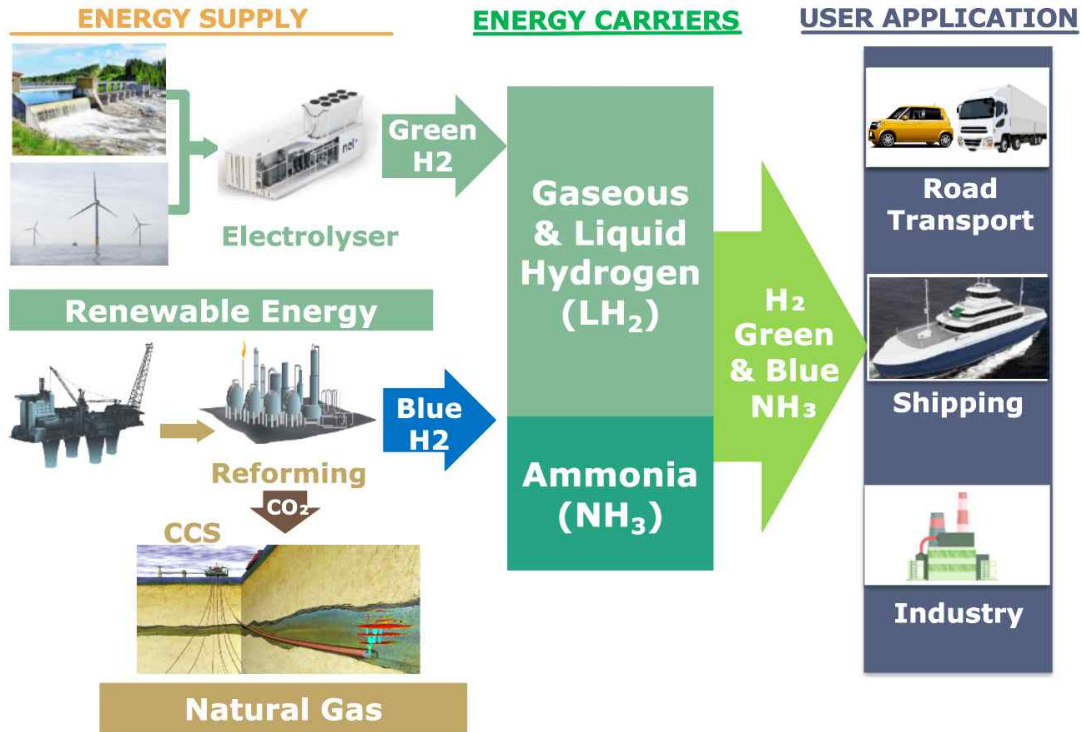


그림 3. 노르웨이 수소 및 암모니아의 주요 원천, 에너지 운반체 및 국내 최종 사용자 응용의 예  
(출처: Innovation Norway/노르웨이 수소 포럼 및 회원 기업)

- 노르웨이의 광범위한 화석 및 재생에너지 자원을 고려할 때, 노르웨이의 수소 생산에 가장 중요한 두 가지 원천은 재생에너지(그린수소)와 CCS 페어링된 천연가스 개질(reforming)\* (블루수소)임(그림 3. 참조)

\* reforming(개질)이란, 촉매반응을 이용하여 탄화수소(메탄) 연료를 수소를 포함하는 가스로 전환하는 과정

- 수력 발전은 1920년대 후반에서 1960년대 중반까지 노르웨이의 수소 생산에 대한 주요 원천으로 우위를 차지했으나, 그 이후 천연가스가 우세함
- 노르웨이의 방대한 천연가스 자원과 대륙붕 CO<sub>2</sub> 저장 기술이 결합되어 대규모 블루수소 생산에 우수한 기반이 마련됨
- 노르웨이는 주요 비료 생산국으로 (암모니아(NH<sub>3</sub>))가 주요 성분, 수소의 암모니아 변환에 관심이 큼
  - 비료 생산업체인 Yara는 최근 비료 생산의 탄소 배출을 줄이기 위해 노력 중
  - 예상되는 암모니아의 사용처에는 해상 분야에서 운송에 연료와 원격 지역 에너지 수출을 위한 에너지 운반체가 있음

## □ 연구 지원 및 동향

- 노르웨이의 수소 기술 연구개발(R&D) 활동 자금 지원 기관으로는 노르웨이 연구위원회(Research council of Norway, Forskningsrådet), 혁신 노르웨이(Innovation Norway), Enova<sup>9)</sup> 및 Skattefund가 있으며, 자금 지원 프로그램은 그림 4에 설명된 기술 준비도 수준(Technology Readiness Level, TRL) 척도에 따라 분배됨

TRL 5-8	enova	ENOVA	Piloting of ground-breaking climate technology	Industry 2050	Technology for sustainable energy carriers
			Zero-emission maritime transport	Offshore wind 2035	15+ more
TRL 5-8	Innovation Norway	Environmental Technology	Green Growth Loan	Innovation Loan	
		Innovation Contract	Commercialisation Support	5+ more	
TRL 1-7	Research Council of Norway	SkatteFUNN	Innovation Project in the Industry	Pilot Helse / Transport / Energy	
		Green Platform	Demonstration Project in the Industry	20+ more	

그림 4. 노르웨이 공공지원 및 자금 지원 프로그램의 TRL 척도에 따른 분류  
(출처: Nordic Innovators)

- 노르웨이 연구위원회(Forskningsrådet, RCN)를 통한 노르웨이의 R&D 활동을 위한 지원 프로그램은 그림 5에서 나타나듯 산업 부문의 혁신 프로젝트와 그린 플랫폼이 지원 프로그램에 포함되어 있음

- 역량 강화 프로젝트 및 기초 연구(낮은 수준의 TRL)에 대한 지원은 RCN에서 제공함

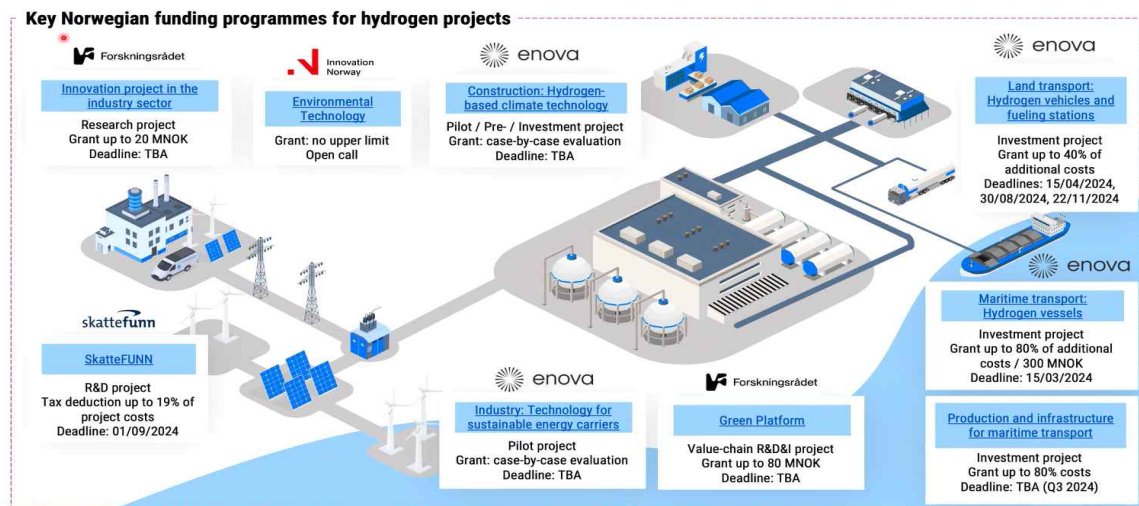


그림 5. 노르웨이 공공 지원 제도  
(출처: Nordic Innovators)

9) 노르웨이 기후환경부 산하 공기업으로 탄소배출 제로 사회로의 전환을 촉진 역할

○ RCN을 통한 Hydrogen관련 분야 지원 규모는 '23년 기준 592백만NOK(한화 750억원, 과제수 199개)수준임<sup>10)</sup>

- 최근 10년간 563개 프로젝트(중복 제외)에 33억NOK(한화 약 4,100억원)가 투자되었으며, 2014년 152백만NOK 대비 약 4배 증가함(그림 6 및 그림 7.참조)

※ 단, 검색어 기준(검색어 'Hydrogen')으로 나온 데이터로 실제 수소기술 관련 투자금액과 과제수는 일부 변동 될 수 있음

수소관련 분야 RCN 투자 금액

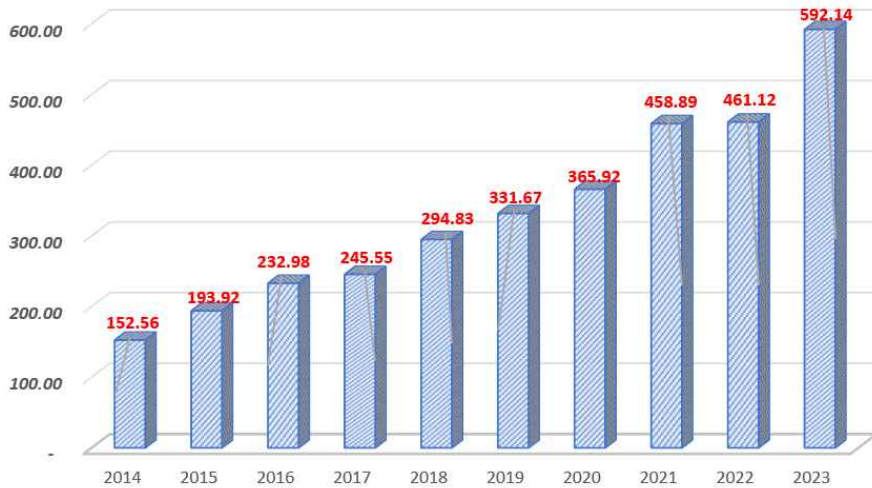


그림 6. 노르웨이연구위원회(RCN)에서 수소관련 분야 투자금액 추이(단위 : millionNOK)  
(데이터 출처: Norway Project Databank)

수소관련 RCN 지원 과제 수



그림 7. 노르웨이연구위원회(RCN)에서 수소관련 분야 투자금액 추이(단위 : 개)  
(데이터 출처: Norway Project Databank)

10) 출처 : RCN 홈페이지 및 노르웨이 프로젝트 데이터뱅크(<https://prosjektbanken.forskningsradet.no/>)임. 본 내용은 SINTEF에서 제공한 보고서와 관계없으며, KNETEC에서 자체 작성한 내용임

- RCN의 친환경 에너지 연구센터(FME, Research Centres for Environment-friendly Energy) 프로그램은 재생 에너지, 에너지 효율, CCS 및 에너지 연구의 사회 과학적 측면을 목표로 장기적인 연구를 수행함<sup>11)</sup>

※ 센터는 혁신과 가치 창출의 잠재력을 입증해야 하며, 주요 업무에는 국제협력 및 연구자 교육이 포함됨. 현재 13개의 센터가 운영 중이며, 최대 8년(5+3년)동안 지원(센터 현황 : 참고 참조)

- 특히, 2021년 6월 노르웨이 정부는 수소(H<sub>2</sub>) 로드맵을 발표하였는데, 정부의 전략적 방향에 따라 2022년에 RCN은 수소관련 2개의 센터를 지원

① HYDROGENi – Norwegian centre for hydrogen and ammonia research and innovation

개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>•수소(H<sub>2</sub>)는 산업 공정과 운송 분야에서 석탄, 석유, 가스 등의 화석 연료를 대체할 수 있으며 친환경 전환의 주요 동력 중 하나로 간주됨</li> <li>•노르웨이 정부의 수소 전략은 2050년까지 설정된 국내 및 국제 배출량 목표를 달성하고 에너지 부국으로의 전환 전략을 제공하는데 청정 수소가 필수적이라고 강조함</li> <li>•청정 수소란 재생 에너지에서 생산된 수소('그린' 수소) 또는 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 포집 및 저장(CCS)이 적용된 천연가스('블루 수소')로 정의되며 전 세계적으로 에너지 믹스 및 산업 공정의 투입 요소로서 수소 사용량 증가와 관련된 중요한 야망이 있음</li> <li>•2021년 6월, 노르웨이 정부는 향후 5~10년 내 노르웨이의 수소(H<sub>2</sub>) 시장 개발에 대한 포부와 2050년까지의 비전을 포함하여 추가 단계를 정의하는 수소(H<sub>2</sub>) 로드맵을 발표하였고 HYDROGENi는 이 로드맵의 2030년과 2050년 비전을 모두 달성하는 데 필요한 연구와 혁신을 주도할 것임</li> <li>•지속 가능한 수소 경제 구축을 위해 센터는 아래 네 가지 주요 연구 분야에 중점을 둠             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 비용 효율적이고 확장가능한 생산</li> <li>- 노르웨이와 유럽에서의 운송 및 저장</li> <li>- 최종 사용 기술</li> <li>- 안전 및 물질 무결성</li> </ul> </li> <li>•HYDROGENi는 수소(H<sub>2</sub>)의 잠재력을 최대한 실현하기 위해 수많은 지식과 기술 격차를 메우기 위하여 연구 및 산업 분야의 50개 이상의 노르웨이 및 유럽 파트너와 전체 수소(H<sub>2</sub>) 가치 사슬을 아우르는 공동의 노력을 이루고 있음</li> <li>•HYDROGENi는 FME 사상 최대 규모의 학술 연구 프로그램을 운영하며 35명의 박사/박사 후 과정 학생과 100명 이상의 석/박사 과정 후보자를 교육하는 것을 목표로 함</li> </ul>
참여 기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>•50개 이상의 연구 및 산업계 파트너를 보유함</li> <li>•연구 및 개발 파트너: SINTEF, IFE, NTNU, UiO, USN, UiT</li> <li>•에너지 기업: equinor, GASSCO, vår energi, wintershall dea</li> </ul>

11) Research Council of Norway Homepage(<https://www.forskningsradet.no/en/>), 본 내용은 SINTEF에서 제공한 보고서와 관계없으며, KNTec에서 자체 작성한 내용임

	<ul style="list-style-type: none"> <li>•전력 기업: ANEO, NORDKRAFT, Statkraft, Troms Kraft</li> <li>•공정 산업: Air Liquide, CASALE, eramet, Hydro, Knowledge grows</li> <li>•벤더 및 해상 운송업체: ABB, Bergen Tankers as, Corvus Energy, HAVhydrogen, HyON, KONGSBERG, KYSTVERKET, TECO, Wilhelmsen</li> <li>•클러스터: Energi I NORD, Herøya Industripark, maritime cleantech, Mo Industripark as, RENERGY</li> <li>•그 외, 공급업체 및 Interest Group 등</li> </ul>
--	---

## ② HyValue – Norwegian centre for hydrogen value chain research

개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>•HyValue는 무공해 에너지 경제를 달성하는 데 있어 수소(H<sub>2</sub>) 및 수소(H<sub>2</sub>) 기반 에너지 운반체의 역할을 파악하고, 나아가 사회에서 이를 구현하는 것을 지원함</li> <li>•HyValue는 경쟁력 있는 노르웨이 수소 에너지 부문의 발전과 관련된 다섯 가지 큰 과제를 해결함 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 에너지 손실을 최소화하고 더 낮은 비용으로 수소와 암모니아를 생산할 수 있을까?</li> <li>- 수소 기반 연료를 위한 안전하고 탄력적인 운송 및 유통 시스템을 만들 수 있는가?</li> <li>- 수소 기반 에너지 운반체를 위한 최종 사용자 애플리케이션을 개발할 수 있는가?</li> <li>- 투자를 촉진하고 모든 이해관계자가 수용 가능한 위험을 감수하는 시스템을 구축할 수 있는가?</li> <li>- 수소 경제에 대한 대중의 신뢰와 확신을 구축할 수 있는가?</li> </ul> </li> <li>•HyValue은 6개의 과학적 작업 패키지(scientific work packages, WPs)를 포함한 긴밀하게 통합되고 집중된 연구 프로그램을 촉진함: <ul style="list-style-type: none"> <li>WP1: 새로운 제작 방법</li> <li>WP2: 저장 및 배포</li> <li>WP3: 최종 사용자 애플리케이션</li> <li>WP4: 안전 과학과 위험</li> <li>WP5: 사회적 영향력 및 내재성</li> <li>WP6: 벨류체인 내 수소 통합</li> </ul> </li> <li>•HyValue는 30명의 박사 또1및 학사 후보자들이 교육을 받게 되고 관련 학생 교육 및 연구자 훈련은 HyValue의 연구 파트너가 제공함</li> </ul>
참여 기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>•NORCE가 주도하며 연구, 산업 및 공공부문에 걸쳐 50개 이상의 파트너를 보유함</li> <li>•R&amp;D 파트너:NORCE, HVL, University of Bergen, UiS, NHH, SNF, FNI, TØI, FZJ, MIT, TNO, PIK</li> <li>•그 외 전체 파트너:Å Energi, SEID, Alma, atheno, EoneE, Elkem, equinor, EY 등</li> </ul>

- 통상 자금 지원 기회(Funding Opportunities)는 노르웨이 정부의 목표를 반영함
  - 2030년까지 국내(근해) 연안 해상 운송으로부터 온실가스 배출을 50%로 줄이기 위한 노력에 따라, 수소 및 암모니아로 구동되는 선박 건설을 위한 다수의 Initiative가 Enova로부터 자금 지원을 획득함

- 노르웨이는 수소 연구 및 산업 프로젝트에 대한 상당한 투자를 통해 강력한 의지를 나타내는 동시에, 전체 수소 가치 사슬의 기후 영향을 주의 깊게 평가하고 있음
  - 노르웨이의 국제 기후 연구 센터(Centre for International Climate Research, CICERO)에서 프랑스, 영국 및 미국과 함께 진행하는 HYDROGEN<sup>12)</sup> 프로젝트에서는 수소 사용 증가와 함께 수소 누출의 불가피한 위험을 인식하고 수소 배출이 대기의 화학 조성, 특히 메탄과 오존에 미치는 영향 및 지구 온난화에 미치는 영향을 조사함
  - 2023년 보고서에서 누출 수소의 지구 온난화 효과가 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)의 약 12배 강할 수 있음을 밝혔으며<sup>13)</sup>, 이러한 연구 결과는 수소에 관한 정치적 의사결정을 위한 토대가 될 것으로 예상되며, 수소 누출을 필요한 규모에서 모니터링하고 감지하는 기술 개발이 지원될 것으로 전망함
- 위와 같은 환경 책임(Environmentally responsibility)에 대한 철저한 검토는 소재 수준의 연구에도 이어지고 있으며, 그린 전환에서 유해한 요소를 배제하고자 함
  - 일반적인 EU 수소 연구 트렌드와 같이 백금족 금속(PGMs)을 배제하고 공급망이 취약한 핵심 원자재(CRMs)를 줄이는 연구를 적극 진행 중임
  - 특히 2020년 노르웨이, 덴마크, 독일, 네덜란드와 스웨덴이 함께 모든 종류의 per- 그리고 polyfluoroalkyl substances (PFAS) 를 금지하는 것을 제안<sup>14)</sup>
  - 이 금지 물질 중 일부는 수소 산업의 전체 가치 사슬, 다양한 주요 전해 및 연료전지 기술부터 인프라, 그리드, 저장 및 공급 어플리케이션까지 다양한 영역에서 필수적인 요소로 이러한 제안이 수소 산업의 진전을 방해할 수 있으나, 환경 책임을 우선시하는 적극적인 태도를 강조하고 있음. 이에 따라 금지 물질 대체제 연구 또한 활발히 진행 중임

## □ 수소 관련 연구기관

- 노르웨이 연구소는 노르웨이에서 이루어지는 연구 및 개발(R&D) 활동의 약 1/5 을 차지함<sup>15)</sup>

12) <https://cicero.oslo.no/en/projects/hydrogen>

13) Sand, M., Skeie, R.B., Sandstad, M. et al. A multi-model assessment of the Global Warming Potential of hydrogen. *Commun Earth Environ* 4, 203 (2023).  
<https://doi.org/10.1038/s43247-023-00857-8>

14) [https://hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2023/02/Hydrogen-Europe-position-paper-on-PFAS-ban\\_v12\\_FINAL.pdf](https://hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2023/02/Hydrogen-Europe-position-paper-on-PFAS-ban_v12_FINAL.pdf)

15) Roadmap for green industry boost (2022) -

<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/veikart-for-gront-industriloft/id2920286/>

- 산업 연구에 유용한 연구 인프라를 소유 및 운영하고 있으며, 특히 연구개발을 직접 수행하는 능력이 제한적인 중소기업에게 중요한 역할을 하고 있음. 또한 산·학·연 협력을 통한 국내 기술을 개발하고 있음
  - 다수 연구소들이 글로벌 시장에서 활동하며 노르웨이 비즈니스를 위해 새로운 기술을 가져오는데 기여하고 있으며, 현재 연구소를 중심으로 그린 전환을 진행 중임
- 수소 생산 연구개발은 노르웨이 과학기술대학교(NTH, 현재 NTNU)에서 전기화학 부서가 설립된 1950년대부터 진행함
- 현재 다수의 대학과 연구기관에 지식 기반이 갖추어져 있으며, 이 중 일부가 그림 5에 표시됨. 지도에 포함된 대학과 연구소 외에도 Stavanger 대학 및 몇몇 대학들에서 수소 및 암모니아 연구에 참여하고 있음
  - 본 보고서는 일부의 수소 연구 및 개발 활동만을 포함하고 있음

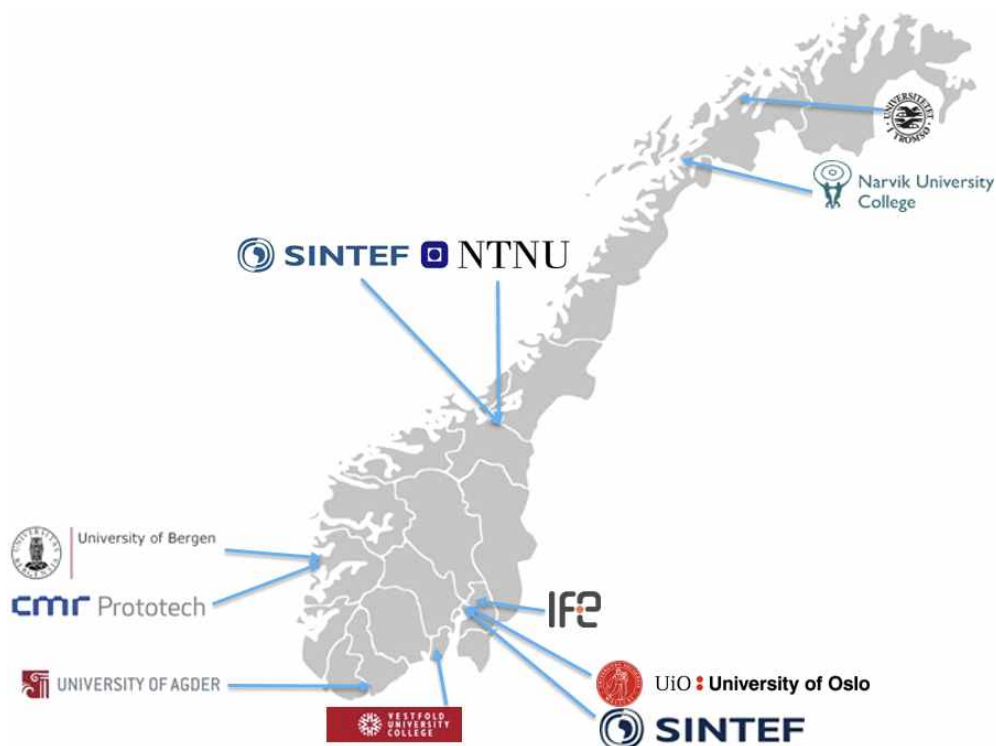


그림 5. 노르웨이의 수소 가치 사슬 내에서 광범위한 지식 기반을 다루고 있는 주요 연구기관 맵

○ 다음은 일부 주요 센터 활동 및 프로젝트 포트폴리오를 요약한 내용임

① MoZEES<sup>16)</sup>

- 제로 배출 수송(transport) 솔루션에 초점을 맞춘 노르웨이 연구 센터

16) Mobility Zero Emission Energy Systems, <https://mozees.no/>

- 연구소와 공공 및 산업 부문의 40개 파트너 참여
- 8년간 250억 노르웨이 크로네(NOK) 예산
- 주요 목표: 도로, 철도 및 해상의 중거리 교통용 배터리 및 수소 기술 개발
- 2024년 운영 종료 예정

② **Norwegian Fuel Cell and Hydrogen Centre<sup>17)</sup>**

- 연료전지 및 전해장치 관련 기기와 인력을 갖춘 첨단 실험실 운영센터
- 연료전지 및 전해장치의 구성 요소 연구 및 개발, 시스템의 테스트 및 검증 진행
- 센터 비전 : 연료전지 및 수소 기술 가치 사슬 전반에 걸친 노르웨이와 유럽의 혁신 촉진

③ **Centres for Environmentally Friendly Energy<sup>18)</sup>**

- 노르웨이 수소 로드맵의 후속 조치로, 2022년 3월 HYDROGENi와 HyValue 두개의 Centres for Environmentally Friendly Energy가 지원됨
- 두 센터 모두 에너지 운반체로서의 수소 (및 암모니아) 에 집중하고 있으며 각각 SINTEF(HYDROGENi)<sup>19)</sup> 와 NORCE(HyValue)<sup>20)</sup>에서 코디네이팅
- 8년간 두 프로젝트에서 약 3000만 유로의 공공 자금 보유

④ **Horizon 2020 및 Horizon Europe 참여 연구소 및 프로젝트**

- 노르웨이의 연구소들은 연료전지 및 수소 분야에서 유럽의 프레임 워크 프로그램(Horizon 2020 및 Horizon Europe)에 적극적으로 참여하고 있음
- SINTEF는 FCHJU(Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking)<sup>21)</sup> 및 CHP(Combined Heat and Power)<sup>22)</sup>에서 지원하는 프로젝트에 가장 많이 참여하고 있으며, 그 중 20개를 코디네이팅하고 있음
- Hydrogen Europe Research의 창립 회원 중 하나이며, 이 협회가 설립된 2008년 이후부터 수송 위원회를 주재하고 있음
- 연구개발 활동을 넘어 Refhyne<sup>23)</sup>, H2AccelerateTRUCKS<sup>24)</sup>와 같은 1억 유로 이상 예산의 대형 시연 및 수소 기술 배포 프로젝트 또한 코디네이팅하고 있음

⑤ **Norwegian Ocean Technology Centre<sup>25)</sup>**

17) Norwegian Fuel Cell and Hydrogen Centre, <https://www.sintef.no/projectweb/nfch/>

18) <https://www.forskningsradet.no/en/apply-for-funding/funding-from-the-research-council/fme/>

19) <https://www.sintef.no/en/latest-news/2022/new-hydrogen-research-centre-will-contribute-to-the-green-shift-and-job-creation-in-norway/>

20) <https://www.norceresearch.no/en/projects/norwegian-centre-for-hydrogen-research-hyvalue>

21) European hydrogen program, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, <https://www.fch.europa.eu/>

22) Clean Hydrogen Partnership, [https://www.clean-hydrogen.europa.eu/index\\_en](https://www.clean-hydrogen.europa.eu/index_en)

23) REFHYNE – Clean Refinery Hydrogen for Europe, <https://www.refhyne.eu/>

24) H2Accelerate Trucks – H2Accelerate, <https://h2accelerate.eu/trucks/>

25) The Norwegian Ocean Technology Centre – SINTEF,

- 최근 해양 기술 센터(Norwegian Ocean Technology Centre) 설립을 위한 자금이 제공되었으며 이 센터를 통해 선도적인 해양 국가로의 위치를 확보하고자 함
- NTNU와 SINTEF가 공동 운영
- 해양 운송 및 해양에서의 에너지 및 식품 생산에 필요한 솔루션을 찾는 데 기여
- 제로 온실가스(GHG) 및 지역 배출을 갖는 해양 추진 시스템의 개발을 포함

## □ 노르웨이의 국제 협력 전략

### ○ 유럽 연합과의 전략적 협력: 지속 가능한 혁신과 시장 성장을 위한 호라이즌 유럽 활용

- 유럽 연합은 노르웨이의 가장 중요한 협력 파트너로 2021년부터 시작된 호라이즌 2020 및 호라이즌 유럽과 같은 프로그램은 다음과 같은 장점이 있음
  - 기업에게 글로벌 네트워크 및 시장 동향에 대한 접근 제공
  - 동시에 경쟁력 향상을 위한 훈련 제공
  - 국경을 넘는 인프라 접근 가능
  - 중소기업에서 특히 높은 성공률을 보임
  - 유럽 그린 딜의 핵심 목표인 2050년까지 net-zero emission 및 자원 추출과 경제 성장의 분리를 달성하는 데 중요한 역할을 실행
- 유럽 그린 딜의 실행은 향후 몇 년간 다양한 분야에서 포괄적인 정책 및 규제 개발을 촉진할 것으로 예상
- 이 맥락에서 수소가 주요 분야에 해당되며 녹색 수송, 해상 풍력 발전, 재생 에너지 발전, 배터리 생산, 재활용 솔루션, 전기화, 탄소 포집 및 저장과 함께 중요한 영역으로 구분

### ○ High Potential Opportunity(HPO): 노르웨이 기업을 위한 Innovation Norway 지원 글로벌 파트너십

- Innovation Norway 에서 HPO지원 제도 설립. HPO의 주요 목표

1. 노르웨이 기업이 500억 노르웨이 크로네(NOK)를 초과하는 대규모 국제 상업 계약을 확보하는 데 지원
2. Innovation Norway는 Team Norway와 협력하여 공공 지원 및 기회 파악, 검증, 실행 및 조정하는 데 중추적인 역할 수행
3. 최근 노르웨이와 독일 간 수소 기술 수출이 HPO 수여, 혁신 노르웨이의 지원 증대

## ○ 노르웨이 산업의 기회와 도전

- 녹색 전환과 디지털화는 종종 "twin transition"으로 언급되며 밀접한 관계에 있음
- 디지털 기술은 프로세스를 최적화하고 서비스를 제공하며 스마트 상호작용을 가능하게 하고 예측을 만들어 냄으로써 기여함
- 모든 산업이 기후 중립적이고 순환 가능하며 디지털화되어야 한다는 맥락에서 현재 솔루션 기반 점진적 혁신(개선)을 통해 고객과 사용자에게 대한 성능과 가치 향상이 필요함
- 기존 시스템을 파괴하여 새로운 산업과 기업 출현을 촉진하고 기존의 주요 업체 구조 재정립을 위한 근본적인 변화가 필요함

## ○ 노르웨이 시장의 대규모 전기자동차 도입이 정치적 인센티브와 세제 면제에 의해 주도된 친환경 시스템 변화의 사례임

- 이러한 시스템 변화는 소비자를 대상으로 하는 디지털 서비스를 통해 구성된 전체적인 가치 사슬(생산, 유통, 판매, 서비스 제공 등)을 통해 실현되며 이로 인해 새로운 비즈니스 모델과 소비자 행동의 변화가 발생함

## ○ 넓은 의미에서 디지털 플랫폼, 공유 경제, 자율시스템 및 블록체인은 교통, 에너지 및 금융 관련 시스템에서 중요한 변화의 잠재력을 지니는 급진적 디지털 혁신을 대표함

## ○ 노르웨이 기업들은 기존 및 새로운 가치 사슬에서 더 효율적인 생산을 위한 새로운 기술과 지식의 개발 및 상업화 역량을 보유하고, 새로운 제품 및 서비스의 창조, 제품 개선, 품질 통제 및 비즈니스 모델의 도입해야 함

- 이를 위해 다수의 노르웨이 기업들이 디지털화에 투자하고 있으나, 아직 소수의 기업만이 "산업 4.0 수준"에 해당되는 디지털 기술을 보유하고 있음

※ 13개 센터 중 Social Science 관련 센터(2개)는 미포함

구분	센터명	구분	주요 내용
1	NCCS - Norwegian CCS Research Centre	개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>•NCCS는 CO<sub>2</sub> 포집, 운송 및 저장(CCS)에 관한 국제 연구 협력체로 CCS 실증 및 산업 프로젝트에서 확인된 주요 장벽을 해결하는 업계 주도의 과학 기반 혁신을 통해 CCS 배포를 가속화 할 것임</li> <li>•NCCS의 목표는 다음과 같음                         <ol style="list-style-type: none"> <li>① 노르웨이가 CCS 분야의 국제적 리더로 남을 수 있도록 지원</li> <li>② 북해에서 CO<sub>2</sub> 저장 달성 지원</li> <li>③ 노르웨이 정부의 본격적인 CCS 체인 실현에 기여</li> <li>④ ECCSEL 인프라의 잠재력 실현</li> </ol> </li> </ul>
		참여 기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>•SINTEF Energy Research가 주도하며 산업, 연구 기관 및 기타 조직의 32개 파트너와 협력함</li> <li>•연구 파트너:BGS(British Geological Survey), NGI, NTNU 외 8개</li> <li>•산업 파트너:AkerBP, Elkem, allton 외 18개</li> <li>•관련 파트너(Associated partners): 1altera, calix, eccsel eric 외 15개</li> </ul>
2	HydroCen - Norwegian Research Centre for Hydropow er Technolog y	개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>•노르웨이 수력발전 기술 연구 센터로 노르웨이 수력발전 부문이 혁신적인 기술 솔루션을 통해 복잡한 과제를 해결하고 새로운 기회를 활용할 수 있도록 지원함</li> <li>•연구 분야는 다음과 같음:                         <ol style="list-style-type: none"> <li>①수력 발전 구조물</li> <li>②터빈 및 발전기</li> <li>③시장 및 서비스</li> <li>④환경설계</li> </ol> </li> <li>•연간 예산은 매년 4,800NOK, 8년간 총 3억 8,400만NOK 임</li> </ul>
		참여 기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>•노르웨이 과학기술 대학교(NTNU)가 주관 기관이며, SINTEF Energy Research, 노르웨이 자연 연구소 (NINA)가 주요 연구 파트너로 참여하며 이 외에도 산업계, R&amp;D 기관, 대학 등 약 70개의 국내외 파트너를 보유함</li> <li>•연구 파트너: University College of Southeast Norway, Norwegian Geotechnical Institute (NGI), Kathmandu University</li> <li>•사용자 파트너: ABB, Agder Energi, Andritz Hydro 등</li> <li>•관련 파트너: Hydro Tasmania, Technische Universität Graz 등</li> </ul>

26) <https://www.forskningsradet.no/en/apply-for-funding/funding-from-the-research-council/fme/>  
(정리 : KNETEC)

구분	센터명	구분	주요 내용
3	Bio4Fuels - Norwegian Centre for Sustainable Bio-based Fuel and Energy	개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Bio4Fuels는 새로운 기술을 사용하여 난방, 전력 및 운송을 위한 재생 가능한 공급 원료로 바이오매스를 효율적이고 지속 가능한 방식으로 사용할 수 있도록 함</li> <li>•Bio4Fuels는 처음으로 노르웨이의 주요 연구 기관, 대학, 주요 국내외 파트너, 주요 임업 자원 소유자 및 지역 당국을 한데 모아 재생 가능한 자원을 통해 에너지 운반체 생산에 관한 하나의 공동 이니셔티브를 출범시킴</li> </ul>
		참여 기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>•14개의 노르웨이 국내외 학계 파트너, 35개의 산업 및 NGO 파트너, 공공 기관을 대표하는 8개의 파트너로 구성됨</li> <li>•연구 파트너: SINTEF, NMBU, NTNU 등</li> <li>•공공 기관: Viken County, Trøndelag County, Innlandet County, Statens 등</li> <li>•산업계, NGO: Norges Skogeierforbund (NO), Norges Bondelag (NO) 등</li> <li>•국제 파트너: Johnson Matthey (UK), BTG-BTL (BE), Steeper (DK) 등</li> </ul>
4	CINELDI - Centre for intelligent electricity distribution	개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>•CINELDI는 유연하고 스마트하며 견고한 배전 시스템을 비용 효율적으로 실현할 수 있는 새로운 개념, 기술 및 솔루션을 개발함</li> <li>•전체 유통 시스템 비용을 절감하고 국내 및 국제 시장에서 기술 제공업체를 위한 비즈니스 기회를 활용하는 것을 목표로 하며 연구 분야의 지식 확대, 교육 강화, 국제협력에 중점을 둠</li> <li>•배정된 예산은 8년간 총 369만 NOK 임</li> </ul>
		참여 기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>•연구기관 및 대학, 시스템 운영자(System operators DSO/TSO), 기술 공급자로 이루어진 30개의 파트너가 존재함</li> <li>•SINTEF, NTNU, Glitre Nett, Arva, BKK 등</li> </ul>
5	HighEFF - Centre for an Energy Efficient and Competitive Industry for the Future	개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>•HighEFF는 산업 에너지 효율을 개선하기 위해 핵심 산업 공정을 개선하고 개별 산업 내 또는 인근 건물이나 산업에서 폐열 및 기타 잉여 에너지 흐름을 포착하고 활용하는 과제를 다루고 있으며 에너지 효율을 20-30% 개선하고 산업에서 발생하는 기 후 가스 배출량을 10% 줄이는 것을 목표로 함</li> <li>•예산은 2016-2024년간 총 400만 NOK 임</li> </ul>
		참여 기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>•많은 국내외 대학, 연구 기관 및 산업 파트너 등 40개 이상의 파트너가 참여함</li> <li>•연구 및 교육 기관: SINTEF, NTNU, KTH, NORD University 등</li> <li>•산업 사용자: Borregaard, Elkem, equinor, eramet, FINNFJORD 등</li> <li>•벤더 및 기술 제공업체: Alfa Laval, Cadio, EPCON, Hybrid Energy 등</li> </ul>

구분	센터명	구분	주요 내용
6	SUSOLTECH - Research Centre for Sustainable Solar Cell Technology	개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>•SUSOLTECH 는 노르웨이 태양전지 산업의 규모와 일자리 수를 늘리는 것을 목표로 하며 태양전지 기술 분야에서 노르웨이의 선도적인 연구 그룹과 태양전지 산업을 선도하는 기업들과 함께함</li> </ul>
		참여 기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>•6개의 연구 파트너와 13개의 산업 파트너를 포함하여 총 18개의 파트너를 보유함</li> <li>•연구 파트너:IFE, NMBU, NTNU SINTEF, UIA, UiO</li> <li>•산업 파트너: CODE, Equinor, Glass og Rasadeforeningen, Norges Bondelag 등</li> </ul>
7	MoZEES - Mobility Zero Emission Energy Systems	개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>•배터리와 수소 기술은 전 세계 여러 국가와 지역에서 무공해 운송 시스템에 사용할 수 있는 것으로 입증되었으나 이러한 기술이 도로, 철도, 해상 운송과 같은 다른 운송 부문에 도입되기 위해서는 더 많은 개발이 필요함</li> <li>•MoZEES는 노르웨이가 미래에 선도적인 위치를 차지할 수 있는 배터리 및 수소 가치 사슬, 시스템 및 응용 분야에 중점을 둠</li> <li>•본 프로젝트는 2017년-2024년 동안 진행되고 배정된 예산은 총 260만 NOK(2017-2023) 임</li> </ul>
		참여 기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>•약 40개의 연구, 산업, 공공기관 파트너를 보유함</li> <li>•연구 파트너:IFE, SINTEF, TØI, FFI, UiO, NTNU, HSN</li> <li>•산업 혹은 민간 파트너:ABB, AGA, ASKO, BASF, baldur, BELLONA, OREEC 등</li> <li>•공공기관 파트너:Akershus, Oslo Port authority, Enova, Sør-Trøndelag counties</li> </ul>
8	ZEN Centre - The Research Centre on Zero Emission Neighbourhoods in Smart Cities	개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>•FME ZEN에서는 제로 방출 건물과 미래 지역에 대한 솔루션을 만들고, 이는 저탄소 사회에 대한 우리의 기여이며 공공 및 산업 파트너와 함께 노르웨이 전역에 퍼져 있는 9개의 파일럿 프로젝트 개발</li> <li>•FME 센터의 목적은 참여하는 공공 기관과 민간 기업은 물론 노르웨이 사회 전체에서 혁신과 가치 창출 증대 및 보다 효율적인 에너지 사용과 재생에너지 생산 증가임</li> <li>•FME ZEN의 비전:"온실가스 배출이 전혀 없는 지속 가능한 지역"</li> </ul>
		참여 기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>•NTNU가 주최 기관으로 SINTEF Community 와 SINTEF Energy가 함께 센터를 이끌고 있음</li> <li>•민간 부문:asplan viak, AFRY, ByBo, CIVITAS, ELVERUM VEKST 등</li> <li>•공공 부문:Bergen kommune, Bodø kommune, Direktoratet for byggkvalitet 등</li> <li>•연구 및 교육기관:NTNU, SINTEF</li> </ul>

구분	센터명	구분	주요 내용
9	FME NorthWind - Norwegian Research Centre on Wind Energy	개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>•IEA에 따르면 해상풍력은 전 세계 전력 수요를 18배 이상 감당할 수 있는 잠재력을 갖고 있으며 NorthWind는 노르웨이 산업이 구조 및 안전성, 해양 운영 및 물류, 전기 인프라 및 시스템 통합, 디지털 트윈 (digital twin) 및 자산 관리 등 국제 시장에 기술과 서비스를 공급할 수 있는 강력한 잠재력을 가진 영역에서 연구를 발전시키는 것을 목표로 함</li> <li>•NorthWind는 지속 가능한 풍력 개발을 통해 육상 및 해상 풍력 에너지 개발에 대한 균형 잡힌 접근 방식을 보장하고, 환경에 미치는 부정적인 영향을 최소화하고 대중 참여를 개선하기 위한 지식과 솔루션을 개발함</li> </ul>
		참여 기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>•전 세계의 약 50개 연구 및 산업계의 파트너를 보유함</li> <li>•연구 파트너: SINTEF, NTNU, UiO, NGI, NINA</li> <li>•산업 파트너: ABB, Aibel, Aker, Cognite, DNV GL, DOF, Equinor, Hafslund, Havyard, Kongsberg, Nexans, SAP and Statkraft 등</li> </ul>
10	HYDROGENi - Norwegian centre for hydrogen and ammonia research and innovation	개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>•2021년 6월, 노르웨이 정부는 향후 5~10년 내 노르웨이의 수소(H<sub>2</sub>) 시장 개발에 대한 포부와 2050년까지의 비전을 포함하여 추가 단계를 정의하는 수소(H<sub>2</sub>) 로드맵을 발표하였고 HYDROGENi는 이 로드맵의 2030년과 2050년 비전을 모두 달성하는 데 필요한 연구와 혁신을 주도할 것임</li> <li>•HYDROGENi는 수소(H<sub>2</sub>)의 잠재력을 최대한 실현하기 위해 수많은 지식과 기술 격차를 메우기 위하여 연구 및 산업 분야의 50개 이상의 노르웨이 및 유럽 파트너와 전체 수소(H<sub>2</sub>) 가치 사슬을 아우르는 공동의 노력을 이루고 있음</li> </ul>
		참여 기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>•50개 이상의 연구 및 산업계 파트너를 보유함</li> <li>•연구 및 개발 파트너: SINTEF, IFE, NTNU, UiO, USN, UiT</li> <li>•에너지 기업: equinor, GASSCO, vår energi, wintershall dea</li> <li>•전력 기업: ANEO, NORDKRAFT, Statkraft, Troms Kraft 등</li> </ul>
11	HyValue - Norwegian centre for hydrogen value chain research	개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>•HyValue는 무공해 에너지 경제를 달성하는 데 있어 수소(H<sub>2</sub>) 및 수소(H<sub>2</sub>) 기반 에너지 운반체의 역할을 파악하고, 나아가 사회에서 이를 구현하는 것을 지원함</li> <li>•HyValue는 경쟁력 있는 노르웨이 수소 에너지 부문의 발전과 관련된 다섯 가지 큰 과제를 해결함: <ol style="list-style-type: none"> <li>① 에너지 손실을 최소화하고 더 낮은 비용으로 수소와 암모니아를 생산</li> <li>② 수소 기반 연료를 위한 안전하고 탄력적인 운송,유통 시스템</li> <li>③ 수소 기반 에너지 운반체를 위한 최종 사용자 애플리케이션 개발</li> <li>④ 투자를 촉진하고 모든 이해관계자가 수용 가능한 시스템 구축</li> <li>⑤ 수소 경제에 대한 대중의 신뢰와 확산 구축</li> </ol> </li> </ul>
		참여 기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>•NORCE가 주도하며 연구, 산업 및 공공부문에 걸쳐 50개 이상의 파트너를 보유함</li> <li>•R&amp;D 파트너: NORCE, HVL, University of Bergen, UiS, NHH, SNF, FNI, TØI, FZJ, MIT, TNO, PIK</li> <li>•전체 파트너: Å Energi, SEID, Alma, atheno, EoneE, Elkem, equinor, EY 등</li> </ul>