

• • • EXECUTIVE
• • • SUMMARY



WORLD ENERGY INSIGHTS

저탄소 수소 규모 확대에 관한 지역적 통찰
**REGIONAL INSIGHTS INTO LOW-CARBON
HYDROGEN SCALE UP**

In collaboration with PwC and EPRI

에 대해서

THE WORLD ENERGY COUNCIL

세계에너지협회(WEC)는 거의 한 세기 동안 전 세계, 지역 및 국가 간 에너지 관련 주제의 새로운 논의를 촉진하고 전 세계에서 모두를 위한 지속 가능한 에너지의 이점을 달성하기 위한 효과적인 이니셔티브를 주도했습니다.

WEC는 90개국의 3,000개 이상의 정부, 민간 및 국가 소유 기업, 학계 등의 소속들로 구성되어 있습니다. 또한 새롭고 광범위한 시스템을 아우르는 다양한 이해 관계자가 참여하고 있습니다. 이는 세계 최고이자 유일한 진정한 글로벌 회원 기반 에너지 네트워크입니다.

협회는 글로벌 에너지 전환 플랫폼으로서 전체 에너지 부문에 걸쳐 역동적으로 작동하며, 우수한 리더십을 한데 모아 세계 에너지 정책 대화를 촉진하고 알리고, 영향을 주고, 실질적인 조치를 마련하는 것을 목표로 합니다.

마지막으로, 저희 조직은 특정한 국가, 회사, 에너지 관련 기술 또는 에너지 자원을 옹호하지 않습니다. WEC는 공정하고 영향력 있는 조직이 되기 위한 도전에 철저히 전념하고 있습니다.

더 많은 세부사항은 www.worldenergy.org를 참조하기 바랍니다. The World Energy Council 4월 2022 출판

Copyright © 2021 World Energy Council. All rights reserved. All or part of this publication may be used or reproduced as long as the following citation is included on each copy or transmission: 'Used by permission of the World Energy Council'.

World Energy Council

Registered in England and Wales No. 4184478
VAT Reg. No. GB 123 3802 48

Registered Office

62-64 Cornhill
London EC3V 3NH
United Kingdom

ABOUT THE WORLD ENERGY INSIGHTS

수소에 대한 간행물 World Energy Insights는 혁신에 초점을 맞춘 세계에너지협회(World Energy Council)의 출판물 시리즈의 일부입니다. EPRI(Electric Power Research Institute) 및 PwC(PricewaterhouseCoopers)와 공동으로 개발했습니다.

EPRI와 GTI(Gas Technology Institute)는 에너지 경제 전반에 걸쳐 탄소 감축을 달성하는 데 있어 어려움과 격차를 해결하기 위해 [Low-Carbon Resources Initiative\(LCRI\)](#)를 만들었습니다. LCRI는 수소, 암모니아, 바이오 연료(재생 가능한 천연 가스 포함) 및 합성 연료와 같은 대체 에너지 운반체 및 저탄소 연료의 가치 사슬과 생산, 저장, 배송을 가능하게 하는 연구, 개발 및 시연에 중점을 둡니다. 또한, 그 결과를 에너지 경제 전반에 걸쳐 사용합니다. 이러한 에너지 운반체/연료는 세기 중반까지 경제 전반에 걸친 탈탄소화를 위한 저렴한 경로를 가능하게 하는 데 필요합니다. 이 5년 간의 글로벌 협력은 유망한 기술의 근본적인 개발을 식별하고 가속화할 것입니다. 핵심 기술 및 프로세스의 성능을 입증하고 평가하여 가능한 개선 경로를 식별합니다. 저탄소 미래에 대한 기술 옵션과 잠재적 경로에 대해 주요 이해관계자와 대중에게 알리는 목적입니다.

PwC는 에너지, 유틸리티 및 자원 분야에 종사하는 20,000명 이상의 전문가를 포함하여 155개국에 있는 284,000명 이상의 직원이 품질 보증, 자문 및 세무 서비스를 제공하는 데 전념하는 에너지 분야 기업 네트워크입니다. 글로벌 전략인 New Equation을 통해 PwC는 신뢰를 구축하고 조직, 이해 관계자 및 더 넓은 사회를 위한 가치를 창출하는 지속적인 결과를 제공하는 데 중점을 두고 있으며, 오늘날 세계가 겪는 어려움에 대응하고 있습니다. 기후 변화는 세계에서 가장 시급한 문제 중 하나이며, PwC는 2030년까지 순 온실 가스 배출량을 0으로 만들기 위해 노력하고 조직과 협력하여 자체 기후 기반 전환을 가속화하고 있습니다. PwC와 세계에너지협회는 정책 입안자 및 주요 업계 관계자와 협력하여 에너지 전환 및 지속 가능성을 촉진한다는 공통의 목표를 가지고 있습니다. 우리의 공통된 합의는 에너지 전환과 지속 가능성이 강력한 정책 프레임워크와 강력하고 경쟁력 있는 에너지 산업의 상호 교류를 통해 달성된다는 것입니다. [PwC에 대해 자세히 알아보기](#)

급변하는 파괴적인 변화의 시대에 이러한 통찰력은 협회 회원과 다른 에너지 이해 관계자 및 정책 입안자 간의 전략적 지식 공유를 촉진하고 에너지 전환에서 수소의 역할에 대한 글로벌 대화에 기여하는 것을 목표로 합니다. 이러한 통찰력은 협회의 초기 프로젝트, 특히 2021년 7월과 9월에 발표된 "Hydrogen on the Horizon" 시리즈를 기반으로 하며 67개국에서 온 180명 이상의 고위 전문가와 지역 심층 대화를 포함했습니다. 수치를 확인하면, 글로벌 총 1차 에너지 공급 - TPES(2019 데이터, US EIA) 및 글로벌 GDP의 89%(2020 데이터, WB)로 나타납니다.

이 간행물의 분석 및 예측 및 관련 참조 자료는 우크라이나-러시아 군사 분쟁 상황을 반영하지 않습니다. 우크라이나에서의 군사 분쟁과 그로 인한 에너지 시장의 혼란이 저탄소 수소의 미래에 큰 영향을 미칠 것이라는 점을 인정하지만, 이번 발표는 전쟁 발생 기점인 2022년 2월 이전의 분석을 기반으로 합니다."

EXECUTIVE SUMMARY

TAKEAWAYS:

- 저탄소 수소는 2040년까지 전 세계적으로 중요한 역할을 하여 파리 협정 목표를 달성하려는 국가를 지원하는 동시에 에너지 포트폴리오의 다양성과 안보에 기여할 수 있음. 이를 위해서 수소 및 수소 기반 연료의 글로벌 공급망의 원활한 흐름이 필요하다고 연구됨.
- 모멘텀은 전 세계적으로 계속 성장하고 있지만, 지역간의 차이는 시장 상황과 기회에 따라 다른 양상을 보임.
- 저탄소 수소를 개발하기 위한 “가능성”에서 “방법론”으로의 전환은 수소가 최대 잠재력에 도달하기 위한 불확실성을 줄이는데 중요한 역할을 할 것이라 보여짐. 여기에서 제기되는 질문들은: 여러가지 공급망 선택지에서 오는 문제를 극복할 수 있는지? 수소가 단기적으로 기후 변화에 대처하는 위해 수행하는 역할을 할 수 있는지? 수익성이 좋은 프로젝트의 도입의 실현 가능성과 이 문제들을 다루는 공학자와 재무 담당자 사이의 격차를 좁힐 수 있는지? 주요 저탄소 수소 생산원의 안정적인 공급이 보장될 수 있는지?
- 또한, 연구 결과에 따르면 저탄소 수소를 대규모로 활성화하려면 전 세계 에너지 이해 관계자 간의 더 큰 조정과 협력이 필요하고, 민관의 협력을 도모하고, 초점용 최종 사용자와 사람으로 전환해야 한다고 함. 이를 위해서는 생산 비용에서 최종 사용 가격으로 이동, 지속 가능성의 기준이 되는 원산지 보증 제도 개발, 저탄소 수소 프로젝트에 대한 글로벌 모니터링 및 보고 도구 개발, 더 많은 경제적 기회와 함께 사회적 영향에 대한 고려가 선행되어야 한다고 주장함.

저탄소¹ 2040년까지 저탄소 수소는 전 세계의 에너지 시스템과 에너지 전환에서 중요한 역할을 할 수 있습니다. 에너지 전환의 맥락에서 이는 파리 협정 목표를 달성하기 위한 국가의 노력을 지원하는 동시에 에너지 포트폴리오의 다양성과 안보에 기여하는 역할을 할 것입니다.

세계에너지협회는 EPRI 및 PwC와 협력하여 협회 회원사와 기타 에너지 이해 관계자 및 정책 입안자 간의 전략적 지식 공유를 촉진하고 에너지에서 수소의 잠재적 역할에 대한 글로벌 대화에 기여하기 위해 새롭고 중요한 통찰력을 제공하는 것을 목표로 합니다. 시스템 및 에너지 전환. 2021년 7월과 9월에 “Hydrogen on the Horizon” 시리즈가 발표된 후 WEC, EPRI 및 PwC는 저탄소 수소 개발에 대한 지역적 차이를 더 잘 이해하기 위해 일련의 지역적 심층 분석을 했습니다. 분석 결과는 지역의 풍부함, 저탄소 수소 흡수에 대한 다양한 역할, 난점과 기회들을 인식하는데 크게 기여하였습니다. 이러한 “지역적 경로”는 또한 향후 몇 년 동안 저탄소 수소의 세계적 규모 확대와 지속 가능한 개발 목표 (SDGs) 달성에 대한 잠재적 역할에 대한 새로운 통찰력을 제공했습니다.

위와 같은 새 연구 결과는 [World Energy Insights on Hydrogen](#)에 통합되었습니다

우크라이나의 군사 분쟁에 대한 참고 사항

이 간행물의 분석 및 예측 및 관련 참조 자료는 우크라이나-러시아 군사 분쟁 상황을 반영하지 않습니다. 우크라이나에서의 군사 분쟁 과 그로 인한 에너지 시장의 혼란이 저탄소 수소의 미래에 큰 영향을 미칠 것이라는 점을 인정하지만, 이번 발표는 전쟁 발생 기점인 2022년 2월 이전의 분석을 기반으로 합니다.”

¹ 이 브리핑에서 “저탄소 수소”는 재생 가능한 에너지, 원자력, CCUS와 결합된 화석 등 모든 수소 생산 기술과 탄소 배출을 줄이는 소스를 포함합니다.

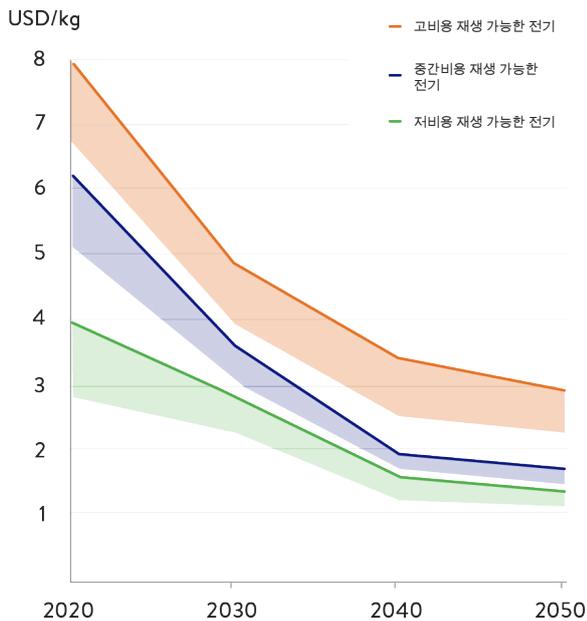
2040년까지 중요한 역할을 할 가능성

오늘날 일어나고 있는 초기 에너지 기술의 활용에 미루어보자면, 2040년까지 저탄소 수소에 대한 수요는 오늘날 화석 기반 수소에 대한 현재 수요를 초과할 수 있습니다. 기존 화석 기반 수소 사용을 대체하는 것 외에도 저탄소 수소는 탈탄소화 세계에서 새로운 최종 용도로 사용될 수 있는 기회를 제공합니다. 이는 특히 파일럿 프로젝트에서 중형 및 대형 육상 운송, 석유 화학, 철강, 철도, 해상 운송 및 항공 분야에 해당됩니다. 세계 일부 지역에서는 순수 또는 천연 가스와 혼합된 저탄소 수소가 발전, 산업 공정 및 건물 난방용 연료로 사용될 수 있습니다.

연구에 따르면, 저탄소 수소가 잠재력을 발휘하는 정도는 핵심 생산 기술의 발전에 크게 좌우됩니다. 저탄소 수소 사용은 전기분해(재생 가능 또는 원자력 발전 전기 사용) 또는 CCUS가 있는 화석 연료에서 발생할 수 있습니다. 상대적 경제성은 주로 현지에서 사용 가능한 자원 또는 현지 공급이 현지 수요를 충족할 수 없는 경우 가장 저렴한 수입 방도에 따라 달라집니다. 비용 효율적인 저탄소 수소 기술 및 운송 방법은 지역마다 다르다고 합니다. 하지만, 이는 재생 가능한 전기의 저탄소 수소 비용이 화석 연료의 저탄소 수소 비용에 비해 떨어질 것으로 예상되기 때문에 시간이 지남에 따라 조정될 수 있다고 보여집니다 (그림 I 및 II)

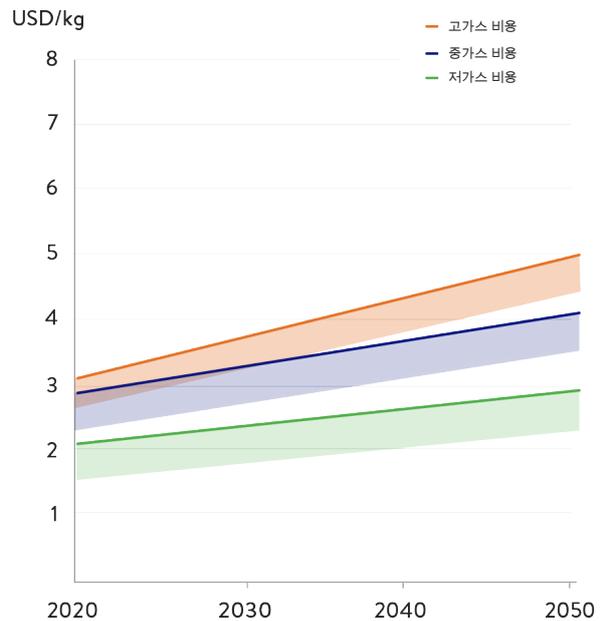
그림에 따르면, 높은 수소 운송 비용은 대부분의 수소가 생산되는 국가 또는 지역에서 소비된다는 것을 나타냅니다. 두 개의 가장 큰 에너지 시장인 중국과 미국은 수소에 있어 어느 정도 자급자족할 가능성이 높습니다. 그럼에도 불구하고 향후에는 적극적인 지역 및 글로벌 협력을 통해서, 수소 및 수소 기반 연료/화학물질의 글로벌 무역 흐름이 2030년까지 발전 될 가능성이 있습니다 (그림 III).

Figure I. 재생 가능한 전기를 통한 저탄소 수소의 2050년 예상 비용



Source: World Energy Council

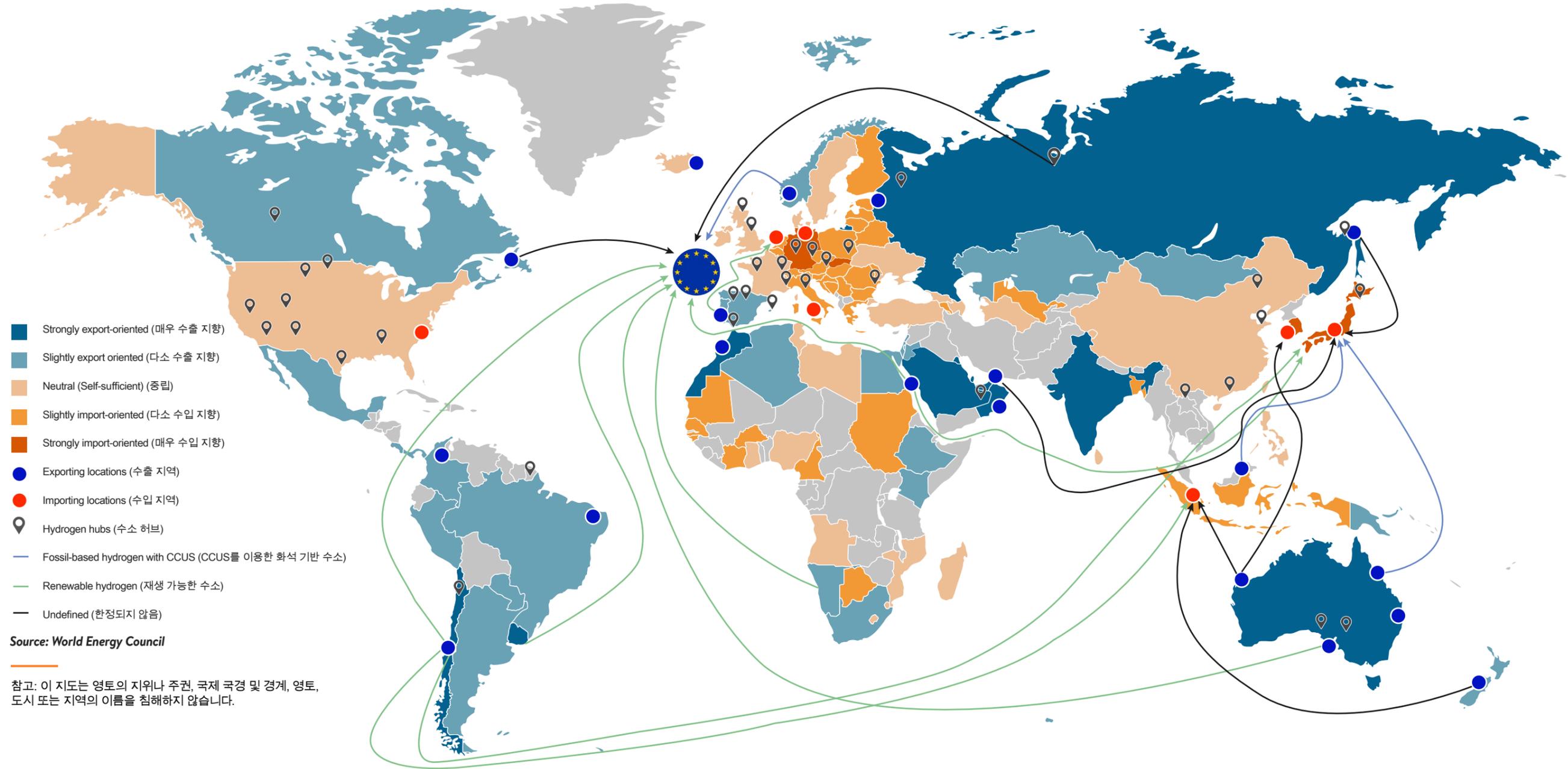
Figure II. CCUS를 사용한 천연 가스의 저탄소 수소 2050년 예상 비용



Source: World Energy Council

무역 지도에 따르면, 두 개의 주요 수입 허브의 가능성을 강조합니다. 하나는 북유럽을 중심으로 하고 다른 하나는 일본과 한국을 중심으로 합니다. 주요 수출 지역은 값싼 화석 연료와 CCUS 기회가 풍부한 지역(호주, 캐나다, 중동, 러시아)과 재생 가능 자원이 풍부한 지역(아프리카, 라틴 아메리카, 중동)으로 나뉩니다.

Figure III. 2040년의 잠재적인 저탄소 수소 수출입 역학 지도



- Strongly export-oriented (매우 수출 지향)
- Slightly export oriented (다소 수출 지향)
- Neutral (Self-sufficient) (중립)
- Slightly import-oriented (다소 수입 지향)
- Strongly import-oriented (매우 수입 지향)
- Exporting locations (수출 지역)
- Importing locations (수입 지역)
- Hydrogen hubs (수소 허브)
- Fossil-based hydrogen with CCUS (CCUS를 이용한 화석 기반 수소)
- Renewable hydrogen (재생 가능한 수소)
- Undefined (한정되지 않음)

Source: World Energy Council

참고: 이 지도는 영토의 지위나 주권, 국제 국경 및 경계, 영토, 도시 또는 지역의 이름을 침해하지 않습니다.

METHODOLOGY

The map of low-carbon hydrogen import-export dynamics in 2040 is based on multiple external sources and internal modifications. There are 5 country categories: Strongly export oriented, Slightly export oriented, Neutral (self-sufficient), Slightly import oriented, Strongly import oriented. Each country's assessment was based on energy experts' expectations for the respective countries' positioning in the global hydrogen trade by the year 2040. This was based on national hydrogen strategies, projects that have already been announced, and market trends, which together made it possible to estimate future trade routes.

The energy experts were identified within the Council's and PwC's experts' communities in the different regions. 80+ experts' responses were aggregated and synthesised to assign a score to each country's status. The final position in the import/export spectrum is based on the average score obtained amongst experts, subject to a minimum number of responses is achieved per country to ensure robustness of the score and taking into account the standard deviation of the responses for each country to reflect the uncertainty level (in case responses for a single country varied widely). Countries with high standard deviation scores were reviewed by the Council's team and an informed final score and status assigned accordingly.

Moreover, the map pinpoints major exporting and importing centres, along with the associated trade routes, and the classification of the commodity traded (low-carbon hydrogen with CCUS, renewable hydrogen, undefined, etc.). Major exporting and importing centres have been identified, and the routes are based on selected planned or announced international hydrogen trade projects or on bilateral partnerships that envisage future trading perspectives, which were identified using the World Energy Council's own sources, IEA - Global Hydrogen Review 2021, IRENA - Geopolitics of the Energy Transformation: The Hydrogen Factor 2022, and the Council's own assessment of publicly available trade projects and official partnership agreements and

Memoranda of Understanding. For simplification purposes, trade routes connected to the EU flag symbolises trade with one or multiple EU countries. For bilateral partnerships outside the scope of any trade activities of low-carbon hydrogen fuels/derivatives, please refer to Figure 13.

Finally, the map also shows the major hydrogen hubs/valleys where most low-carbon hydrogen investments/activities are occurring. Details are listed in Annex 2: List of low-carbon hydrogen valleys.

저탄소 수소의 성장 모멘텀

저탄소 수소에 대한 관심은 22개국 이 국가 전략을 발표하고 수립 (2021년 1월 이후 11개 전략 포함)한 이후에 증가하고 있으며 현재까지 400개 이상의 저탄소 수소 프로젝트가 발표되었으며 (IEA, 2021) 프로젝트에 대한 투자자 및 금융 기관의 관심이 증가하고 있습니다. 저탄소 수소 생산 기술의 비용은 전 세계적으로 감소하고 있으며, 재생 에너지로 생산된 저탄소 수소의 수준은 현재 유가가 높은 지역에서 화석 연료에서 생산되는 수소와 동등한 수준에 도달했습니다.

현재 우크라이나의 군사 분쟁은 공급망 안정 문제를 정치적 이슈로 다시 제기했습니다. 재생 가능 자원 또는 원자력을 사용하는 저탄소 수소는 공급 및 공급업체의 다양화를 지원하기 위한 에너지 수급 계획에서 점점 더 많은 위치를 차지할 수 있습니다. 단기적으로는 재생 에너지 및 원자력 분야에서 더 많은 프로젝트를 수행하고 대체 연료 및 에너지 운반체에 대한 R&D에 대한 지원을 늘리고 잠재적인 미래 저탄소 수소 무역을 위해 국가 간에 추가적인 양자 파트너십을 개발할 수 있습니다. CCUS가 적용된 천연가스 유래 수소는 현재 천연가스 공급 안정성 및 가격 변동성으로 인해 단기적으로 그 역할에 대한 불확실성이 대두되고 있다.

저탄소 수소에 대한 모멘텀이 전 세계적으로 증가하고 있는 동안, 각 지역은 저탄소 수소를 배치하는 다른 경로를 취하고 있으며, 각 지역, 국가 및 도시의 특수성을 수용하기 위해 다른 경로가 남아 있을 것입니다. 지역 간 저탄소 수소 설치량의 차이는 시장의 상황과 이해 관계자의 우선 순위의 차이로 인해 존재할 것입니다. 수소의 유용성은 많은 국가와 관련이 있지만 적용 및 공급망 개발은 특정 상황을 염두 해두고 진행 해야 합니다. 지역적 유사성과 잠재적인 시너지 효과가 발생하는 추이에 따라, 수소 개발에 대한 지역적 협력이 증가하는 것으로 봐야 합니다. (□아래 표 1)

불확실성 해결

저탄소 수소를 개발하기 위해 “가능성”에서 “방법론”으로 초점을 맞추는 것은, 수소가 최대 잠재력에 도달하려면 해결해야 하는 불확실성입니다. 이에 관련해서 몇가지 질문을 던질 수 있습니다.

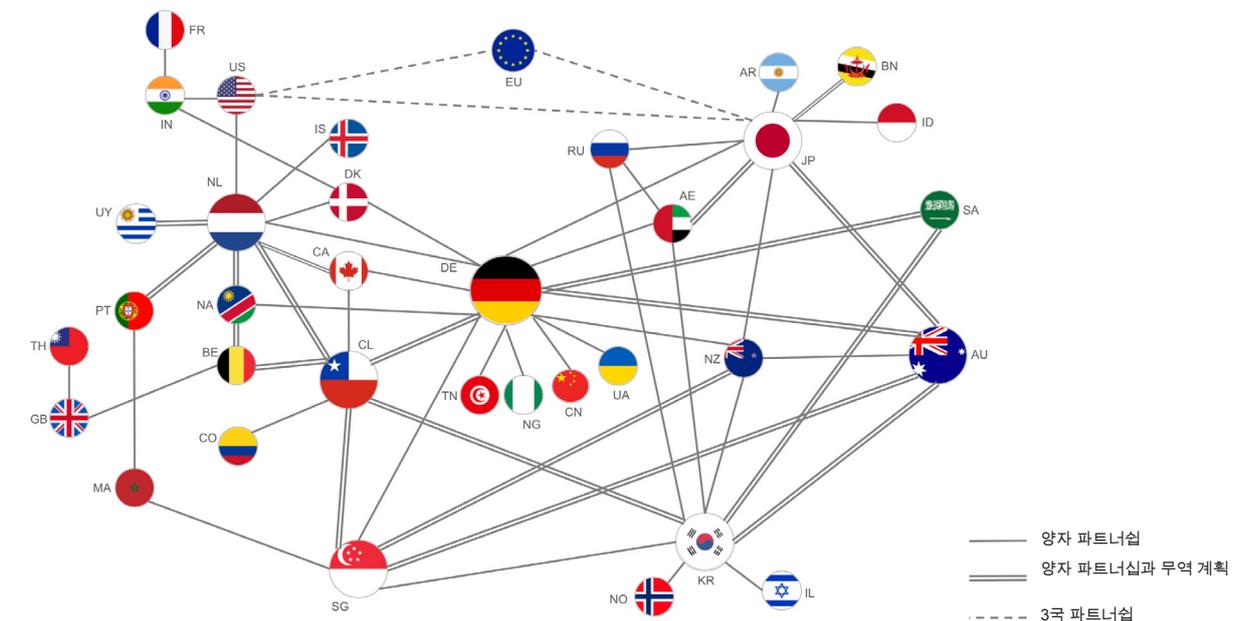
- 공급망 선택의 문제를 극복할 수 있습니까? 저탄소 수소 공급망은 다양한 생산원, 운송 및 저장 기술, 잠재적인 최종 용도로 구성됩니다. 또한 모든 수소 관련 기술 및 응용 프로그램은 개별 상황에 따라 각 국가에서 사용할 수 있는 옵션과 잠재적 경로가 증가하면서 시간이 지남에 따라 발전할 것입니다. 초기 글로벌 저탄소 수소 시장에서 다양한 옵션과 고도로 진화하는 기술 환경은 어떤 공급망으로 어떤 해결책에 투자해야 할지 결정권자들에게 어려움을 제공합니다. 또한 정부의 ‘제약없는’ 수소 전략의 개발은 프로젝트 개발자의 장기적인 가시성을 높이고 공급망을 따라 국가 간 협력의 발전을 촉진할 수 있습니다.
- 우리는 묻습니다. 수소가 단기적으로 기후 변화에 대처하는 역할을 할 수 있습니까? 저탄소 수소 프로젝트 개발 일정은 기후 변화에 대처할 필요성과 충분히 일치하지 않습니다. 2030년까지 수소가 파리 협정 목표를 달성하는 데 역할을 할 수 있도록 물질적 저탄소 수소 침투를 달성하기 위해 인프라를 개발하고 현재 화석 기반 수소를 대체하는 것을 포함하여 수요와 공급 양쪽 모두를 늘려야 하는 시급한 요구가 있습니다. 그러나 대규모 인프라 개발은 특히 사용 용도를 변경할 수 있는 기존 가스 기반 인프라 시설이 없는 경우 단기간에 준비하는 데 어려움을 겪을 것입니다. 따라서 수소 공급과 수요 사이의 닭과 달걀 문제를 해결하기 위해 “단기간에 성공적일” 프로젝트, 파일럿 프로젝트 및 허브, 가치 사슬을 따라 통합되는 프로젝트에 우선 순위가 주어져야 합니다.
- 수익성이 있는 프로젝트가 등장하고 엔지니어와 재무 담당자 사이의 격차를 좁힐 수 있습니까? 기술 제공자가 배치할 수 있는 것과 은행가가 자금을 조달할 것 사이에는 차이가 있습니다. 새로운 비즈니스 모델이 작동하고 저탄소 수소가 기존의 대안 솔루션과 경쟁력을 갖추도록 하기 위해 어떤 조치를 취할 수 있습니까? 전 세계적으로 지속 가능한 투자에 중점을 둔 팬데믹(Pandemic) 기금과 함께 녹색 투자로의 투자 예산 이동이 보일 수 있습니다. 이 지속 가능한 금융 및 ESG 운동은 정부가 수소 프로젝트를 추가로 개발하기 위해 자금을 유치하는 데 도움이 될 수 있습니다. 그러나 프로젝트의 위험요소 제거에 대한 정부의 지원 없이는 여전히 자금 조달 문제에 직면해 있습니다.
- 주요 저탄소 수소 생산원의 안정적인 공급이 보장될 수 있습니까? 재생 가능한 수소는 날씨 변화 영향을 받는 전기 공급에 크게 의존합니다. 여기서 주목해야 할 것은, 극단적인 기상 현상은 상당한 영향을 미칠 수 있다는 것입니다. 이는 재생 가능 에너지 공급에 상당한 영향을 미칠 수 있으며, 또한 재생 가능 수소 공급의 안정성에 문제와 불확실성을 야기할 수 있습니다. CCUS가 있는 화석 연료에서 파생된 저탄소 수소도 천연 가스 공급의 불확실성 및/또는 가격의 큰 변동으로 인해 공급의 불확실성이 있을 수 있습니다.



규모 활성화

저탄소 수소가 대규모로 개발되기 위해서는 전 세계, 지역 및 국가 차원에서 에너지 커뮤니티와 함께 이를 가능케 하는 요인들을 다루었습니다. 규모를 확장하려면 먼저 시장이 발전하고 수요와 공급이 더 잘 일치하도록 돕기 위해 즉각적인 글로벌 수준에서 이해 관계자 간의 더 큰 조정이 필요합니다. 이러한 맥락에서 국가 간 양자 파트너십은 지속적으로 발전하고 있으며 저탄소 수소 무역을 포함하여 증가하고 있습니다. (그림 IV) 기후는 특히 저탄소 수소에 대한 관심을 끄는데 효과적입니다. 적절한 정책이 시행되면 저탄소 수소가 진정한 잠재력을 달성하고 파리 협정의 장기 목표를 달성하는 데 도움이 될 수 있습니다. 공공 및 민간 자금 조달을 동원하는 것은 투자 위험을 줄이고, 프로젝트 수와 규모를 늘리고, 기반 시설 개발을 지원하기 위해 글로벌, 지역 및 국가 수준에서 매우 중요합니다. 국가 차원에서 수소 개발의 가장 중요한 요소 중 하나는 분명하고 잘 짜여진 국가 전략을 수립하는 것입니다. 저탄소 수소 잠재력을 실현하기 위한 규제 우선 순위, 특히 청정 분자가 에너지 믹스의 일부가 될 수 있도록 규범을 적용합니다. 탄소 가격 책정, 할당된 혼합량, 저탄소 연료 크레딧을 포함한 경제적, 재정적 의무 및 인센티브, 수소 허브 개발에 대한 국가적 지원도 지역 수요와 공급을 동시에 창출하는 데 핵심적입니다.

Figure IV. 양자 파트너십 현황



Source: World Energy Council

특히, 사람을 위한 에너지 효율성으로 초점을 전환하고 저탄소 수소 수요와 최종 사용자를 살펴보는 것이 시급합니다.

첫째, 초점을 저탄소 수소 최종 사용자 가격으로 전환해야 합니다. 저탄소 수소 수요의 증가는 비용에 민감합니다. 대화의 초점은 수소 생산 비용에서 최종 사용자를 위한 최종 가격으로 이동해야 하며 운송 비용 (운송 인프라, 현지 허가 등과 같이 일부는 추정하기 매우 어려운 구성요소가 많기 때문에 어려움), 저장 비용을 포함해야 합니다. 이익 마진 및 최종 소비 시점의 총당금 비용. 이러한 비용은 수소 생산 자체 비용보다 훨씬 클 수 있으며 저탄소 미래에 수소를 경쟁력 있게 만들기 위한 최종 목표는 최저 비용으로 생산하는 것이 아니라 사회와 환경의 최대 이익을 위해 최저 가격으로 공급하는 것입니다. .

둘째, 최종 사용자에 대한 추가 지원의 필요성을 검토 해야 합니다. 애플리케이션에서 수소를 소비할 최종 사용자들 대상으로 수요 측면에서 더 많은 지원이 필요합니다. 이는 구매자에게 공급 투명성과 보증을 제공함으로써 달성할 수 있습니다. 특히 전문가들은 수소 시장 발전을 위해 원산지 보증과 글로벌 지속 가능성 요구 사항을 만장일치로 요구했습니다. 청정 수소 개발이 파리 협정의 목표를 달성하는 데 도움이 되려면 이 주제에 대한 글로벌 협력은 빠른 시일내에 시행되어야 합니다. 그러나 전 세계적으로 통합된 메커니즘은 의도적으로 단순화되거나 덜 목표지향적인 프레임워크 (즉, 가장 낮은 단계의 목표에 동의)를 설정할 위험이 있으며 채택하는 데 더 긴 시간 프레임이 필요할 수 있습니다. -또한, 단기 국가간 무역 계획. 저탄소 수소에 대한 현재의 규제 불확실성(예: 수소 생산 방법, 탄소 집약도 규칙 등의 조화된 정의 부족)으로 인해 산업 규모 프로젝트의 투자 및 확대가 지연되고 있습니다. 따라서, 국가 및 지역 인센티브가 이 주제에 대해 발전하고 있지만 일방적으로 세계 무역에 장벽을 만들

수 있습니다. 이에 발 맞춰 전문가들은 이러한 정의를 표준화하기 위한 세계적인 노력을 주도할 국제적으로 인정받는 기관을 필요로 하고 있습니다. 또한 최종 사용자에게 더 많은 지원을 제공하려면 인센티브 및 기타 정책 도구(예: 탄소 가격, 차이에 대한 탄소 계약(CCFD), 탄소 경계 조정 메커니즘(CBAM) 또는 할당량)를 통해 대안으로서의 저탄소를 적극 전환을 장려해야 합니다. 마지막으로, 최종 사용자를 지원하려면 위험을 감수하는 투자에 대한 불확실성을 줄여야 합니다. 현재 가격과 안전 문제가 수소 규모 확대를 방해하지만 단기적으로는 양해각서, 파트너십, 장기 계약이 시장을 형성하고 위험을 감수하는 사람들에게 가시성을 제공하고 있습니다. 시장이 발전함에 따라 더 많은 유연성과 경쟁력이 나타날 수 있습니다.

셋째, 저탄소 수소 개발은 경제적 기회와 함께 사회적 영향을 고려해야 합니다. 지역의 저탄소 수소 수요가 다른 대안에 비해 경제적으로 타당한 응용 분야, 특히 기존의 상당한 수소 소비 또는 수출 확대 가능성이 있는 국가에서 먼저 충족되도록 하는 데 더 중점을 둘 필요가 있습니다. 저탄소 수소 사용 다운스트림을 개발하려면 자체 운송, 기반 시설 및 저장 시설이 필요하며, 이는 수소의 다목적성으로 인해 특히 재생 에너지 자원이 풍부한 국가에서 새로운 기술과 일자리 기회를 창출할 수 있습니다. 이를 통해 각 사회는 저탄소 수소 경제 개발과 관련된 더 많은 가치를 포착할 수 있습니다. 저탄소 수소 섭취의 핵심 성공 요인은 사회적 허가과 그에 따른 기후 변화 완화에 대한 수소의 역할 및 형평성 향상과 관련하여 에너지 시스템에서 할 수 있는 역할에 대해 대중에게 더 많은 교육을 제공해야 할 필요성과 관련이 있습니다. 일반 대중들의 수소에 관한 이해를 높이고 업계 전반에 걸쳐 기존 기술을 개선하려면 교육과 지원이 필요할 것입니다. 그런 점에서 저탄소 수소 프로젝트에 대한 글로벌 모니터링 및 보고 도구의 개발은 시간 경과에 따른 진행 상황을 추적하고 의사 결정을 지원하는 것 외에도 대중의 인식 개선에 도움이 됩니다. 이는 최종적으로 교육적 효과를 가져올 것입니다.

Table I. Regional Insights

	아프리카	아시아-태평양	유럽	라틴 아메리카, 카리브 국가	중동 및 걸프 지역	북미
SDGs						
경제 활동 / 기회들	<p>-최종 사용 우선 순위: 1) 에너지 접근, 2) 농업, 3) 수출, 4) 산업-저탄소</p> <p>수소 생산원: 1) 재생 가능한 수소, 2) 천연 수소, 3) CCUS가 있는 천연 가스에서 수소</p>	<p>-최종 사용 우선 순위: 1) 산업, 2) 이동성, 3) 발전</p> <p>-저탄소 수소 생산원: 1) &quot;무탄소&quot; 수소 (즉, 저탄소, 수소유형에 대한 관계 없음-재생 가능한 수소, CCUS가 있는 천연가스 및 석탄의 저탄소 수소)</p>	<p>-최종 사용 우선 순위: 1) 산업, 2) 이동성</p> <p>-저탄소 수소 생산원: 1) 재생 가능한 수소, 2) CCUS가 있는천연 가스에서 수소, 3) 다른출처에서 나오는 수소 (핵, 폐기물, 바이오 메탄, 메탄 열분해 등)</p>	<p>-최종 사용 우선 순위: 1) 산업, 2) 이동성, 3) 농업, 4) 수출(수소 및 수소를 사용하는 제품)</p> <p>-저탄소 수소 생산원: 1) 재생 가능한 수소, 2) CCUS가 있는모든 지역에서 사용 가능한 화석연료의 수소</p>	<p>-최종 사용 우선 순위: 1) 수출, 2) 산업</p> <p>-저탄소 수소 생산원: 1) CCUS가 있는 모든 지역에서 사용가능한 화석 연료의 수소,2) 재생 가능한 수소</p>	<p>-최종 사용 우선 순위: 1) 산업, 2) 이동성</p> <p>-저탄소 수소 생산원: 1) 저탄소 수소(재생수소, CCUS 기반화석연료 등)</p>
지역 경로	<p>-저탄소 수소 개발은 아프리카가 에너지접근, 에너지 자립, 식량 안보 및 지역고용 문제를 해결하는 데 도움이 될 수 있음.</p> <p>-아프리카는 저탄소 수소 생산 및 에너지전환 기술의 가치 사슬의 일부인 중요한광물 자원을 개발하기 위한 상당한 재생에너지 자원을 보유하고 있음.</p> <p>-그러나, 극복해야 할 많은 과제가 있음. 일부 국가의 수소 경제를 활용하는구체적인 능력은 인프라 및 일반 인식의부족, 정치적 및 경제적 과제, 수요안보의 부족 및 물 부족으로 인해제한됨.</p> <p>-북아프리카는 더 유리한 조건을 가지고있음 - 특히 모로코, 알제리, 이집트는수소 및 그 파생상품의 선점자 및수출국이 될 수 있음</p> <p>-수소 개발의 초기 단계에서 아프리카국가들 기술 결정자로 자리매김할 수있는 수소 혁신 가능성 보장</p>	<p>-수소경제: 운송의 진원지인아시아태평양 지역 - 일본, 한국,호주가 먼저 전략 발표함</p> <p>-다양한 응용 분야에서 탈탄소화노력을 지원하고 수출을 위한 혁신 및신기술을 통해 경제 성장을 유지할 수있는 저탄소 수소 기반 연료에 대한통합적 접근 방식이 필요함</p> <p>-다른 국가의 계획은 아직 발표되지않았음 (중국과 인도 등)</p> <p>-저탄소 수소 출수의 초기 단계에서:연료 간의 우선 순위를 정의하면 규모확대를 촉진할 수 있으며 글로벌 무역개발의 장애물을 해결하기 위해 더많은 지역 및 글로벌 협력이 필요함(예: 수소 공급원에 대한 다양한 정의부족, 해양 업데이트 규정 등)</p>	<p>-독일이 준 영향 - 이제 유럽은 전세계적으로 수소 개발의 최전선에있음</p> <p>-EU는 탈탄소화 목표를 지원하기위해 저탄소 수소에 크게 의존할계획이며 수입에 대한 높은 목표율세움(북아프리카, 라틴 아메리카, 걸프 국가 등)</p> <p>-EU의 여러 과제 1) 반대 의견에 대응하는 것: 예를들어 블렌딩 시, 저탄소 생산 소스,수소 수소 대 중간 단계(예: 메탄,암모니아, 액체 연료로의 동력) 등 2) 조화된 표준을 개발하고 규제를간소화하는 것</p> <p>-기후 의제와 수소 기반 시설 구현사이의 타임라인 격차: 2030년이후에 운영되는 초대형 기반 시설프로젝트(특히 수입용). 한편, 유럽내에서는 현장 프로젝트와 수소허브가 개발되고 있으며, 지역 내외부 전해조 높은 재생 에너지용량으로 유럽 수요의 일부를 공급할수 있음</p>	<p>-주로 재생에너지로부터의 수소에중점을 두지만 대륙에서 이용 가능한모든 자원을 고려하여 수소 생산 및사용 개발에 대한 폭넓은 관심</p> <p>-지역 수요를 개발하는 것이 경제를탈탄소화하는 데 도움이 되는 주요목표임.</p> <p>-칠레는 선구자이며 현재 매우역동적인 대륙의 수소에 크게 영향줄. 탄력이 높아지고 있으며 지역협력이 증가하고 있음</p> <p>-유럽 대륙은 잠재적인 수입 시장(예:네덜란드, 호주, 일본)의 관심 증가</p> <p>-글로벌 수소 시장에서 더 많은외국인 투자 유치 및 LAC 지역 설치를위한 협력 확대 가능</p>	<p>-MEGS의 모멘텀은 지역의 순환 탄소경제 의제와 함께 기존 에너지 기업에의해 주도됨.</p> <p>-유럽 및 아시아의 기존 시장에에너지 수출을 지속한다는 최종목표로 투자가 실행되고 있음.</p> <p>-재생 에너지 생산을 위한 우수천연 자원과 결합된 기존의 방대한석유 및 가스 자산은 이 지역의저탄소 수소 생산을 세계에서 가장경쟁력 있는 지역으로 만들고 있음.</p> <p>-사우디아라비아, UAE, 오만 등저탄소수소 모멘텀 주도하고 있음.</p> <p>-저탄소수소 및 그 파생물 수출허브를향한 큰 포부를 내비침.</p> <p>-외국 법률 및 규정은 이러한 목표,특히 잠재적 수출과 관련된 규정을방해할 수 있는 정책 장애물을 만들 수 있음.</p>	<p>-캐나다와 미국 내 특정 주에서모멘텀이 나타나고 있음.</p> <p>-목표는 향후 수십 년 동안 에너지시스템의 전반적인 복원력을 높이고향상시키는 것임.</p> <p>-첨단 기술 준비로 인해 국내 시장이특히 운송 부문에서 최종 사용애플리케이션을 선택하도록 압력을가하고 있음</p> <p>-청정 이동성을 목표로 하는 개발된규정 및 인센티브는 운송 부문에서저탄소 수소의 사용을 더욱 촉진하고있음.</p> <p>-특히 이 지역이 기존 에너지수출국이기 때문에 저탄소 수소 및 그 파생물에 대한 수출 목표도강조되고 있음.</p> <p>-수요와 공급이 같은 곳에서 허브를만드는 것이 우선임.</p>
수요 기반	<p>-아프리카 수소 기술 개발 및 수소 공유비전 창출을 위한 지역 및 대륙간 협력및 수입 시장과의 협력</p> <p>-인적 자본 및 인프라 개발을 위한 격차평가</p> <p>-운송, 산업 및 농업 분야의 내수 개발</p>	<p>-저탄소 수소 글로벌 공급망 및 수소무역 발전을 위한 양자 및 다자 협력강화</p> <p>-에너지 정책에 대한 통합적 접근 및에너지 시스템의 여러 측면에서 수소및 그 파생물 주류화</p> <p>-수소 관련 기술 지원 및 이동성 활용확대</p>	<p>-유럽 연합의 규제 장애물 제거(최소원국 간의 불일치)</p> <p>-생산 측면에 대한 더 많은 지원메커니즘 및 수요 측면에 대한인센티브 전환(예: CCFD 또는 할당량) 주류화</p> <p>-국제 무역의 발전 지원</p> <p>-EU 내에서 보다 조율된 수소 외교활동</p>	<p>-대륙에 대한 가시성 제고 및 외부투자 유치를 위한 지역 협력</p> <p>-통합 저탄소 수소 공급망을 위한각국의 개별 강점을 보다 잘 파악하고구축</p>	<p>-지역 협력 증대 및 이전의 실패한사례로부터 교훈 도출</p> <p>-주로 수출용 수소 산업을 창출하는것과는 대조적으로 현지 시장에서선지 생태계 및 최종 사용 응용프로그램 개발</p> <p>-대규모 파일럿 프로젝트의 자금 조달가능성을 높이기 위한 재정 보조금 및지원 메커니즘</p>	<p>-수소 운반 및 유통 비용의 규모화 및절감</p> <p>-R&D 및 파일럿 및 실증 프로젝트에대한 자금 지원</p> <p>-미래 프로젝트의 위험을 줄이는 데도움이 되는 허브 센터 만들기</p>

WORLD ENERGY COUNCIL IN COLLABORATION WITH EPRI AND PWC

WORLD ENERGY INSIGHTS: WORKING PAPER | REGIONAL INSIGHTS INTO LOW-CARBON HYDROGEN SCALE UP

SDGs legend

17. sustainable development goals (SDGs) 중 2, 7, 8, 9, 11, 12, 13

2: 기아 종식, 식량 안보 달성, 영양개선, 지속 가능한 농업진흥

7: 모두를 위해저렴하고 안정적이며지속 가능하며 현대적인에너지에 대한접근의보장

8: 모두를 위한지속적이고 포용적이며지속 가능한 경제 성장,완전하고 생산적인 고용및 양질의 일자리 촉진

9: 탄력적인인프라 구축, 포용적이고지속 가능한 산업화 촉진및 혁신 촉진

11: 포용적이고안전하며 회복력 있고지속 가능한 도시와 정착지

12: 지속 가능한소비 및 생산 패턴 보장

13: 기후 변화와그 영향에 대처하기 위한긴급 조치 마련

THE WORLD ENERGY COUNCIL의 사람들

JEAN-MARIE DAUGER
Chair

CLAUDIA CRONENBOLD
Vice Chair - Latin America/Caribbean

MIKE HOWARD
Co-Chair

ELHAM MAHMOUD IBRAHIM
Vice Chair - Africa

NORBERT SCHWIETERS
Vice Chair - Finance

SHIGERU MURAKI
Vice Chair - Asia Pacific/South Asia

KLAUS-DIETER BARBKNECHT
Vice Chair - Strategic Alliances

FAHAD AL TURKI
Vice Chair - Gulf States / Middle East

LEONHARD BIRNBAUM
Chair - Studies Committee

JOSE ANTONIO VARGAS LLERAS
Chair - Programme Committee

OLEG BUDARGIN
Vice Chair - Congress, 2022

OMAR ZAAFRANI
Chair - Communications & Strategy Committee

BEATRICE BUFFON
Vice Chair - Europe

ANGELA WILKINSON
Secretary General

WORLD ENERGY COUNCIL 후원 기업

ISO de California

Swedish Energy Agency

EDF

Tokyo Electric Power Co

ENGIE

Oliver Wyman

PwC

WORLD ENERGY COUNCIL

<u>Algeria</u>	<u>Hungary</u>	<u>Panama</u>
<u>Argentina</u>	<u>Iceland</u>	<u>Paraguay</u>
<u>Armenia</u>	<u>India</u>	<u>Poland</u>
<u>Austria</u>	<u>Indonesia</u>	<u>Portugal</u>
<u>Bahrain</u>	<u>Iran (Islamic Rep.)</u>	<u>Romania</u>
<u>Belgium</u>	<u>Ireland</u>	<u>Russian Federation</u>
<u>Bolivia</u>	<u>Italy</u>	<u>Saudi Arabia</u>
<u>Bosnia & Herzegovina</u>	<u>Japan</u>	<u>Senegal</u>
<u>Botswana</u>	<u>Jordan</u>	<u>Serbia</u>
<u>Bulgaria</u>	<u>Kazakhstan</u>	<u>Singapore</u>
<u>Cameroon</u>	<u>Kenya</u>	<u>Slovenia</u>
<u>Chile</u>	<u>Korea (Rep.)</u>	<u>Spain</u>
<u>China</u>	<u>Kuwait*</u>	<u>Sri Lanka</u>
<u>Colombia</u>	<u>Latvia</u>	<u>Sweden</u>
<u>Congo (Dem. Rep.)</u>	<u>Lebanon</u>	<u>Switzerland</u>
<u>Côte d'Ivoire</u>	<u>Lithuania</u>	<u>Syria (Arab Rep.)</u>
<u>Croatia</u>	<u>Malta</u>	<u>Thailand</u>
<u>Cyprus</u>	<u>Mexico</u>	<u>Trinidad & Tobago</u>
<u>Dominican Republic</u>	<u>Monaco</u>	<u>Tunisia</u>
<u>Ecuador</u>	<u>Mongolia</u>	<u>Turkey</u>
<u>Egypt (Arab Rep.)</u>	<u>Morocco</u>	<u>United Arab Emirates</u>
<u>Estonia</u>	<u>Namibia</u>	<u>United States of America</u>
<u>eSwatini (Swaziland)</u>	<u>Nepal</u>	<u>Uruguay</u>
<u>Ethiopia</u>	<u>Netherlands</u>	<u>Vietnam</u>
<u>Finland</u>	<u>New Zealand</u>	
<u>France</u>	<u>Niger</u>	
<u>Germany</u>	<u>Nigeria</u>	
<u>Greece</u>	<u>Norway</u>	
<u>Hong Kong, China SAR</u>	<u>Pakistan</u>	

*Awaiting membership approval

62-64 Cornhill
London EC3V 3NH
United Kingdom
T (+44) 20 7734 5996
F (+44) 20 7734 5926
E info@worldenergy.org

www.worldenergy.org | [@WECouncil](https://twitter.com/WECouncil)