

2025 KPF디플로마 기후테크 해외 교육과정 결과보고서

2025 KPF디플로마 기후테크 해외 교육과정 결과보고서

보고서 작성 2025 KPF디플로마 기후테크 과정 참가자

김가람(KBS제주), 김소연(과학동아), 민경빈(머니투데이방송),
이원희(에너지경제신문), 이형진(뉴스1), 정은혜(중앙일보)

교육과정 기획 및 담당

김지윤(한국언론진흥재단)

결과보고서 목차

일정	7
참가자 후기	13
KBS제주 김가람 기자	15
과학동아 김소연 기자	25
머니투데이방송 민경빈 기자	35
에너지경제신문 이원희 기자	41
뉴스1 이형진 기자	49
중앙일보 정은혜 기자	59
기사 보도	65
KBS제주 김가람 기자	69
과학동아 김소연 기자	100
머니투데이방송 민경빈 기자	129
에너지경제신문 이원희 기자	147
뉴스1 이형진 기자	155
사진	175

해외 교육과정 일정

□ 핀란드(6.5~6.11)

기관 (평점)	면담자	내용
Business Finland (4.5)	Helena Sarén (Business Finland) Markku Kivistö (Business Finland) Petteri Kuuva (Ministry of Economic Affairs and Employment) Jussi Åkerberg (Business Finland)	- Business Finland 기후정책과 기후산업 관계자와의 만남으로, 핀란드 기후테크 및 에너지산업 전반을 다룸. - 핀란드는 청정 에너지, 기술 혁신, 강력한 정부 지원을 바탕으로 전기화의 글로벌 선도국임. 99.9% 전기 공급이 가능한 전력망과 지속 가능한 솔루션에 집중하며, 운송 및 산업 분야의 전기화를 추진함. 또한, 풍부한 광물 자원, 첨단 연구개발, 순환경제를 활용하여 배터리 가치사슬에서도 중요한 역할을 하고 있음. - 총 4명의 면담자가 참여하여 발표 및 질의시간을 가짐. 기본적인 배경 설명에 대한 내용으로 참가자의 질문이 가장 많았던 과정 중 하나.
Fingrid (4.83)	Annika Ahtiainen (Head of Strategic Grid Design)	- Fingrid는 핀란드의 송전망 운영사로(한국전력공사 역할), 소유주는 핀란드 정부와 연금보험사. Fingrid의 임무는 모든 상황에서 사회의 에너지 공급을 보장하고, 청정하고 시장 기반의 전력 시스템을 촉진하는 것. - 이번 미팅에서는 에너지 시스템의 전기화와 핀란드가 세계적 탄소중립 목표를 달성하기 위해 핵심적인 역할을 하는 스마트 그리드 백본에 대해 논의함. - Business Finland 미팅과 마찬가지로, 전기화에 관련된 직접적인 핀란드 정책과 현안을 다루었다는 점에서 참가자들의 반응이 좋았음. 면담자의 적극적인 태도가 돋보였으며, 예정된 면담 시간보다 추가로 진행함.
VTT (4.33)	Tuula Mäkinen (Lead, Green electrification)	- VTT는 연구, 개발, 혁신 파트너로 핀란드 국영 연구기관임. VTT에서는 전기화를 통해 경제와 사회의 탈탄소화를 위한 체계적·기술적 솔루션을 개발함. 에너지 시스템과 시장, 스마트 그리드, 운송·산업·건물의 전기화, 수소 및 에너지 저장에 집중함. 파트너들과 함께 에너지 혁신의 상용화를 이끄는 효과적인 파일럿 프로젝트를 실행하는 점에서 의의가 있음. - 파일럿 프로젝트 중 한국 기업과 협업 사례에 대한 질문이 있었음. 기회에 대해서는 호의적인 한편, 한국 정부기관과 협력한 사례는 있음. 연구 기관임에도 단순 연구만이 아닌 기업체와의 협력을 통해 실용화까지 이끌어낸다는 점에서 참가자들의 호응이 좋았음.
Nokia Executive Experience Center (EEC) (3.5)	Jonna Jurvanen (Customer Engagement Manager)	- Nokia Executive Experience Center(EEC)는 Nokia의 고객과 파트너가 혁신을 직접 체험할 수 있는 라이브 데모 공간임. - 이번 시연에서는 Net-Zero 목표 달성을 위한 고객 비용 절감 솔루션에 대해 논의가 이뤄짐 * 에너지 효율 솔루션: 에너지 및 CO2 이상 현상이 있는 사이트를 식별하고, 무선 사이트의 에너지 소비를 줄이는 솔루션 시연 * 탄소 배출: 2040년까지 Net-Zero 달성을 위한 주요 조치와 공급망 탈탄소화 * 에너지 시장 수익화: 재생에너지 비중이 높아지는 에너지 시장에서의 수익화 방안 - 사전 허가는 받았으나, 방문 당일 녹음, 사진영상, 보도에 대해 엄격히 관리함. Publish 전 사전 확인 요청함.

BaseN (4.67)	Olli Sairanen (Sales and Marketing Manager) Maliha Tasnim (Technical Sales Manager)	- BaseN은 디지털 트윈 및 네트워크 관리 플랫폼을 제공하는 기업체로, 통신망 모니터링 및 보안을 주요 업무로 시작했으며, 이후 IoT 및 에너지 분야로 사업을 확장함. * 스마트 그리드 모니터링 :실시간 전력망 상태를 'Insite Map'이라는 지도 기반 시각화로 보여주며, 알람 기능을 통해 문제를 조기에 식별하고 추적함 * 재생에너지 통합: 태양광, 풍력 등 다양한 발전원에서 유입되는 전력을 모니터링하고, 부하 분산 및 저장처리 계획을 위한 데이터를 제공함 * 스마트 빌딩 에너지 관리: 조명, 난방, 전기차 충전기, 실내 온도 등 다양한 에너지 소비 데이터를 수집하여 건물 관리자들이 효율성과 비용을 최적화할 수 있도록 지원함 * 가정용 에너지 모니터링: 일반 가정에서도 실시간 전력 사용량을 모니터링하고, 사용 패턴에 따른 에너지 절약 결정을 돕는 기능을 제공함.
Vantaan Energia (4.17)	Juha Luomala (Director of Communications and Public Affairs)	- Vantaan Energia는 핀란드 도시 에너지 기업 중 하나로, 핀란드에서 네 번째로 큰 반타 지역의 지역난방기업임. Vantaan Energia의 전략은 에너지와 한정된 자원의 스마트한 순환에 기반함. 프로젝트 개발을 통해 기존 자원이 효율적으로 순환될 수 있도록 지속적으로 새로운 방법을 모색 중. - 전력 에너지 생산 기술에 대한 방안과 전기 보일러 기술을 소개함. 현재 세계 최대 규모의 열에너지 저장 시설(Varanto) 프로젝트를 다루며, 순환 에너지 체계를 전달함. - 프리젠테이션과 함께 현장 질문을 위주로 면담을 진행하였으며, 핀란드 지역난방 시스템 전반에 대한 이해와 함께 전기화 방안에 대한 논의가 이뤄짐.
Steady Energy (4.67)	Lauri Muranen (Head of Public Affairs)	- Steady Energy는 첨단 마이크로원자로 기술을 통해 지속가능한 에너지 솔루션을 중점으로 하는 핀란드 민간 기업. 탄소 없는 원자력 에너지 시스템 개발에 집중하며, 핀란드의 원자력 안전 전문성을 바탕으로 혁신적 엔지니어링을 활용하여 산업과 지역 사회에 에너지 솔루션을 제공하고 있음. - VTT 프로젝트에서 분리된 회사로, 2023년에 설립됨. 원자력을 활용한 전력 발전에 중점하고 있음. 지하 플랜트를 구축하여 안정성과 비용 절감의 효과를 높이하고자 함. - 방문기관 중 유일한 원자력 에너지를 기반한 기업으로 관련한 수급현황과 국민 의식 등에 관한 질문이 가장 많았음.
Oilon (4.17)	Tero Tulokas (Senior advisor, Former CEO of Oilon)	- Oilon은 지역 난방 기술 기업으로, 직접적이고 측정 가능한 배출 저감에 기여하는 제품을 생산함. 산업용 히트펌프 솔루션과 저배출 연소 기술을 연구하고 있음. 기업 소개 프리젠테이션과 버너 공장 견학이 진행됨. - 연소 기술 기반에서 히트펌프 중심의 전기 기반 에너지 기업을 전환. 히트펌프 100만대 이상 공급하였으며, 한국 대비 4~5배 지역난방 보급률이 높음. 탄소 중립에 더 나아가 네거티브 탄소를 목표로 함. 대량 생산과 공급망 최적화가 비용 절감의 핵심. - 첫 공장 견학 프로그램이 있었으나, 보안상으로 사진 및 영상 촬영 금지됨. 추후 별도 프레스용 사진을 전달 받고자 요청함.
Finnish Minerals Group (4.33)	Sini Eskonniemi (VP, Innovation and Technology Development) Jukka Salmela, (Business Development Manager, Battery Value Chain)	- Finnish Minerals Group Oy는 핀란드 정부가 전액 출자한 특수목적회사로, 핀란드의 광물 및 배터리 산업 발전을 담당함. FMG의 임무는 핀란드 광물의 가치를 극대화하는 것이며, 동시에 기업과 조직의 협력 네트워크를 개발하여 배터리 가치 사슬을 조성하는 것이 목적임. - 핀란드는 원자재부터 전지까지 가치 사슬을 가지고 있는 국가임. 특히 배터리 원자재 광물을 모두 보유한 국가로, 매장량이 큰 규모는 아니지만 유럽 내에서 가장 크고 그에 따라 경쟁력을 보유하고 있음. 채굴 및 개발 프로젝트 일부를 소개함.

BATCircle (4.33)	Sonja Nurmi (EU coordinator, Aalto University) Rodrigo Serna Guerrero (Assoc. Prof., Aalto University)	- BATCircle은 핀란드 기반의 컨소시엄으로, Aalto 대학이 관리하며 배터리 금속 연구를 진행함. 핀란드 내 기업과 연구기관의 협력 강화, 광업·금속·배터리 화학 산업의 제조 공정 개선, 전문가 양성을 목표로 운영하고 있음. - 프로젝트 주요 관계자와의 미팅 및 금속/화학 실험실 방문이 이뤄짐. - 전담 교수과의 면담이 진행된 후, 실험실 방문하여 배터리 재활용 관련한 실험에 참관함. 특히 Black Mess 분리 기술에 초점을 맞춰져 있으며 학술적 완성도를 높이기 위해 연구 중임. 사진 및 영상 촬영 등에 호의적이었음.
GigaVassa EnergyVassa (4.33)	Marko Kuokkanen (CEO, Technology Centre Merinova / GigaVaasa) Mikael Hallbäck (Director, Ostrobothnia Chamber of Commerce) Antti Hakala-Ranta (Local Division Manager) Mathias Skytte (Head of Marketing and Communication, VEO) Nicklas Södö (Director Technology, Danfoss Drives) Sari Kola (Director, EnergySampo Ecosystem)	<GigaVassa 프리젠테이션, 클러스터 견학> - Vassa는 핀란드의 도시이자 오스트로보스니아 지역의 중심 도시. 지역 대학, 기업, 지방자치단체가 긴밀히 협력하며(Triple-Helix) 핀란드에서 가장 에너지 기술 분야에 중점을 두고 있음. - 북유럽 최대 에너지 기술 집적지인 EnergyVaasa 클러스터에는 약 400여개의 세계 기업이 입주해 있음. 한국 기업 유치에도 관심이 많음. 투자 유치 지원이나 입주 배 네핏에 대한 소개가 이루어졌음. <ABB Finland 프리젠테이션, 공장 투어> - ABB는 전기화 및 자동화 분야의 글로벌 기술 리더로, 엔지니어링과 디지털화 전문성을 결합해 다양한 산업 분야의 효율성, 생산성, 지속 가능성을 높이고 있음. <VEO 프리젠테이션> - VEO는 자동화와 전기화를 통해 산업 공정을 효율적이고 안정적이게 운영하고 있음. 지속적인 혁신을 통해 글로벌 에너지 과제를 해결하고, 산업을 수익성을 갖출 수 있도록 발전시킴. <Danfoss 프리젠테이션, 공장 투어> - Danfoss Drives는 전기 모터의 가변 속도 제어 분야를 선도하고 있음. 0.18kW~5.3MW의 다양한 범위에서 가장 다양한 AC 드라이브를 개발·제조하고 있음 <EnergySampo 프리젠테이션> - EnergySampo는 에너지 생산, 저장, 전송, 최적화 문제를 함께 해결하며, 화석연료에서 재생에너지로의 전환과 탄소중립 사회 건설을 목표로 운영 중.

□ 스웨덴(6.12~6.18)

기관 (평점)	면담자	내용
RISE 스웨덴국립연구 구원 (5.0)	Bjorn Samel (VP of the Smart Hardware Department) Jang-Kwon Lim (Sr. Researcher and Lead of WBG Strategic Technology Research)	- RISE 스웨덴국립연구원은 국가 연구 및 혁신 파트너로서, 산업, 학계, 공공 부문과의 협력을 통해 RISE는 기후 중립 사회로의 전환을 지원함. - RISE는 센서 시스템, 전자기 적합성, 환경 내구성 등 전자 분야의 연구를 진행함. 차량, 기계, 라디오, 모바일, IT 장비 등 다양한 제품에 대한 시험, 개발, 인증 서비스를 제공하며, 이번 미팅에서는 전력 반도체를 핵심으로 다룸. - 프리젠테이션 종료 후 연구실 투어, 클린룸 및 전력전자 특성화 실험실 방문이 이어짐. - 주요 논점: 전력/화학물 반도체, 트리플 헬릭스 모델, 기술 상용화.
Candela (4.83)	Brigitte Junker (International Policy and Public Affairs Head) Axel Brangenfeldt (Business Development and Middle East Head)	- Candela Technology AB는 수중의 전기 선박 분야의 선도 기업. 수중의 기술은 에너지 소비를 80% 절감하면서 운영비를 낮추고, 장거리 배터리 운항과 부드러운 승차감을 제공할 수 있음. 2019년 세계 최초의 전기 수중의 보트 Candela C-7을 출시했고, 이후 C-8, 2023년에는 P-12 셔틀 페리를 출시함. * 적용 분야 및 잠재력: 도심 대중교통: 시청에서 에케로 섬까지 자동차로 50분 걸리는 거리를 P-12로 절반 시간(30분)에 이동함, 이는 도로 교통체증이 심한 도심에서 해상 운송의 효율성을 높여 대중교통의 한 대안이 될 수 있음. 한국 적용 가능성: 한강(여의도에서 잠실까지 18분 소요 예상)과 같이 물이 안정적이고 페리 트래픽이 있는 서울, 보령, 목포, 여수, 부산 등지에서 활용 가능성이 높음.
Hitachi Energy Sweden (4.33)	Niklas Persson (Executive Vice President at Hitachi Energy)	- 히타치에너지 그리드 통합 사업 5개 사업 부문 1)HVDC 2)그리드 3) 파워 퀄리티 솔루션 4)반도체 관련 부문(스위스 소재) 5)컨설팅 - 초고압직류송전망(HVDC) 기능 관련 소개와 더불어, 가장 중점을 두고 있는 '에너지 삼중 딜레마(Energy Trilemma)' 목표를 전달함. 에너지의 경제성(affordability), 지속가능성(sustainability), 그리고 공급 안정성(situation of supply) 이 세 가지 요소를 동시 달성을 지향함. - 한국에 있는 전기 계통의 특성과 완도-제주 프로젝트 사례를 설명함. - 주요 논점: 전력망, HVDC, 에너지 전환, 탄소중립
Swedish Energy Agency 스웨덴에너지청 (4.17)	Paul Westin (Senior Business Developer) Anna Andersson (Analyst)	- 스웨덴에너지청은 국가 에너지 공급 및 사용을 감독하는 국가 기관. 정부 규정과 연간 예산에 따라 지속가능한 에너지 시스템 전환의 중심 역할 수행 중. 신재생에너지, 스마트그리드, 차세대 차량, 지속가능 연료 등 연구를 지원하고, 기후·클린테크 솔루션의 사업화 및 수출을 담당함. - 스웨덴 에너지 종류별 사용량, 에너지 소비 형태, 탄소 배출량, 재생에너지 비중 등 기후 및 에너지 산업 전반의 이야기를 다룸. 핀란드 에너지 정책과의 차이 등을 질의했으나 EU 국가 동일한 수준으로 운영될 것이라는 내용만을 전달함. 특히 전력시장(예비시장, 비딩존) 체제에 대한 논의가 있었음.

Atlas Copco Group (2.33)	Jonas Mann (Vice President of R&D, Motor Vehicle Industry Division, Industrial Technique Business Area) Tobias Sörling (Department Manager, Station Critical Software, R&D) Pankaj Kumar (Sustainability Project Leader)	- 아틀라스콧코는 네 개의 비즈니스 영역으로 구성됨. 압축 공기 및 진공 솔루션, 에너지 및 배수 시스템, 산업용 펌프, 전동 공구, 조립 시스템, 머신 비전 기술 분야로 나뉨짐. - 제품 생산 및 고객에 대한 기후 에너지 솔루션을 제안하고자 노력하고 있음. 특히 스코프3(고객경험) 부분에서 기후 목표를 달성하기 어려운 상황. 에너지 효율과 가격 경쟁력을 앞세워 설득하고 있음. - 프로그램은, 광산 투어(기업 역사 설명), 프리젠테이션(4개 부분)으로 구성되어 진행. 기록을 허용하지 않았으며, 프리젠테이션 공유도 어렵다고 하여 제한이 많았음.
EVS38 박람회 참관 및 인터뷰 (4.83)	Peter Janevik (CEO of AstaZero) Anders Bell (CTO of Volvo Cars) Martin Jonsson (Global Industry Lead-Transport & Mobility of Busniess Sweden)	- 스웨덴 2045 화석 연료 제로 달성 목표 계획 중. 특히 교통수단에 핵심 영역이 있는데, 1) 자동차 산업 생태계 2) 녹색 전환(그린 철강과 순환경제) 3) 혁신과 연구개발임. - 스웨덴에서 판매되는 신차의 약 3분의 2가 전기차 또는 플러그인 하이브리드 차량이며, 전력 생산 측면에서도 전체 전력의 98%가 청정 에너지로 이루어져 있음. - 아스타제로는 RISE 소속으로, 운송 시스템의 자동화와 전기화에 대한 연구를 진행 중임. 처음에는 충돌 방지 시스템만을 시험했으나 점차 영역을 넓혀 자율 주행 테스트베드로서의 역할을 수행 중. - 볼보의 전기차 기술 경쟁력(타 브랜드와 비교한 강점), 배터리 안전성 측면, 배터리 재활용과 순환성에 대한 접근법 등 질의응답 위주로 이뤄짐.
SEEL 스웨덴전기운송 연구소 (4.83)	Danijel Miljanovic (Manager SEEL - Energy storage system) Victoria Woyland (CEO of SEEL)	- SEEL(Swedish Electric Transport Laboratory, 스웨덴 전기 운송 연구소)은 RISE와 찰머스 공과대학교(Chalmers University of Technology)가 설립하고, 스웨덴 정부의 강력한 지원 아래 운영되는 국가 전기 운송 및 배터리 기술 테스트베드. - 예테보리(Gothenburg), 다크바른(Nykvam), 보로스(Borås)에 위치한 SEEL은 전기 구동 시스템, 배터리, 충전 시스템, 중장비 차량, 항공기 부품 등을 시험할 수 있는 시설을 갖추고 있음. - SEEL은 산업계, 학계, 공공 부문 오픈 액세스 플랫폼으로, 전기 운송의 전체 가치 사슬을 지원하고 있음. * 핵심 포인트: 전기 운송 및 배터리 기술 개발을 위한 오픈 테스트 플랫폼 - 테스트 시설 견학과, 프리젠테이션, 질의응답을 진행함.
Battery Centre Gothenburg (4.67)	Daniel Nafors (Operation manager at BCG)	- 예테보리 배터리 센터는 배터리 산업에 대한 지역 역량을 구축하고, 숙련된 인력을 양성하기 위해 설립됨. - 교육 내용 및 특징: 실습 중심 교육(실제 배터리 제조 공정을 간접적으로 체험하며, 실질적인 기술을 습득), 슬러시 믹싱(Black Mess) 정확한 레시피 학습 등 - 재원 조달 및 운영: 예테보리 시와 베스트라 주가 50%씩 건축 및 운영 비용을 부담함. 시설은 지방 정부 예산으로 건설되었고, 운영권은 입찰을 통해 예테보리 테크니컬 컬리지가 5년 운영권을 획득함. - 산업계 연계: 볼보 자동차와 노스볼트 등 주요 기업들이 채용 전 교육 및 온보딩 교육을 해당 센터에서 실시하고 있음. - 지역 발전 기여: 배터리 관련 역량 개발에 기여하고, 다양한 교육 기관의 허브 역할을 하며, 궁극적인 지역 산업의 번영과 자급률 향상을 위함.

Volvo Group (5.0)	Volvo VIP tour	- EVS38 일환으로, Volvo 상용차 그룹 VIP 투어를 진행함. - 한국 기자단과 인도 정부 관계자 두 그룹만 별도로 투어 진행. - 전기 트럭 프리젠테이션과 시승, 공업용 전기 트랙터 프리젠테이션과 시승이 진행됨.
Port of Gothenburg (4.83)	Therese Jällbrink (Head of Renewable Energy) Viktor Allguren (Head of Innovation) Jacob Minnhagen (Senior Market Development Manager) Stefan Strömberg (PR&Communications Manager)	- 예테보리 항(The Port of Gothenburg)**은 그린 항로(Green Corridors), 유럽 최초의 전자연료(e-fuel) 허브, 수소 생산, 그리고 Tranzero Initiative와 같은 핵심 이니셔티브를 통해 지속 가능한 물류 체계를 구축해 나가고 있음. - 이러한 노력은 청정 연료 보급 확대, 철도 화물 운송 증대, 전기 트럭 도입 가속화를 통해 탄소 배출 감축에 초점을 맞추고 있음. * 핵심 포인트: 탈탄소화를 선도하는 미래 항만 - 그린 해운 항로(Green Shipping Corridor), 전자연료(E-Fuel), 수소 항만(Hydrogen Port) 및 디지털 전환 - 예테보리 항만의 지속가능성 전략 및 주요 프로젝트에 집중하는 이유에 대한 프레젠테이션 - 전기 추진 선박 M/S Hamnen을 타고 항만 지역을 투어하며 프로젝트 현장 방문

2025 KPF디플로마 기후테크 해외 교육과정 참가자 후기

KBS제주 김가람 기자

□ 들어가며

한국 배터리 산업은 변곡점에 서 있다. 국내 배터리 3사는 지난 몇 년간 글로벌 시장을 선도해왔지만, 최근 중국 기업들의 거센 추격과 시장 환경 변화로 새로운 도전에 직면하고 있다. 한국언론진흥재단 KPF 디플로마-기후테크(전기화) 과정에서는 핀란드의 배터리 정책과 밸류체인을 중점적으로 살펴보고, 스웨덴의 일부 사례를 통해 한국 배터리 산업에 주요한 시사점을 제공한다.

□ 한국 배터리 산업의 현주소

한국 배터리 산업은 큰 성과를 거두고 있다. 중국 시장을 제외하면 국내 3사가 글로벌 시장을 선도하고 있고, 고품질 NCM(니켈-코발트-망간) 기술로 완성차 업체들과 탄탄한 파트너십을 구축하고 있다. 하지만 최근 상황은 녹록지 않다. 한 조사 결과에 따르면, 2023년 국내 배터리 3사의 세계 시장 점유율은 20% 아래로 떨어진 반면, 중국의 CATL과 BYD의 점유율은 과반을 넘어서고 있다.

이런 변화는 단순히 경쟁이 심해졌기 때문만은 아니다. 글로벌 전기차 시장이 프리미엄에서 대중화로 무게 중심을 옮기면서, 중국의 LFP(리튬인산철) 배터리가 저렴한 가격을 내세워 시장을 파고들고 있다. 이처럼 한국 배터리 기업의 시장 점유율 하락은 글로벌 전기차 시장의 수요 변화와 중국 LFP 배터리의 가격 경쟁력 우위라는 복합적인 요인에서 기인한다.

이러한 상황은 한국 배터리 산업이 기술적 우위를 유지하면서도, 가격 경쟁력과 공급망 다변화, 그리고 지역별 시장 특성에 맞는 유연한 제품 포트폴리오를 갖추는 것이 시급한 과제임을 보여준다. 또한 유럽의 강화되는 환경 규제에 선제적으로 대응하기 위한 지속가능성 측면에서의 경쟁력 확보도 주요 과제로 떠오르고 있다.

□ [핀란드] 세계 최초 국가 배터리 전략 수립

핀란드는 유럽으로 향하는 관문이자, 유럽에서 유일하게 배터리의 주요 원자재인 리튬과 코발트, 니켈이 모두 매장된 국가이다. 블룸버그는 핀란드를 세계 5위 배터리 밸류체인 개발국으로 평가하고 있다. 또한 일반적으로 유럽은 셀 제조사가 중심이 되어 전반적인 밸류체인을 이끌고 있지만, 핀란드는 완전한 산업 생태계를 조성하기 위한 노력을 기울이고 있다. 이를 통해 유럽산이자 유럽을 위한 원칙을 반영한 배터리 산업을 육성하겠다는 목표를 갖고 있다.

핀란드가 2021년 세계 최초로 국가 배터리 전략을 수립한 것도 이러한 목표의 일환이다. 주목할 점은 핀란드가 배터리 산업을 단순히 육성하고자 하는 데 그치지 않고, 기후위기를 극복하기 위한 핵심 솔루션으로 배터리 산업을 인식하고 있다는 점이다. 따라서 핀란드는 지속가능성을 핵심 가치로 삼고 있다. 그 결과 핀란드는 지속가능성 측면에서 4년 연속 세계 1위를 차지했으며, 이러한 기조는 배터리 산업 발전에도 긍정적으로 작용한다.

□ [핀란드] 풍부한 원자재와 정제기술

풍부한 원자재와 정제 기술은 핀란드의 강력한 강점이다. 앞서 언급했듯이 핀란드는 유럽에서 유일하게 리튬, 코발트, 니켈이 모두 매장된 국가이며, 구리 등 배터리 생산에 필요한 모든 원재료가 풍부하게 존재한다. 또한 이러한 자원을 바탕으로 핀란드는 수십 년 동안 채굴 및 정제 등 광업 기술을 축적해왔으며, 이 기술들은 세계로 수출될 정도로 선진적이다.

핀란드의 풍부한 원자재와 우수한 정제 기술은 글로벌 배터리 공급망 불안정성 시대에서 유럽 내 안정적인 원자재 공급처로서의 전략적 가치를 높인다. 특히 중국에 대한 원자재 의존도를 낮추려는 유럽의 정책 방향과 맞물리면서 핀란드는 핵심적인 대안으로 떠오르고 있다. 이는 단순한 자원 보유국을 넘어 '공급망 안정화'라는 더 큰 전략적 의미를 가진다.

핀란드의 배터리 산업 경쟁력은 청정 에너지에서도 크게 발휘된다. 핀란드는 전력 생산의 95% 이상을 재생에너지와 원자력 등 탄소 배출이 없는 에너지원으로 충당하고 있다. 청정 에너지는 배터리 생산 과정에서 탄소 배출량을 낮출 수 있는 직접적인 요인이자, 유럽연합의 강화되는 ESG 규제 환경에서 프리미엄 제품을 생산하는 경쟁 우위로 작용한다. 뿐만 아니라 유럽에서 가장 낮은 전력 가격 역시 핀란드 배터리 산업의 경쟁력을 크게 높인다.

□ [핀란드] Finnish Minerals Group...전방위 가치사슬 통합 전략

핀란드 광물 그룹(Finnish Minerals Group, FMG)은 핀란드 정부가 소유한 특수 목적 회사로, 핀란드의 광업과 배터리 밸류체인 개발을 핵심 목적으로 설립되었다. FMG의 미션은 핀란드의 광물 가치를 '책임감 있게' 극대화하는 것이며, 비전은 '미래의 기후 중립을 위한 재료를 개발'하는 것이다. FMG는 모든 사업 분야에서 국제적인 글로벌 파트너를 찾고 있으며, 지속 가능한 사업을 가장 중요한 기반으로 삼고 있다.

FMG의 주요 사업 영역은 앞서 언급한 바와 같이, 크게 원자재 프로젝트와 배터리 밸류체인 프로젝트로 나뉜다. 먼저 원자재 프로젝트 측면에서 유럽에서 가장 큰 니켈 매장량을 보유하고 있는 다중 금속회사인 Terrafame의 대주주이며, Keliber 리튬 프로젝트의 지분도 보유하고 있다. 또한 FMG의 자회사인 광산 프로젝트 SOKLI를 통해 영구 자석 생산에 필요한 희토류를 확보하겠다는 계획을 갖고 있다. 나아가 리튬 이온 배터리 제조에 쓰이는 양극 활물질(CAM)의 전단계 물질인 pCAM 생산 공장 건설을 추진하고 있다.

배터리 밸류체인 프로젝트 측면에서는 순환 경제를 위한 노력에 큰 비중을 두고 있다. FMG는 배터리의 재활용과 순환 경제를 녹색 전환의 중요한 부분으로 인식하고 있기 때문이다. FMG 스스로가 직접적인 재활용 프로젝트를 수행하고 있지는 않지만, Terrafame 등의 협력업체를 통해 재활용된 원재료를 사용하고 있으며, 폐배터리에서 원자재를 회수할 수 있는 하이드로메탈러지(Hydrometallurgy)와 같은 재활용 기술 개발에도 주목하고 있다.

한편 FMG는 글로벌 파트너십, 특히 한국 기업과의 협력에 강한 의지를 갖고 있다. 이는 핀란드 내에 최종 배터리 셀과 팩, 모듈 등을 생산하는 밸류체인이 아직 미흡하기 때문이며, 이 부분에서 한국 기업은 핵심 파트너로 간주되고 있다. 실제로 한국은 배터리 셀이나 팩 제조에 강점을 갖고 있으나 원자재 공급망 다변화가 필요한 만큼, 핀란드와의 협력은 여러 선택지 가운데 하나로 고려할 수 있을 것으로 여겨진다.

□ [핀란드] BATCircle…순환 경제의 구체적 실현

BATCircle 프로젝트는 핀란드의 배터리 순환 경제 실현을 위한 핵심적인 연구 개발 노력으로 평가받고 있다. BATCircle은 알토 대학교를 중심으로 2019년 1천만 유로의 자금으로 시작했으며, 현재는 1천 3백여 만 유로 규모의 자금을 지원받는 대규모 산학 공동 프로젝트로 발전했다. BATCircle은 배터리 셀의 자체 생산보다는 금속 정제와 배터리 화학, 배터리 소자와 재활용 등의 기술 개발에 중점을 두고 있다.

BATCircle은 플로테이션(Flotation)과 리칭(Leaching)이라는 두 가지 주요 공정에 집중해 핵심 재활용 기술을 개발하고 있다. 플로테이션은 광물이나 금속에서 추출한 금속을 농축하고 분리하는 데 사용하는 공정으로, 광산업에서 중요한 역할을 담당한다. BATCircle은 이 공정을 폐배터리에서 금속을 분리하는 데 적용하고 있으며, 특히 폐배터리에서 흑연을 추출하는 독창적인 연구를 진행하고 있다.

리칭은 플로테이션으로 농축된 물질을 고순도로 정제하는 공정이다. 특정 화학 액체로 물질을 용해시킨 뒤, 다시 화학적 또는 전기적 수단으로 분리해 고순도 물질을 얻는다. 이 공정은 기존 산업에서도 널리 사용되고 있으며, BATCircle은 배터리 재활용에 적용할 수 있는 최적의 기술을 개발하기 위해 노력하고 있다. 한편 BATCircle의 연구는 랩 스케일로 진행되며, 사용하는 화학물질은 엄격한 환경 규제를 지키고 있다.

배터리 재활용은 기술적 난이도를 극복하고 경제성을 확보하는 게 핵심 과제로 꼽힌다. BATCircle이 플로테이션과 리칭 같은 공정을 통해, 폐배터리를 분쇄한 '블랙 파우더'에서 경제성 있는 원자재를 추출하려는 노력은, 재활용의 효율성을 높이고 순환 경제의 실질적인 구현 가능성을 제시하고 있다.

□ [핀란드] Giga Vaasa... '에너지 수도'의 새로운 도전

핀란드 서부 해안에 위치한 바사(Vaasa) 지역은 '에너지 바사' 클러스터를 바탕으로 '북유럽 에너지 수도'로 불린다. '에너지 바사' 클러스터의 역사는 1906년 빅스트롬 형제가 미국에서 엔진 제조 기술을 가져오면서 시작됐으며, 제2차 세계대전 시기 바르질라와 스트롬버그와 같은 주요 기업들이 이전하면서 토대가 마련됐다. 2000년대 초반에는 에너지 효율성과 청정 에너지에 대한 관심이 높아지면서 클러스터가 급성장했으며, 현재 180개 넘는 기업과 1만 3천여 명의 직원이 종사하고 있다.

'에너지 바사'는 핀란드 전체 에너지 기술 수출의 3분의 1을 차지하고 있으며, 전 세계 전력망에는 '에너지 바사'의 기술이 적용되어 있다. 이같은 성장의 바탕에는 막대한 R&D 투자가 존재하는데, '에너지 바사'의 기업들은 지난 15년간 R&D 예산을 세 배로 늘리기도 했다. 이는 가격 경쟁을 선택하기 보다는, 가장 스마트하고 최선의 혁신 솔루션을 갖추기 위한 전략적 선택이다.

'에너지 바사'는 '기가 바사(Giga Vaasa)' 프로젝트를 통해 녹색 배터리 산업 단지 조성에도 나서고 있다. 바사 시는 '기가 바사'의 도로 건설과 인프라 구축에 대규모 투자를 진행했으며, 현재 산업단지의 전력 수요를 충족하기 위한 인프라 역시 구축된 상태이다. 특히 주목할 만한 부분은 배터리 공장에서 발생하는 폐열을 도시 난방에 활용하는 시스템을 구축해 배터리 업체들이 추가 수입을 얻을 수 있도록 계획하고 있다는 점이다.

'기가 바사'는 핀란드의 풍력과 수력, 원자력 등 무탄소 전원을 저렴한 가격에 공급받을 수 있는 만큼 유럽의 탄소 배출 규제를 충족할 수 있는 장점을 갖고

있으며, '에너지 바사'의 숙련된 인력도 쉽게 확보할 수 있다는 경쟁력도 갖추고 있다. 실제로 중국의 산산 테크놀로지는 유럽연합의 규제를 받는 주요 고객인 CATL과 BYD를 위해 음극재 생산 공장을 건설하고 있다. 다만 '기가 바사'는 아직 초기 단계의 프로젝트이며, '에너지 바사'는 한국 기업을 포함한 글로벌 기업들의 진출을 희망하고 있다.

□ [스웨덴] 예테보리 배터리 센터... '지역 번영'의 목표

스웨덴 제2의 도시이자 과거 조선업이 중점 산업이었던 예테보리. 과거 조선소 자리에 위치한 예테보리의 린드홀멘 사이언스 파크는 현재 400개의 기업과 3만 명의 직원이 근무하는 혁신 허브로 거듭났다. 린드홀멘 사이언스 파크는 모빌리티 분야에서의 지속가능성을 가장 중요한 영역으로 삼고, 효율적인 화물 운송이나 전기화 등 다양한 프로젝트를 진행하고 있다. 특히 예테보리 그린시티존 프로젝트는 화석연료 없는 운송을 목표로, 택시 무선 충전 구역과 같은 혁신적인 시도를 여러 기업과의 협력을 통해 구현하고 있다.

린드홀멘 사이언스 파크에 들어선 예테보리 배터리 센터는 예테보리 지역의 배터리 제조 역량 부족을 해소하고, 지역 주민들을 위한 맞춤형 스킬 트레이닝을 제공하기 위해 설립되었다. 앞서 언급했듯이 예테보리는 과거 조선업에서 오랜 역사를 가지고 있었지만, 배터리 분야에서는 새로운 지식과 기술이 필요했다. 이 센터는 특히 전통적인 학교 교육에 흥미를 느끼지 못하는 주민들을 대상으로, 직접 손으로 하는 실습 위주의 교육을 제공하면서 배터리 산업에 필요한 기술을 습득할 수 있도록 돕는다.

예테보리 배터리 센터는 예테보리시와 베스트라 에탈란드주 같은 지방정부 차원의 지원으로 설립되었으며, 현재 입찰을 통해 예테보리 테크니컬 컬리지 등이 5년간의 운영권을 획득했다. 특정 기업의 이득보다는 협력을 통해 모두가 이득을 볼 수 있는 '지역 번영'을 목표로 하고 있으며, 실제 볼보자동차 등 주요 기업과의 긴밀한 협력을 통해 산업에 기여하고 있다. 예테보리에 배터리 조립 공장을 건설하고 있는 볼보자동차는 6주간의 온보딩 과정 중 6일을, 노보(Novo)는

5~6주간의 온보딩 중 13일을 예테보리 배터리 센터에서 진행하며 기본적인 배터리 제조 기술을 배울 수 있는 시스템을 운영하고 있다.

□ [스웨덴] SEEL...세계 최고 수준의 배터리 테스트 인프라

스웨덴 전기화 연구소(SEEL)는 배터리 테스트와 연구를 위한 선진 시설과 서비스를 제공하며, 특히 안전 시험 분야에서 강력한 역량을 보유하고 있다. SEEL은 예테보리와 니크밤, 보로스에서 3개의 시설을 운영하고 있으며, 특히 보로스 시설은 유럽 최대 규모의 오남용 테스트 시설을 갖추고 있다. 시험 중 유해가스가 배출될 경우, 배출 전에 제거하는 시설을 갖추는 등 환경과 안전에도 많은 투자를 하고 있다.

SEEL은 코인셀부터 모듈, 팩 수준까지 다양한 배터리 시험이 가능하며, 온도 (-25~50도) 및 습도 조절이 가능한 챔버, V2G(Vehicle-to-Grid) 테스트, 충전 인프라 시험 등 광범위한 서비스를 제공한다. SEEL은 다양한 국제 표준에 유연하게 대응하여 테스트를 진행할 수 있으며, 기본적으로 자동차 산업 수준으로 시험을 진행하지만, 해상, 항공, 고정식 에너지 저장 장치(ESS) 애플리케이션까지 시험 영역을 확장할 계획이다.

SEEL은 학계와 산업계가 한데 모여 오픈 아레나를 제공하는 것을 중요한 미션으로 삼고 있으며, 많게는 200개에 달하는 외부 파트너와 협력하고 있다. 아직 한국 기업과의 직접적인 협력 사례는 없지만, 스웨덴 기업의 경쟁력 향상이라는 목표 아래, '경제 발달'과 'NATO 친화적'이라는 기준을 충족하는 한국과의 협력 의지를 갖고 있다.

□ 한국 배터리 산업에 주는 시사점

핀란드는 풍부한 원자재 매장량과 선진 정제 기술을 바탕으로 배터리 가치 사슬의 상류(Upstream)을 강화하고 있다. 또한 BATCircle 프로젝트를 통한 재활용 기술 개발로 순환 경제 실현에 노력하고 있다. 한국은 배터리 제조 강국이지만 원자재 해외 의존도가 높은 만큼, 핀란드와 같은 나라와의 전략적

파트너십을 통해 안정적인 원자재 공급망을 확보하고, 폐배터리 재활용 기술 개발과 인프라 투자를 강화하여 순환 경제 시스템을 구축할 필요성이 제기된다. 특히 탄소 발자국을 최소화하는 핀란드의 무탄소 에너지를 통해 유럽의 배터리 규제에도 선제적으로 대응할 수 있을 것으로 보인다.

또한 핀란드는 인구 대비 높은 연구개발 투자로 혁신을 주도하고 있다. BATCircle은 산학 공동 연구를 통해 순환경제 기술을 발전시키고 있으며, 특히 '에너지 바사'는 연구 개발에 집중해 가격 경쟁이 아닌 기술 혁신으로 승부하는 전략을 선택하고 있다. 한편 스웨덴의 예테보리 배터리 센터의 사례는, 산업 현장의 수요에 맞는 실습 위주 교육을 제공해 인력의 미스매치를 해소하는 모델을 제시한다. 한국의 배터리 산업이 글로벌 리더십을 유지하기 위해서는 연구 개발 투자와 산학 공동연구를 더욱 확대하는 한편, 급증하는 배터리 산업인력 수요에 대응하기 위해 현장 실무 능력을 갖춘 전문 인재를 체계적으로 육성하는 시스템이 필요해 보인다.

한편, 유럽 내 전략적 파트너십 다각화도 필요해 보인다. 핀란드의 FMG는 한국을 중요한 파트너로 간주하며, 특히 핀란드 내 부족한 배터리 셀과 팩, 그리고 모듈 생산 체인 구축에 한국 기업의 참여를 적극적으로 희망하고 있다. 스웨덴의 SEEL 또한 한국을 선호하는 파트너 국가로 언급하며 협력 의지를 보이고 있다. 핀란드와 스웨덴은 한국의 배터리 제조 기술과 상호 보완적인 강점(원자재, 재활용, 테스트, 인력 양성)을 가지고 있는 만큼, 유럽 시장 진출 및 공급망 다변화를 위한 핵심 협력 대상이 될 수 있다. 이는 지정학적 리스크를 분산하고 새로운 시장 기회를 창출하는 데도 중요해 보인다.

□ 나가며: 위기를 기회로

제주는 우리나라에서 전기차 보급률이 가장 높은 만큼, 향후 쏟아져 나올 폐배터리의 처리 방법에 대한 논의가 필요한 시점이다. 한국언론진흥재단 KPF 디플로마-기후테크(전기화) 과정에서 제시한 주제 중 하나인 배터리 밸류체인을 통해 이에 대한 통찰을 얻고자 기대했으나, 핀란드와 스웨덴은 재사용보다는

재활용에 초점을 맞추고 있는 것으로 보인다.

그럼에도 배터리 산업 전체에 대한 지식과 통찰을 얻을 수 있었던 점은 개인적인 큰 성과이다. 제주는 배터리 제조 기반이 없는 만큼, 전체적인 배터리 산업에 대한 관심은 부족했던 것이 사실이다. 한국언론진흥재단 KPF 디플로마-기후테크(전기화) 과정을 통해 한국 배터리 산업의 경쟁력과 직면한 위기, 그리고 기회를 엿볼 수 있었다.

한국의 배터리 산업은 시장 점유율이 떨어지는 위기를 겪고 있는 만큼, 다시 도약하기 위한 새로운 전략을 마련해야 할 시기이다. 중요한 것은 속도이다. 글로벌 배터리 시장의 판도가 빠르게 재편되는 지금, 한국이 얼마나 발빠르게 새로운 전략을 실행하느냐가 미래를 좌우할 것으로 보인다. 핀란드와 스웨덴의 사례가 보여주는 시사점을 통해 새로운 전략을 도출할 수 있다면, 한국 배터리 산업이 다시 도약할 수 있는 새로운 기회가 찾아올지도 모른다.

과학동아 김소연 기자

1. Nokia Executive Experience Center(0606 방문, 핀란드 헬싱키)

1) 들어가기

Nokia Executive Experience Center(노키아 경영 체험 센터)는 쉽게 들어가 보기 어려운 곳이라는 이야기를 방문 전부터 들었던 터라 기대가 많았다. 과거 세계 휴대폰 시장을 주름잡던 핀란드의 대표 기업이 휴대폰 사업을 접은 뒤 현재는 어떤 사업을 펼치고 있는지, 제품 생산 과정에서 탄소중립을 위해 어떤 노력을 하는지 알고 싶었다.

센터 투어는 크게 세 부분으로 나뉘었다. 노키아의 비전과 전략을 보여주는 발표, 노키아의 새로운 사업 분야인 비디오·확장현실(XR) 관련 분야의 최신 기기를 보여주는 발표, 그리고 마지막으로 노키아의 지속가능한 네트워크 전략에 대해 소개하는 발표다. 투어 내용을 순서대로 정리했다.

2) 취재 내용

- 노키아의 비전과 혁신 전략(Tero Koski Head of the Executive Experience Center at Nokia)

노키아는 현재 많은 사람들에게 더 이상 휴대폰 제조업체로 인식되지 않지만, 과거의 기술 유산은 여전히 강력한 영향력을 지니고 있다. 그리고 그것을 미래를 위한 자산으로 가져가려는 모습을 보인다. 2016년, 과학기술 분야에서 세계적인 명성을 지닌 벨 연구소(Bell Labs)를 인수한 것도 그 일환이다. 벨 연구소 인수를 통해 노키아는 에미상과 노벨상을 모두 수상한 기록을 가진 기업이 됐다. 이는 발표자 테로 코스키 노키아 경영 체험 센터장에게 굉장한 자랑거리였던 모양이다. 투어 내내 이 부분을 크게 강조했다.

그가 소개한 디지털 카메라 센서에 활용된 트랜지스터 기술, 통신 네트워크에 적용된 다양한 R&D 성과는 노키아의 기술적 저력을 잘 보여준다. 이제 노키아는 더 이상 휴대폰을 생산하지 않으며, 대신 네트워크 인프라와 디지털 기술 중심의 B2B 사업에 집중하고 있다. 한국을 포함한 여러 국가의 통신사업자들에게 네트워크 솔루션을 제공하고 있으며, 이는 일반 소비자보다는 산업 고객을 대상으로 하는 전략적 전환을 의미한다.

- **노키아의 비디오·확장현실(XR) 기술전략(Perry Suojoki, Head of customer success, Strategy and Technology)**

노키아는 현재 자사의 360도 카메라 시스템인 RXRM을 주력 기술로 개발하고 있다. 전체 네트워크 트래픽 70~80%가 비디오 콘텐츠에서 발생하는 오늘날, 노키아는 이를 놓치지 않고 수년간 수십억 달러 규모의 투자를 이어왔다. 발표를 맡은 페리 수오조키 노키아 고객 성공, 전략, 기술부장은 "노키아의 기술 없이는 오늘날 우리가 비디오를 보는 방식도 존재하지 않았을 것"이라고 강조했다.

RXRM은 단순히 영상만 촬영하는 장비가 아니라, 에너지 효율성과 데이터 최적화, 실시간 확장현실 구현 등을 가능하게 하는 플랫폼이다. 특히 이 장비는 필요하지 않은 화면 요소를 제외하고 핵심 정보만을 전송함으로써, 대역폭을 절감하면서도 고화질을 유지할 수 있게 한다. 이는 10배 이상의 전력 절감 효과를 내며, 궁극적으로는 탄소 배출 감축과도 연결되는 기술이다.

확장 현실과 공간 오디오 기술 장비는 확장현실(XR, Extended Reality) 구현에 필수적인 기술들을 포괄하고 있다. 카메라는 인간의 눈처럼 작동하며, 동시에 360도 전 방향의 영상을 실시간으로 기록하고 송출할 수 있다. 또한 4개의 마이크를 통해 수집되는 공간 오디오 기능은 사용자가 눈을 감은 상태에서도 사운드의 방향을 감지할 수 있을 정도로 정밀하다. 이는 산업 현장에서의 이상 징후 감지나 원격 진단 등에서 활용될 수 있다.

- **노키아의 지속가능한 네트워크 전략(Harry Kuosa Head of Single RAN and Zero Emissions marketing)**

노키아의 지속가능한 네트워크 전략은 세 가지 방식으로 요약할 수 있다. 에너지 효율적인 제품 설계, 장비 생산 과정에서의 탄소 저감, 전력 시장을 활용한 경제적 가치 창출이다. 특히 마지막 전력 시장을 활용한 경제적 가치 창출 부분이 핀란드의 전력 시장에 대해 다뤘던 전날 비즈니스 핀란드, 핀그리드 취재 내용과 맞물려 무척 흥미롭게 다가왔다.

· **에너지 효율적인 장비 설계**

노키아는 장비의 소비 전력을 줄이기 위해 전력 측정 기능을 장비 내에 기본으로 탑재하고 있다. 이 기능을 통해 고객은 기지국 장비의 전력 소비 현황을 실시간으로 파악할 수 있고, 예상보다 높은 전력 소모가 감지되면 이를 통해 장비 이상 여부를 진단할 수 있다. 이는 에너지 절약과 유지보수 효율성 향상이라는 두 마리 토끼를 잡는 기술이다.

또한, 노키아는 최근 MIMO 라디오 기술을 적용해 통신 효율을 극대화하고 있다. 예전에는 단일 송수신 장치만 존재했지만, 현재는 하나의 라디오 안에 32개, 64개의 송신기가 포함되며 대용량 전송이 가능해졌다. 하지만 이로 인해 전력 소모 역시 증가하기 때문에, 트래픽 양에 따라 자원을 '자동으로 음소거(절전)' 할 수 있는 소프트웨어도 병행해 개발되었다. 이 절전 기능은 심야 시간이나 트래픽이 적은 시간대에 장비가 최소 전력을 사용하도록 하고, 특정 이벤트나 주말 등 패턴 기반 AI 학습을 통해 라디오 장비가 "이 날은 사람이 많을 것이다", 혹은 "지금은 절전해도 괜찮다"는 판단을 하게 만든다. 이를 통해 최대 95%에 이르는 에너지 절감이 가능하며, 네트워크 품질은 유지하면서 자동화 기반의 친환경 네트워크 운영이 가능해진다.

· 장비 제조에서의 탄소 감축 노력

노키아는 장비 생산 시 사용되는 재료에 대한 내재 탄소(Embodied Carbon) 문제도 인식하고 있다. 예를 들어, 장비에는 알루미늄, 플라스틱, 강철 등 다양한 소재가 쓰이는데, 이 소재들이 제조되는 과정에서 이미 상당한 탄소가 배출된다. 이를 줄이기 위해 노키아는 가능한 한 **재활용 소재 (특히 재활용 알루미늄)**를 사용하려고 한다. 하지만 시장마다 상황은 다르다. 어떤 국가는 고품질 재활용 자재를 손쉽게 확보할 수 있지만, 어떤 국가는 여전히 비용이 너무 높거나 품질이 낮아 사용이 어렵다. 노키아는 고객사와 협력해 필요한 경우 재활용 원자재에 대한 품질 기준을 제시하고, 제조 파트너에게 공급망을 조정할 것을 요청하고 있다.

또한 노후 장비를 최신 소프트웨어로 업그레이드하여 부품을 재활용하는 방식도 채택 중이다. 예를 들어, 외형은 기존 장비이지만, 내부 소프트웨어와 핵심 회로를 새롭게 바꿔 거의 신제품 수준으로 업그레이드하는 것이다. 이렇게 할 경우, 신제품 대비 약 90%의 탄소를 줄일 수 있다고 한다.

이런 노력을 통해 노키아는 2017년, 통신장비 업계 최초로 SBTi(과학 기반 감축목표 이니셔티브)에 참여했으며, Scope 1(자체 배출), Scope 2(구매한 에너지), Scope 3(제품 사용으로 인한 간접 배출)을 포함한 전 영역에서 탄소 감축 목표를 수립했다. 2019년부터는 Scope 1, 2, 3 전체 배출량을 50% 줄이겠다는 공식 목표를 수립했고, 2030년까지 감축 목표 달성을 위한 노력을 이어가는 중이다. 이를 위해 노키아는 공장 자체뿐 아니라 공급망 전체, 즉 부품 제조사와 물류 업체까지 포함한 가치사슬 전반에서의 탄소중립 달성을 추진하고 있다.

· 전력 시장과의 연계

노키아는 고객이 전력 요금의 시간대별 변동성을 활용할 수 있도록 솔루션을 제공한다. 예컨대, 재생에너지 발전량이 많은 낮 시간대에 전력 요금이 낮아지면 이때 장비를 충전하거나 가동하고, 반대로 전력 단가가 높은 저녁에는 장비를 절전 모드로 전환하도록 설정한다. 이러한 전략은 핀란드처럼 일시적으로 전력 단가가 '제로(0)'로 떨어지는 전력시장이 있는 곳에서 매우 유용하게 작동한다. 일부 고객은 현물시장(spot market)에서 전기를 구매하여, 전기료 폭등을 피하면서도 자산 활용률을 극대화하고 있다.

노키아는 또한 다수의 소형 배터리 자원을 묶어 하나의 '가상 발전소'처럼 운영할 수 있는 집합 자원(aggregation) 시스템을 개발 중이다. 예를 들어, 각각 2kWh 규모의 배터리 1,000개를 묶으면 2MWh의 대규모 자원이 되어 전력시장에 참여할 수 있다. 이 시스템은 에너지 저장장치(VPP), 전기차 충전기, 소규모 태양광 발전기 등과 연계되어 미래의 분산형 에너지 시스템 구축에 기여할 수 있다.

3) 소감

노키아 경영 체험 센터에 방문한 날은 핀란드에서 취재를 시작한 지 이틀차가 되는 날이었다. 전날 비즈니스 핀란드와 핀그리드에서 핀란드 정부 차원의 전기화 및 탄소중립 노력에 대해 들은 터라 전체 시스템에서 노키아의 역할을 이해하기 쉬웠다. 기업에서 할 수 있는 일이 어떤 것인지 알 수 있었던 취재였다. 내부에서 촬영한 영상, 사진 등을 활용하기 앞서, 사용 허가를 받는 과정이 까다로웠던 점은 아쉽다. 한편, 투어를 이끈 노키아 관계자들이 한국에서 온 취재진과 무척 활발하게 교류하려 애썼던 점이 인상깊게 남았다.

2. RISE Research Institute(0612 방문, 스웨덴 스톡홀름)

1) 들어가기

스웨덴 국립 연구소 RISE는 현재 전력 반도체, 그 중에서도 화합물 반도체 연구가 한창이다. 국내과정에서 미리 전력 반도체가 어떤 것이고 전기화에서 어떤 역할을 하는지, RISE의 연구 시스템은 어떻게 스웨덴의 전력 반도체 연구 선진화를 도왔는지. 한국은 현재 어떤 부분에서 RISE와 협업하는지 설명을 들은 상태였다. 덕분에 이해가 쉬웠다.

2) 취재 내용

- RISE 조직 구조

RISE는 스웨덴의 기술 및 응용과학 분야를 선도하는 정부 소속 국립 연구 기관이다. 연구뿐 아니라 표준화, 테스트, 산업 협력 등 다양한 분야에 걸쳐 국가 경쟁력을 뒷받침하는 역할을 수행한다.

기관의 구조는 국가가 100% 소유한 국영 법인 형태이며, 정부와 계약을 맺고 공공 목적의 연구와 테스트 서비스를 수행한다. 정부 자금 외에도 다양한 민간 산업체로부터 프로젝트 단위의 수익을 창출하고 있다. 조직 내부에는 표준화·테스트 인증·연구개발(R&D) 등 다양한 부서가 있으며, 이들 간 유기적인 협업이 강조된다. 특히 산업계와의 파트너십을 통해 기술 개발과 상용화 간의 간극을 좁히는 데 초점을 맞추고 있다.

한국의 경우 '정출연'이라는 이름으로 흔히 불리는 정부 출연 연구소가 각지에 분산돼 있고, 협력 연구 또한 기관의 생리 상 쉽지 않은 경우가 많다. 기후변화 대응뿐 아니라, 양자, 우주, 바이오 등 연구 분야는 분야 간 협력 없이 세계적 수준에 도달하기 어렵다. 협력을 강조하는 RISE의 특징점이 흥미로우면서 부러운 지점이다.

- 에너지 전환과 산업 탈탄소화 관련 주요 과제

RISE는 스웨덴 정부의 에너지 전환 및 탄소중립 정책과 발맞추어, 산업계의 전환을 돕는 여러 기술을 개발하고 있다. 구체적으로는 다음과 같은 분야가 주요 활동 영역이다.

- 배터리 기술: 리튬이온 배터리의 안정성 검증, 수명 주기 평가(LCA), 재활용 및 2차 활용(ESS) 관련 기술 개발
- 수소 기반 산업 프로세스 전환: 철강, 화학 등 고탄소 산업에서 전기화 또는 수소 전환을 지원
- 에너지 효율 최적화 기술: 스마트 그리드, 수요 응답 기술(DR), 전력 피크 관리, AI 기반 설비 제어 등
- 디지털 트윈 기반 테스트: 가상의 공정 시뮬레이션을 통해 탄소 저감 효과를 사전에 평가

RISE는 이러한 기술들을 실제 산업 현장에 적용하기 위해, 실규모에 가까운 테스트베드와 산업 파트너와의 공동 프로젝트를 적극 활용하고 있다. 실제 상황과 유사한 테스트베드를 보유하고 있다는 점은 RISE가 전력 반도체 뿐

아니라 배터리 순환 경제 등 분야에서 연구 경쟁력을 갖추 수 있도록 해 줄 것으로 보인다.

- RISE의 전력 반도체 연구

RISE는 최근 전력 반도체 기술을 활용한 에너지 전환 솔루션 개발에 주력하고 있다. 특히 재생에너지 기반의 전력망이 확대됨에 따라, 에너지 흐름을 정밀하게 제어할 수 있는 전력 소자 기술의 중요성이 커지고 있다. 스웨덴은 차세대 전력 반도체로 꼽히는 화합물 반도체 연구에서 두각을 보이고 있다. 한국의 경우 관련 기업이 세계 톱 10위 안에 들지 못한다는 게 임장권 박사의 설명이다. 전기화 트렌드에 미리 대비한 스웨덴의 혜안이 돋보인다. RISE에서 현재 집중하고 있는 전력 반도체 연구 분야는 다음과 같다.

- 고전압/고전류 스위칭 소자 개발: 기존의 실리콘 기반 소자보다 높은 전압과 온도를 견딜 수 있는 SiC(실리콘 카바이드), GaN(질화갈륨) 기반의 전력 소자를 중점 연구
- 분산형 전원과의 연계 제어: 태양광, ESS, EV 충전기 등 다양한 분산형 자원에서 발생하는 전력을 그리드 상에서 실시간으로 안정화할 수 있는 반도체 기반 제어 기술 개발
- 인공지능 기반 전력 흐름 예측 및 제어: 전력반도체와 AI를 결합하여, 전력 수요와 공급을 예측하고 최적의 스위칭 타이밍을 자동 제어하는 고도화 기술 연구

RISE는 이러한 기술이 향후 전력망의 스마트화 및 유연한 수요 대응(DR)에 핵심적인 역할을 할 것이라고 전망하고 있다.

3) 소감

해외에서 오래 생활하다 보면, 한국 상황을 잊거나 멀어지기 마련이다. 그런 면에서 임장권 RISE WBD 전략 기술 연구책임자 및 수석연구원의 넓은 식견에 놀랐다. 다양한 관심사를 가진 취재팀의 질문을 모두 열정적으로 답해준 덕에 한국 상황과 스웨덴의 상황을 폭 넓게 이해할 수 있었다.

개인적으로 과학 분야 취재를 할 때 가장 즐거운 점 중 하나는 연구자가 자기 분야를 설명할 때 나오는 특유의 에너지를 마주하는 일이라고 생각한다. 화합물 반도체 이야기를 할 때 임 수석연구원의 눈빛이 생생해서 설명 듣는 입장에서도 즐거웠다.

전력 반도체란 생소한 분야의 이해도를 높이기 위해, 국내 교육과정에서 따로

강의를 마련해 둔 점도 좋았다. 국내과정과 해외과정의 연계를 통해 과학기술 분야 취재가 수월했다. 다만, 현지에서도 전문가 발표를 통해 전력 반도체에 대한 내용을 한 번 더 깊어졌다면 좋았겠다고 생각했다.

3. Atlas Copco Group(0613 방문, 스웨덴 스톡홀름)

1) 들어가기

산업, 특히 모빌리티에 관심 많은 기자들이 방문 전부터 무척 기대했던 기업이다. 본사 지하 광산을 투어할 수 있다는 설명에, 생생한 현장을 담을 수 있을까 싶어 준비를 했었다.

2) 취재내용

- 기업 개요와 역사

아틀라스콤포코(Atlas Copco)는 150년 이상의 역사를 지닌 스웨덴 기반의 글로벌 산업 장비 제조 기업으로, 압축기, 산업용 전동공구, 진공 펌프, 공기 처리 시스템 등 다양한 솔루션을 제공하고 있다. 처음에는 철도 산업에서 출발했지만, 이후 산업용 에너지 효율 제품, 스마트 제조용 장비, 지속가능한 솔루션으로 영역을 넓혀왔다. 현재는 약 180개국에 진출해 있으며, 매출의 약 90%가 스웨덴 외 지역에서 발생하고 있다.

- 제품 포트폴리오 및 고객사

Atlas Copco는 크게 4개 사업 영역에서 활동 중이다

- 컴프레서 기술 (Compressor Technique)
 - * 공장 내 압축공기 공급, 공정용 가스 압축기, 산업용 공기 처리 장비 등을 포함.
 - * 반도체·제약·식음료·자동차 등 주요 산업에 적용된다.
- 진공 솔루션 (Vacuum Technique)
 - * 반도체 및 디스플레이 산업에서 쓰이는 진공 펌프 기술.
 - * 세계 상위 10개 반도체 고객사 중 다수가 고객이다.
- 산업용 기술 (Industrial Technique)
 - * 조립공정 자동화, 토크 제어 툴, 산업용 로봇 연계 시스템 제공.
 - * 전기차 조립, 항공기 부품 생산 등에 필수.
- 전력 장비 솔루션 (Power Technique)
 - * 휴대용 발전기, 펌프, 조명장치 등 건설 및 재난 대응용 장비.

- 지속가능성 전략과 에너지 효율

아틀라스콧코는 모든 제품 설계와 운영 전략의 핵심에 에너지 효율성과 탄소 배출 저감을 두고 있다. 그들의 목표는 단순한 장비 공급을 넘어서, 고객의 공정 전체에서 에너지를 절감하게 하는 솔루션 제공자로 자리매김하는 것이다. 예를 들어, 기존보다 에너지 효율이 10~15% 개선된 차세대 인버터 기반 압축기를 제공하며, 이 장비는 트윈 터보, 고효율 모터, AI 기반 제어 시스템을 통해 사용자의 공정 수요에 맞게 실시간으로 작동 속도를 조절한다.

특히 데이터센터, 반도체 공장처럼 24시간 가동되는 설비에서는 장비의 에너지 효율이 운영 비용에 큰 영향을 미치기 때문에, Atlas Copco는 총소유비용(TCO) 절감을 고객에게 가장 큰 가치로 제시하고 있다.

- 디지털화와 AI 기반 예측 유지보수

Atlas Copco는 장비 자체의 성능 향상뿐 아니라, 장비 운영 전반을 최적화하기 위한 디지털 서비스 플랫폼도 함께 제공하고 있다. 이는 IoT 센서를 통해 실시간 데이터를 수집하고, AI 기반으로 분석하여 예측 유지보수, 에너지 소비 모니터링, 이상 징후 탐지 기능을 제공한다.

이를 통해 고객은 장비를 고장이 나기 전에 미리 수리하거나, 전력 소비 패턴을 분석해 가장 효율적인 운전 조건을 설정할 수 있다. Atlas Copco 측은 "고객이 장비를 소유하고 있는 내내 최고의 성능과 효율을 유지할 수 있도록 하는 것이 우리의 역할"이라고 밝혔다.

- 한국과의 협력

Atlas Copco는 한국의 반도체, 전기차, 조선, 화학 등 다양한 제조 기업들과 긴밀히 협력하고 있다. 특히 삼성, SK, LG 등의 대기업 고객사에 진공 펌프, 공기압 장비, 산업용 공정 장비 등을 납품 중이다. 스웨덴 본사와 한국 지사 간에도 실시간 기술 지원 체계가 구축되어 있으며, 한국 기업의 요구사항에 따라 특수 사양 설계, 원격 진단, 예비 부품 수급 최적화 등을 지원하고 있다. 또한 한국의 친환경 공정 전환 및 ESG 경영 강화 기조에 맞춰, Atlas Copco는 한국 고객들에게도 에너지 절감 효과와 탄소 저감 데이터를 수치화해 제공함으로써, 탄소배출권 대응 전략 수립에 실질적인 기여를 하고 있다.

3) 소감

관계자들이 우르르 나온 것에 비해서, 내실은 없는 투어였다. 취재진 사이에서도 실망했던 목소리가 많이 나왔다. 기업의 ESG 전략에 대해선 사실

인터넷만 뒤져봐도 충분한 정보를 얻을 수 있다. 본사를 방문한 만큼, 인터넷에서 쉽게 접할 수 없는 내용을 취재할 수 있으리라 기대했었다. 그러나 발표자 3명 모두 피상적인 이야기를 전할 뿐이었고, 질의응답을 통한 취재도 여의치 않아 아쉬움이 많았다.

머니투데이방송 민경빈 기자

1. 길 잃은 파리협정...북유럽은 그래도 '탄소중립'

2015년 12월, 글로벌 196개국은 프랑스 파리에 모여 ▲산업화 이전 대비 지구 평균기온 상승폭을 1.5°C 이하로 제한 ▲전 세계 온실가스 순배출량 '제로' ▲개발도상국의 기후 적응 및 지원 등을 목표로 하는 '파리협정'을 체결합니다. 그리고 참여국들은 이 협정의 핵심 이행 수단으로 5년마다 '국가결정기여' (Nationally Determined Contribution, NDC)를 제출하기로 약속합니다. 올해는 세 번째 개정안인 NDC 3.0을 제출하는 해입니다. 그리고 마감기한(2월 10일)까지 새로운 온실가스 감축 목표를 보고한 국가는 13개국뿐입니다.

트럼프 행정부가 파리협정 탈퇴를 발표하면서 탄소중립을 대하는 세계 각국의 셈법이 더 복잡해지는 와중, 적극적인 탈탄소 정책을 이어가는 국가들이 있습니다. 북유럽의 이웃나라, 핀란드와 스웨덴입니다.

비즈니스 핀란드에서 탄소중립 전략을 담당하는 헬레나 사렌은 핀란드를 '세계에서 가장 야심찬 기후 목표를 가진 국가'로 설명합니다. 실제로 핀란드는 2029년까지 석탄 사용을 전면 중지하고, 2035년 탄소중립 달성, 이후 2050년엔 '탄소 네거티브' (배출량보다 더 많은 탄소를 제거해 순감소를 이루는 상태)를 이룬다는 계획입니다.

헬레나 사렌은 "비즈니스 핀란드의 미션은 '우리의 미래 복지는 탄소 발자국(Carbon Footprint)이 아니라, 탄소 손자국(carbon handprint)으로 만든다'는 것"이라며 "이 손자국은 우리가 세계에 긍정적인 기후 영향을 미치는 것을 의미한다"고 설명했습니다.

이 같은 목표를 달성하기 위해 핀란드는 세 가지 주요 에너지 전환 영역을 설정했습니다. ① 산업 - 청정 에너지를 사용하고, 화석 기반이 아닌 새로운 재료를 개발 ② 모빌리티 - 항공, 해운, 철도, 대중교통 등을 포함 ③ 건축 환경 - 도시화에 대응하는 탈탄소화된 도시 구조 등입니다.

적극적인 탄소중립 목표를 제시한 건 스웨덴도 마찬가지입니다. 스웨덴은 2045년까지 탄소중립 달성을 법적(기후법, Climate Act)으로 의무화한 대표적인 국가입니다. 이를 위해 국회는 2030년까지 1990년 대비 최소 63%, 2040년까지 최소 75%의 탄소 감축을 달성하는 중간 과제를 설정했습니다. 정부는 매년 예산보고서에 기후성과를 포함하고, 4년 주기의 기후 행동 계획을 제출하도록 의무화하기도 했습니다. 폴 웨스틴 스웨덴 에너지청 수석 비즈니스 개발 매니저는 "기후부 장관은 부총리급이고, 이는 에너지가 스웨덴 정부에서 매우 중요한 우선순위라는 의미"라고 표현하기도 했습니다.

2. '준비된 재생에너지'에서 나오는 탄소중립 자신감

북유럽의 두 기후 강국이 전향적인 탈탄소 청사진을 마련할 수 있었던 데는 높은 재생 에너지 비중이 자리합니다. 핀란드는 지난해 기준 전력 생산의 95% 이상을 저탄소 전원에서 공급했습니다. 원전이 39.1%로 가장 높은 비중을 차지했고, ▲풍력 25% ▲수력 17.8% ▲바이오매스 11.8% ▲태양광 1.4%가 뒤를 이었습니다. 재생에너지 비중만 56%에 달합니다.

핀란드는 러시아산 에너지 의존에서 벗어난 대표 사례로도 평가 받습니다. 불과 2021년 까지만 해도 핀란드는 에너지 34%를 러시아에서 수입했습니다. 이듬해 러시아-우크라이나 전쟁이 발발하면서 핀란드는 러시아산 전력과 가스 수입을 중단했고, 이 공백을 재생에너지와 자국 전력 생산으로 채우는 데 성공했습니다.

스웨덴도 이미 전력 생산 부문에서 높은 수준의 재생에너지 전환을 이뤄냈습니다. 스웨덴은 2024년 기준, 전체 전력 생산의 98.7%를 저탄소 전원으로 공급하고 있습니다. 이 중 ▲수력발전 40% ▲원자력 30% ▲풍력 20.5% ▲바이오매스 6.6% ▲태양광 1.9% 등을 차지하고 있습니다. 석탄화력은 이미 5년 전에 폐쇄됐고, 철강산업에만 제한적으로 석탄이 사용되고 있습니다.

특히 풍력 발전의 성장세가 눈에 띕니다. 스웨덴은 2023년 말 기준으로 16.4GW의 풍력 설비를 보유하고 있으며, 2024년 4분기에는 풍력 발전이 월별 기준으로 전체 전력의 35%를 차지하기도 했습니다. 이는 유럽 평균인 19%를 크게 웃도는 수치입니다.

장기간 저탄소 전원을 늘리면서 스웨덴은 청정에너지국을 넘어 전력 에너지 수출국이 됐습니다. 안나 안데르손 에너지청 관계자는 "스웨덴은 14년 연속 전력 순수출국"이라며 "수출은 대부분 핀란드와 덴마크로 가며 최근에는 전력 생산량의 약 20%를 수출했다"고 설명했습니다.

3. "전력부터 제품까지" 깨끗한 공급망 꿈꾸는 북유럽 산업계

풍부한 청정에너지를 기반으로 두 나라는 자국 산업의 적극적인 친환경 전환을 지원하고 있습니다. 마르쿠 키비스퇴 비즈니스핀란드 산업 수석은 "핀란드는 탄소 중립 목표에서 유럽보다 15년 앞서있으며, 정치적 관점이 아닌 기술과 비즈니스를 중요하게 본다"면서 "에너지를 낭비하지 않으며, 탈탄소 전략은 정책이 아니라 산업 현장에서부터 시작된다"고 분명히 했습니다.

먼저 핀란드는 이차전지 풀밸류체인 구축에 집중합니다. 마르쿠 수석은 "배터리는 기후 변화를 막기 위한 하나의 솔루션"이라며 "우리의 접근법은 청정 에너지 생산에서 시작하고, 이는 가장 중요한 출발점"이라고 말했습니다.

핀란드는 2021년에 세계 최초로 국가 배터리 전략을 수립했습니다. 유럽에서 유일하게 리튬과 코발트, 니켈 등 핵심광물이 모두 매장된 이곳은 셀 제조사 중심으로 이차전지 공급망을 구축하는 다른 유럽 국가들과 달리, 채굴부터 재활용까지 이어지는 완전한 산업 생태계 구성을 목표로 합니다. 비즈니스 핀란드는 다양한 생태계와 연구 프로젝트에 자금을 지원합니다. BAT서클과 같은 재활용 프로젝트를 포함해 모바일 기계 전기화, 충전 인프라 구축 등이 예시입니다. 이들은 'Made in Europe, For Europe' (유럽에서 만들어 유럽 시장을 위해 공급) 원칙을 따르며, 에너지 저장 시장의 성장 또한 계획하고 있습니다.

세계 2위 상용차 브랜드를 보유한 스웨덴은 운송 분야에서의 탈탄소 움직임을 적극 지원합니다. 스웨덴은 모빌리티 분야의 세 가지 핵심 영역이 결합 됐을 때 탄소중립을 달성할 수 있다고 설명합니다. 첫 번째는 자동차 산업 생태계입니다. 스웨덴은 볼보와 스카니아 등 세계적인 자동차 제조사와 Tier1 부품사들을 보유하고 있습니다. 두 번째는 친환경 전환에 앞장서는 기업들이며, 세 번째는 혁신과 연구개발입니다.

스웨덴에선 이 같은 핵심요소들이 모여 세계 최초로 '주행 중 충전이 가능한 전기 도로'가 다섯 가지 다른 방식으로 테스트되고 있으며, 신차 중 친환경차 비중은 60%를 넘어섰습니다. 최근 들어 친환경차 보급 비중 확대가 다소 정체됐지만 이를 해소하기 위한 방안도 마련 중입니다. 마틴 욘슨 비즈니스스웨덴 모빌리티 부문장은 "전기차의 총소유비용(TCO, Total Cost of Ownership)을 고려해야 한다"며 "기술적인 측면에서 가격을 낮출 수 있도록 지원해야 하고, 소유 비용이 내연기관보다 낮아지는 지점을 찾아 인센티브를 설계하고 있다"고 설명했습니다.

4. 작은 나라를 크게 만드는 '트리플 헬릭스' (Triple Helix)의 힘

북유럽은 제조시설의 늘어선 굴뚝을 찾아보기 어려운 지역입니다. 핀란드와 스웨덴도 마찬가지입니다. 제조업 기반이 부족한 이 국가들이 경쟁력을 갖추는 방법은 협업과 연구 개발입니다.

마틴 욘슨 부문장은 "스웨덴은 작은 나라이고, 그래서 더욱 서로 협력하며 시스템을 만드는 방식이 발달해 있다"며 "우리는 흔히 이것 '트리플 헬릭스 모델'이라고 부르는데, 산업계와 정부, 공공(또는 학계)가 협업해서 시스템을 구축하는 구조를 말한다"고 설명했습니다.

스웨덴의 대표적인 트리플 헬릭스 사례는 모빌리티 분야의 전기화와 자동화를 돕는 연구 기관 '아스타제로' (AstaZero)입니다. 아스타제로는 스웨덴의 국립연구기관인 RISE와 찰머스 공대의 합작으로 설립됐습니다. 이곳은 단순히 차량을 테스트하는 시설이 아닙니다. 운송 시스템의 안전성과 지속가능성을 높이기 위한 시험방법 자체를 공동 개발하는 개방형 테스트베드에 가깝습니다.

스웨덴은 자동화와 전기화를 뒷받침하는 새로운 시험 방식을 만들어냈습니다. 단순히 차량을 주행시켜보는 것이 아니라, 에너지 저장 시스템과 로컬 그리드 연결, 자동 충전 시스템, 자율운행을 위한 통신 시스템까지 통합적으로 시험하고 있습니다. 이렇게 시험 체인을 확장하는 과정에서 스웨덴의 ICT 기업인 에릭슨, 에너지 저장 기업, 전력망 회사 등과 협력하고 있습니다. 이를 통해 단순히 카메이커만으로는 구현할 수 없는 복합적인 기술 개발을 가능하게 합니다.

아스타제로의 시험 체계는 하나의 기관에서 모든 것을 처리하는 방식이 아닙니다. SEEL(Swedish Electric Transport Laboratory)은 전기 성능을 검증하고, AVITA는 EMC(전자파 적합성)와 사이버 보안을 다룹니다. Cyber Range에서는 사이버 공격 시나리오를 검증합니다. 이 같은 '테스트베드 체인'은 산업계와 연구기관, 대학이 각자의 전문성을 바탕으로 유기적으로 협력하는 트리플 헬릭스의 실직적 구현 사례라고 할 수 있습니다.

실제로 아스타제로는 현재 볼보의 운전자 없는 전기 자율주행 트럭을 시험하고 있으며, 이 차량은 항만 등에서 컨테이너를 운반하는 데 쓰이고 있습니다. 이들은 단순히 차량만 시험하는 것이 아니라 자동 충전과 에너지 저장, 그리드 연결을 시험하고 있습니다.

피터 자네빅 아스타제로 CEO는 "볼보 그룹과 스카니아 같은 스웨덴 기업들은 전 세계 트럭 판매량 중 상당한 비중을 차지하고 있다"면서 "저희가 그 기업들을 돕는다는 건 스웨덴을 돕는 것이기도 하면서 동시에 전 세계가 화석 연료에서 벗어나 지속 가능한 미래로 나아가도록 돕는 것이기도 하다"고 강조했습니다.

핀란드의 대표적인 트리플 헬릭스 모델은 이차전지 분야에서 찾아볼 수 있습니다. 산학연 컨소시엄인 BAT서클은 광물 채굴에서 재활용까지의 이차전지 밸류체인을 하나로 묶는 원형경제 기반의 배터리 산업 생태계를 구축합니다. 산업계에서는 포르툼, 네스토, 볼트 에너지 같은 기업이 핵심 참여사이며, 광물 채굴과 정련, 양극재 제조, 배터리 팩 조립, 사용 후 배터리의 재활용까지 사업을 수행합니다. 학계는 알토대, 헬싱키대 등이 참여해 소재 공정 연구와 인력 양성을 담당합니다. 연구 기관으로는 VTT(핀란드 기술연구원)가 공정 개발과 파일럿 테스트를 주도하며, 정부는 비즈니스핀란드를 통해 자금 지원과 정책적 연계를 제공합니다.

BAT서클은 이 구조를 통해 핀란드 내에서 니켈과 코발트 등 핵심 광물을 채굴하고, 이를 정련, 가공해 양극재로 만들며, 전지 제조 및 사용 후 재활용까지의 전 과정을 국산화합니다. 이렇게 확보된 밸류체인은 EU의 전략적 공급망 자립과도 연결됩니다.

알토대학교의 로드리고 세르나 게레로 교수는 이 과정에서 학계와 산업계의 연계를 강조합니다. 그는 "BAT서클에서 산업계의 참여는 매우 근본적인 요소"라며 "산업계와의 긴밀한 협력을 통해서만 산업이 진정으로 필요로 하는 것이 무엇인지 파악할 수 있고, 새로운 연구 아이디어와 과학적 발견을 실제 현실에 적용 가능한 형태로 전환할 수 있다"고 설명했습니다.

5. 무엇보다 탄소중립 달성에 대한 진심

핀란드와 스웨덴을 방문하는 내내 전기화에 대한 진심을 느낄 수 있었습니다. 북유럽의 두 나라는 탈탄소 정책의 속도를 늦출 생각이 없었고, 전기화가 결국 국가 경쟁력이 될 것 이란 믿음은 굳건했습니다.

이번 디플로마 과정을 진행하면서 제조업을 기반으로 한 수출 국가의 국민으로서, 또 산업 기자로서 제 시각이 '어떻게 경제성, 경쟁력을 갖춘 산업을 만들 것이냐'에 머물렀다는 점도 새삼 깨닫게 됐습니다. 탄소중립과 전기화를 단순히 경제 논리로만 접근할 것이 아니라 우리가 반드시 달성해야 할, 양보할 수 없는 공동의 목표로 인지하는 것이 우선해야 할 듯 합니다.

에너지경제신문 이원희 기자

언론은 보통 에너지와 전력을 함께 표현한다. 하지만 우리가 사용하는 에너지 중에서 전력은 일부다. 에너지는 우리가 이동할 때 타는 자동차, 따뜻하게 잘 수 있는 난방, 철강을 만들기 위해 쓰이는 산업용 열에너지 등 다양하게 쓰인다.

에너지경제연구원에 따르면 우리가 쓰는 최종에너지 소비 중 전력은 21%, 열에너지는 48%다. 국제에너지기구(IEA) 통계를 봐도 전 세계 전체 에너지 소비의 절반이 열에너지다.

□ "열에너지 기사는 재미없고 어려워요."

하지만 에너지 기사를 보면 대부분이 전력 기사다. 에너지 소비 비중으로 보면 열에너지 기사가 더 많아야 하는데 전력이 더 많이 언급된다.

언론이 열에너지를 잘 다루지 않는 이유는 재미가 없어서다. 전력이 훨씬 재밌다.

전력 기사는 그렇지 않아도 딱딱한 에너지 기사에 정치라는 흥미진진한 이야기를 덧붙일 수 있다. 재생에너지, 원전, 화력발전을 두고 정치권력이 얹혀 치열하게 다툰다. 여기에 수많은 이해관계자가 붙으면서 기자들이 활약할 틈이 생긴다.

전력은 지난 20대 대선 TV 토론에서 봤듯이 원전이 더 낫니 해상풍력이 더 낫니 하며 싸운다.

반면, 열에너지는 기자들이 끼어들기 힘들다. 지역마다 영주처럼 군림하는 열공급사들이 자기들끼리 알아서 잘살고 있다.

대안이 아직 실현되기 어렵기도 하다. 그나마 기술이 있는 전력 탈탄소화도 버거운데 열에너지까지 신경 쓰기 힘들다. 발전소에서 열로 전기를 만들고 그 전기를 또 열로 만들려면 낭비가 심하다. 열을 히트펌프 등으로 전기화하기는 해야 하는데 아직 비싸다. 열에너지를 전기화해도 우리나라 전력의 거의 60%는 화력발전에서 나오니 어차피 탄소중립도 안된다. 가스로 열병합발전기를 돌려서 열을 사방에 퍼트리는데 아직은 최선이다.

개인적으로 존경하는 교수님이 있다. 그 교수님은 통화가 끝날 때쯤 되면 열에너지도 다뤄달라고 꼭 당부한다. 열에너지의 탈탄소화 없이는 탄소중립이 불가능하다는 게 그의 견해다.

그러면 '열에너지는 재미도 없고 설명하기 어려워요'라는 말이 목구멍까지 올라오지만 "알겠습니다"하고 넘어간다.

물론 그 교수님 말에 동의는 한다. 정치인들이 탄소중립을 외치면서 전력만 말하고 열에너지에 관심 없다면 모순이다. 아무리 어렵더라도 방안을 찾아야 하지 않겠는가. 그나마 에너지에 관심 있는 정치인들은 양심에 찔리는지 열에너지의 전기화도 언급하려 해준다.

□ 핀란드 열공급 전기보일러, SMR, 히트펌프

이번 언론진흥재단 디플로마의 주제는 기후테크 전기화다. 국내 교육과정에서 수송의 전기화는 들어가긴 했는데 열에너지의 전기화는 빠지긴 했다. 에너지 출입기자들도 열энер지를 다루기 어려워하는 데 재단 교육에서 열에너지가 들어가는 건 어려웠을 것 같다.

해외교육과정에서 핀란드로 가서 많이 배웠다. 핀란드 도시 바사에서는 전력 가격이 마이너스일 때 전기보일러를 이용해 한 달 도시 난방을 책임졌다. 에너지 분야를 취재하면서 처음 들어본 사업이었다. 마치 전기보일러가 전력공급이 넘칠 때 에너지저장장치(ESS) 역할을 해준 셈이다. 우리나라는 마이너스 전력가격이 아직 발생하지 않는다. 마이너스 전력가격이 새로운 사업을 창출할 수 있다는 사례를 봤다. 마이너스 전력가격과 전기보일러의 콜라보레이션은 유럽에서도 흔하지 않은 사례라고 한다.

핀란드에서 소형모듈원전(SMR)이 전력시장을 피해 열에너지 공급에 쓰으려는 점도 참신했다. 재생에너지와 전력시장에서 경쟁하기보다는 가격도 안정적인 열에너지 시장에 가는 게 낫다는 판단이다. 핀란드의 STEAD ENERGY가 2030년에 SMR로 열에너지 사업을 잘 해낸다면 우리나라도 적극 도입하면 좋을 듯하다. 원전이 열에너지 시장으로 가면 재생에너지와도 덜 싸울 것 같다. 원전 하고 재생에너지랑 싸우는 거 그만 좀 보고 싶다.

핀란드의 OILON은 히트펌프 생산 기업이다. 핀란드는 아무래도 매우 추운 나라니 히트펌프를 전 세계에서 가장 많이 사용하는 나라라 한다. 히트펌프는 설비를 통해 전력으로 난방하는 방식이다. 이미 핀란드는 전력에서 탄소중립을 거의 달성했으니 히트펌프도 자연스럽게 탄소중립인 셈이다. 아무래도 비용 절감이 문제일 텐데 회사 매출의 6%를 연구개발(R&D)에 투자한다고 한다. 우리도 냉난방공조라 해서 히트펌프를 많이 보급하려고 한다. 결국, 다 돈이 문제다. 스웨덴하고 핀란드는 진작 탄소세를 도입했는데 탄소세를 왕창 부과해야 히트펌프가 간접적으로 경쟁력이 생길 것이다.

□ 나무와 쓰레기로 열 생산하는 스웨덴과 핀란드

스웨덴에서는 아무래도 수송의 전기화를 많이 다루다 보니 열에너지가 주제에서 밀렸다. 스웨덴 에너지청과 미팅에서도 전력 분야에서 질문 공세가 이어지다 보니 열에너지까지 다룰 시간이 없었다. 스웨덴 에너지청 사람들도 시간관리를 못 해야 차 싶었겠다. 사실 그분들도 발표자료에서 전력을 앞에 두고 열에너지는 뒤에다 뒀다.

그래도 스웨덴 자료를 보면 놀라운 건 열에너지 생산의 절반이 바이오매스에서 나온다. 즉 나무를 가공해서 만든 연료인 목재칩과 목재펠릿으로 발전기를 돌려 열을 만든다. 물론 바이오매스로 전력도 생산하긴 한다.

스웨덴하고 핀란드는 나무가 많다 보니 열에너지 생산에서 목재로 만든 바이오매스를 적극 활용한다. 이들은 바이오매스를 당당하게 재생에너지에 포함해 설명했다.

우리나라 재생에너지 업계에서 바이오매스는 이름을 불러서는 안 되는 에너지원이다. 정부나 공공기관 사람들도 언급하기 조심스러워한다. 환경단체에 찍히면 전화테러가 온다.

사실 직관적으로 봐도 나무를 태우는데 왜 재생에너지인가 싶을 수 있다. 바이오매스 업계에서는 나무를 태워도 나무에서 흡수했던 탄소만큼 나오기 때문에 전체적인 탄소배출량은 '0'이라 한다.

특히 우리나라에서는 나무를 베면 그만큼 나무를 다시 심어야 한다. 스웨덴하고

핀란드도 그럴 것 같은데 정확히 모르겠다. 오래된 나무를 베고 새 나무를 다시 심으면 나무가 자라면서 흡수하는 탄소량이 또 많다고 한다.

가뜰이나 태양광이나 풍력 자원이 부족한 우리나라다. 게다가 바이오매스는 햇빛이나 바람과 같은 날씨에 따라 발전량이 제각각이지 않다. 목재펠릿만 넣어 주면 언제든지 발전할 수 있다.

그럼에도 환경단체에서는 바이오매스를 재생에너지에서 퇴출하고 싶어 한다. 아무래도 생태학적으로 접근하는 경향이 있다고 본다. 생태계 보전의 관점에서 보면 결국 나무를 베야 하는 바이오매스를 용납하기 어렵다. 태양광, 풍력 사업자들도 감히 바이오매스가 우리와 같은 재생에너지로 분류되는 게 불편하다.

그러나 자연을 사랑하는 스웨덴과 핀란드 사람들은 바이오매스를 많이 쓰고 있다. 사실 이 부분에서 스웨덴하고 핀란드 사람들하고 이야기를 나눠 보고 싶었으나, 다룰 시간도 에너지도 충분하지 않았다.

개인적인 견해로는 우리나라 바이오매스 생산 기술이 더 친환경적이고 뛰어난 걸로 알고 있다. 물론 스웨덴이나 핀란드의 바이오매스 생산 현장을 직접 보지 않는다면 판단하기 어렵다. 앞으로 스웨덴과 핀란드의 바이오매스 생산 및 발전 현장을 볼 수 있으면 좋을 거 같다.

우리나라 정부는 목재자원을 국내에서 조달하고 발전량을 조절할 수 있다는 점에서 바이오매스를 적극 육성 하고 싶어 한다. 스웨덴과 핀란드의 바이오매스 활용 기사를 잘 취재하면 정부와 환경단체 간 갈등을 좁힐 실마리를 제공할 수 있지 않을까 싶다.

이외에도 스웨덴의 RISE, 핀란드의 VTT도 열에너지 탈탄소화를 위해 많은 연구를 하고 있을 것이다. 실제로 철강이나 산업에서 쓰는 열에너지를 수소로 공급하는 아이디어도 소개됐다. 문제는 역시 친환경 수소를 얼마나 싸게 생산할 수 있는지가 관건이다.

또한, 핀란드와 스웨덴은 쓰레기 소각 과정에서 나온 열에너지를 잘 쓰고 있다. 핀란드와 스웨덴에서는 쓰레기 매립이 금지다. 우리나라는 내년부터 생활폐기물

매립이 금지된다. 우리나라도 쓰레기 소각장 열에너지를 지금도 쓰고는 있지만, 앞으로 더 많이 쓸 기회가 생길 것이다.

쓰레기를 자원화하려면 쓰레기를 깨끗하게 분리하고 정리하는 게 중요하다. 쓰레기를 대충 집어넣으면 소각장 설비가 체한다고 한다.

가정에서 쓰레기 분리수거를 하는 게 중요하지만, 사실 더 중요한 건 시스템이다. 재밌게도 우리나라보다 스웨덴과 핀란드가 분리수거는 더 대충하는 거 같은데 쓰레기 자원화는 더 잘하는 것 같다.

우리나라는 가정에서는 쓰레기 분리수거를 잘해도 수거업체에서 정리는 잘 안된다고 한다. 반면, 스웨덴과 핀란드에서는 가정에서는 분리수거를 대충 해도 수거업체에서 잘하는 듯하다.

다만, 스웨덴과 핀란드를 돌아다니다 보니 느낀 생각으로 직접 시설을 찾아가야 확인할 수 있다.

쓰레기 소각열에너지 공급은 열에너지 탈탄소화에 기여하는 대규모 국책 사업이다. 어차피 태워야 하는 쓰레기다. 쓰레기를 태운 열에너지를 난방으로 쓰면 그만큼 가스발전을 덜 돌려도 된다.

국민한테 플라스틱 열심히 분리수거하라고 하는 것도 중요하지만, 나라가 시스템을 잘 만들어줘야 한다. 플라스틱 분리 및 쓰레기 소각 문제도 말하기 시작하면 끝이 없다.

□ 열에너지 탈탄소화 둘러싼 논란들

열에너지 기사가 재미없다고 했지만 열에너지 탈탄소화를 둘러싸고 논란이 없는 건 아니다.

특히 가스터빈으로 전력과 열을 동시에 생산하는 집단에너지 사업자에게 탄소배출권 부담을 얼마나 부여할지가 논쟁이다. 집단에너지 사업자들은 전력과 열을 동시에 생산해 에너지 효율을 높이므로 부담을 덜 달라고 환경부에 주장한다. 집단에너지 사업자가 탄소배출권으로 탄소배출에 따른 부담을 받게 되면 열에너지의 탈탄소화 기술이 더 개발될 수 있다.

특히, 전기요금처럼 열요금 산정도 논란이다. 정부는 열요금도 많이 통제한다. 그러다 보니 가스가격이 상승하면 사업자들 불만이 나온다. 두부가 콩보다 싸다는 유명한 말은 열에너지 생산에서도 통하는 말이다. 반대로 정부는 전력가격이 오르면 열과 전력을 동시에 파는 사업자들이 과한 혜택을 본다고 지적하기도 한다.

히트펌프나 수열에너지를 재생에너지로 봐야 할지 어디까지 규제를 풀어줄지도 논란이다. 우리는 열에너지 하면 난방만 생각하는데 냉열도 주요한 열에너지다. 즉 여름에 우리를 시원하게 해주는 에어컨도 열에너지의 종류다. 식품을 보관할 대형 냉동창고도 다 냉열이다. 다만, 냉열은 전기화가 잘 됐다. 우리가 사용하는 에어컨, 냉장고 다 전기로 쓴다. 냉열은 전기 말고는 생산할 대안이 없긴 하다.

전력 분야를 취재하면, 여름철 냉열 소비의 무서움을 안다. 보통 봄과 가을에는 최대전력소비가 6만 메가와트(MW)대다. 그러나 여름이 되면 8만에서 9만 MW까지 올라간다. 2~3만 MW 정도 최대전력소비가 더 늘어난다는 것은 원전을 20~30개는 더 돌려야 한다는 의미다.

이에 수열에너지나 가스 액화 과정에서 나오는 폐냉열 등을 활용하는 게 중요하다. 데이터센터를 전기화된 에어컨으로 식히는 건 엄청난 전력소비를 가져온다. 물을 이용해 데이터센터를 식히는 게 수열에너지라 일컫는 친환경 냉열 사용이다. LNG 기지의 폐냉열을 쿠팡의 대형 냉동창고에 공급해준다면 얼마나 많은 탄소를 줄일 수 있을지 생각해 봐야 한다.

아마 핀란드와 스웨덴도 수열에너지 및 폐냉열 사용도 검토할 것이다. 아니면 추운 나라라 거기까지는 안 볼지도 모르겠다. 북유럽 국가들은 열에너지 시장도 전력시장처럼 개방했으니, 다양한 사업이 펼쳐질 수 있다.

주제를 열에너지로 한정했지만, 이번 언론진흥재단 디플로마는 탄소중립 선도국인 스웨덴과 핀란드에서 탄소중립 정책과 신기술에 대해 배울 수 있는 소중한 시간이었다. 열에너지로만 봐도 많은 인사이트를 얻어갔다. 북유럽의 탄소중립 기술을 알고 싶은 사람들이 참고할 만한 기사를 쓸 수 있을 듯하다.

앞으로 기후위기 대응이 중요해지는 만큼 언론진흥재단에서 기후를 주제로 한 해외교육 사업은 계속될 것이다. 재단은 기자들이 취재하길 원하는 쪽으로 지원하기도 하지만, 미처 발굴하지 못한 중요한 주제를 제공하는 역할도 한다고 본다. 재단에 감사 인사를 전하면서도 교수님에게 한 소리 들듯이 재단에도 '열 에너지를 많이 다뤄달라'고 말하고 싶다.

뉴스1 이형진 기자

I. 서론

- 2025 KPF 디플로마-기후테크(전기화) 과정의 일환으로 스웨덴과 핀란드의 기후변화 대응 관련 기술·정책·경영의 선도 기관과 관련 학술 박람회(EVS38) 등을 방문
- 자동차·철도·항공·해운 등을 포함하는 '수송' 분야에서 우리나라의 온실가스 배출량은 2023년 잠정치로 9,490만 톤을 기록해 전체 총 배출량 6억 2,420만 톤의 15.2% 수준
- 정부의 수송 분야 배출량 감축 목표는 2018년 대비 2030년까지 37.8% 감축이지만, 2023년 잠정치로 보면 2018년 대비 1.3% 감축에 그쳐
- 전기차·수소차 등 공급 늘리고 있지만, 더 적극적인 온실가스 감축 필요
- 더불어 화석연료를 활용해 생성한 전기를 사용하는 것이 아니라 무탄소 에너지 기반의 전력 활용에 대한 고민 필요
- 스칸디나비아 국가들, 특히 우리나라만큼 자동차 제조업 강국인 스웨덴의 운송 분야 탄소 감축 노력의 실증 사례 주목

II. 각 기관별 주요 내용

- **EVS38 글로벌 전기차 학술대회 및 전시회**
 - 마틴 욘슨(Martin Jönsson), 비지니스스웨덴 운송& 모빌리티 부문장 발표
 - 스웨덴 모빌리티 산업의 특징
 - 그린 전환 선도: 2045년까지 화석연료 제로 목표, 대표 자동차 제조기업 볼보 2030년까지 90% EV 판매 목표
 - OEM 및 티어1 부품업체 생태계 포진, 전 밸류 체인에서 친환경 실천
 - 전통(볼보, 스카니아)+신생(코닉세그, 폴스타, 아인라이드) 공존
 - 탄소중립 달성을 위한 3대 전략

- ① 대형 제조사와 공급망 통한 유기적 연계
- ② 그린 철강·배터리, 친환경 차량, 재활용·순환경제 등 '그린 전환' 앞장
- ③ 새로운 기술 시도, 혁신 노력
- 주요 혁신 사례
- 주행 중 충전 가능한 전기 도로 실증
- 판매 신차 약 3분의 2 전기차 또는 플러그인 하이브리드 차량
- 전체 전력 98% 청정에너지, 47억 달러(약 6조원) 규모 투자→클린 테크 분야 스타트업
- 질의응답 요약
- 충전 인프라 부족으로 플러그인 하이브리드 차량은 '백업' 역할. 10년 내 1000km 주행 배터리 가능성
- 주택 지역의 인센티브로 충전 인프라 상당히 보급됐지만, 상용 부문 인프라 부족
- 유럽의 상용차는 전기차 기가빈에 집중. 다만 수소연료전지차도 유망
- V2G 기술은 아직 초기단계. 주요 제조사·전력망 운전자 중심 시범 프로젝트 중
- 피터 자네빅(Peter Janevik) 아스타제로(AstaZero) CEO 발표
- 기관 소개
- RISE 산하 독립적·개방형 자율주행 및 전기차 시험 전문기관
- 운송 시스템 변화 대응. 자동화, 전기화, 커넥티비티 등 차세대 운송 체계 개발 지원. 시험법 공동 개발
- 시스템 중심 테스트. 전기차 충전 인프라, 그리드 연결성, 자동 충전, 로컬 에너지 저장장치 등 테스트
- 테스트베드 체인 운영. SEEL, Avita, CyberRange 등 연계해 자율주행 전기차 개발 속도
- 주요 발언 요지
- 자율 주행 기술은 전기차의 도입 및 효율적 사용에 기여
- 한국의 자율주행 기술 수준 높고, 인프라·정책 등 통합적 시야 보유
- 자율주행과 V2G·재생에너지 연계 매우 중요하지만 구현 복잡. 인터페이스 복잡 하지만 시간이 지나면 될 것

○ 앤더스 벨 볼보CTO 인터뷰 요약

- 자동차는 더 이상 고립된 기계가 아니다
- 지금은 자동차가 그리드, 클라우드, 사회와 통합되는 유기체로 진화하는 시점
- 단순한 내연기관→전기차 전환뿐 아니라, SDV(Software Defined Vehicle) 전환이
동시 진행 중
- SDV, 고속·저지연 연결 기반의 센서 집합체. 외부 환경, 주행, 충전 방식, 사용자 행태
등 실시간 수집→에너지 효율 극대화
- SDV는 차량이 언제, 어떻게 사용되고 충전되는지를 파악해 그리드 부하에 맞춰 소프트
웨어를 지속적으로 업데이트하고 차량과 사회 간 상호작용을 더욱 정교하게 조정
- SDV를 통해 V2X (차량↔인프라 통합) 전략 가능. SDV 하드웨어 만들 때부터 그리드와
통합성 염두. V2X는 게임 체인저 될 것
- 배터리 활용 측면에선 장단점이 달라 NCM 배터리, LFP 배터리 모두 활용 중. 배터리 재
활용을 위해선 표준화 작업 필요

□ 스웨덴 전기 운송 연구소(SEEL) 방문 요약

○ 기관 개요

- 스웨덴 국립연구기관 RISE와 찰머스 공과대학이 공동 설립한 국가 테스트베드로, 전기
운송 및 배터리 기술 분야를 선도
- 예테보리, 뉘크바른, 보로스 3개 지역에 시설을 보유하며, 전기 구동계, 배터리, 충전
시스템, 중장비·항공 부품 등의 시험 가능
- 산업계-학계-공공 부문 간 협력 거점을 지향하며, 개방형 플랫폼을 통해 지속가능한
이동 기술의 개발 및 상용화를 가속화
- 정부 자원 및 EU IPCEI(중요 프로젝트) 하에 설립됐으며, 200여 개 파트너와 협력 중

○ 핵심 활동

- 배터리 기술: 다양한 화학 조성(케미스트리)와 아키텍처에 대해 코인셀 → 모듈 →
팩까지 테스트 제공. 온도·습도 조절 가능한 25개 챔버 보유

- 충전 기술 및 V2G: 차량 자체뿐 아니라 충전 스테이션도 시험. V2G (Vehicle-to-Grid) 기술 테스트 가능
- 안전성 평가: 보로스 시설에서 유럽 최대 규모의 화재·열폭주·기후·진동 테스트 가능. 실차 수준까지 진행 가능
- 파워트레인: 승용차부터 상용차까지 다양한 구동 시스템 시험. 1.2MW 이상 에너지 공급 가능한 실험 환경 제공.
- 소음 및 진동: '사일런트룸'에서 고성능 정밀 시험 가능
- 재사용·재활용: 배터리 '상태 건강도(SOH)' 평가를 통해 리유즈·리사이클 여부 판별 가능. 고전압 시스템 및 클라이밋 챔버 운용
- 협력 및 국제 파트너십
 - 아직 한국 기업과 직접 협력 사례는 없으나, 기술력·경제력·안보(나토) 연계 측면에서 한국은 협력 선호 대상이라 언급
 - 해운·항공 부문으로 기술 확대 가능성 강조, 해당 산업과의 점점 확보에 의지

□ 볼보 트럭 익스피리언스 센터(Volvo Trucks Experience Center)

○ 기관 개요

- 사업 영역: 트럭, 버스, 건설 장비, 해양 및 산업용 동력 솔루션, 자율 및 전기화 솔루션
- 2040년까지 100% 화석연료 배제, 넷제로 운송 및 인프라 전환 주도
- EVS38 일정과 맞춰 관련 센터 소개

○ 각 코스별 내용 요약

- 수소 트럭 기술
 - 유형: 수소 연료전지 트럭, 수소 내연기관 트럭 동시 개발
 - 연료전지는 진정한 무배출 차량(ZEV), 수소 내연기관 단순하고 경제적, 전환기 현실적 대안
 - 주행거리 및 충전: 최대 600km, 향후 1000km 까지 확대 계획. 완충 시간 약 15분
 - 테스트 국가: 인도에서 파일럿 프로젝트 진행 중
 - 안전성: 견고한 수소 탱크, 내장 센서, 충돌 테스트 통해 화재 등 리스크 최소화

- 자율주행 전기 버스

- 특징: 가상 운전자 기반, 제한된 노선에 적용 중
- 장점: 교통사고 감소, 효율적인 정류장 진입, 정확한 감속 프로파일
- 적용 예: 공항, 차고지 등 좁은 공간 중심으로 활용 예상
- 한계: 법규, 사회 수용성, 안전성 확보가 선결 조건

- 볼보 펜타(Volvo Penta) 드라이브 라인

- 역할: 과거에는 해양용 엔진 및 드라이브 제조. 친환경 전환을 위해 전기 관련 모든 드라이브 라인 공급
- 항만, 물류센터, 광산, 건설 등 오프하이웨이 영역에 다양한 솔루션 제공

- 볼보 펜타 에너지 저장장치 부문

- 구성: 최대 6개 배터리 모듈로 구성, 0.5MWh급
- 특징: 모듈화 시스템, 이동형 충전소·건설현장용 에너지 솔루션
- 사용처: 데이터센터, 행사장, 렌탈 산업, 외딴 지역 충전소 등

- 충전 인프라

- 유형: 43kW AC 충전기(인버터 내장형), 400kW급 DC 고속충전기(트럭은250kW 까지 지원)
- 운영: 트럭 1대 1시간 이내 고속충전 가능, HMI(사용자 인터페이스) 기반 제어 시스템 갖추
- 그리드 연계: 다양한 전력망(30kV~155kV)에서 선택 가능

- 전기 건설 장비

- 기종: 2톤급 소형~ 40톤급 중장비까지 다양
- 한국 생산: 창원공장에서 굴착기 등 전기화 모델 생산
- 충전: 전기차와 동일한 CCS 기반 급속충전 방식

○ 볼보 전기 트럭, 전기 건설 장비 시운전 체험 진행

□ 칸델라(Candela Technology AB)

○ 기관 개요

- 스톡홀름에 본사를 둔 전기 수중익선(하이드로포일) 개발 전문 기업. 2014년 엔지니어 구스타브 하셀스코그에 의해 설립
- 전기 추진 시스템과 하이드로포일(수중익) 기술을 결합 에너지 효율성과 승차감을 극대화한 상업용·레저용 선박을 개발
- 대표 제품
 - C-8: 컨슈머용 고성능 전기 수중익선
 - P-12: 세계 최초 상용 운행 전기 수중익 여객선(최대 시속 45km, 주행거리 최대 40해리)

○ 주요 기술

- 수중익을 활용해 선체를 수면 위로 들어올려 마찰 저감
- 리튬이온 배터리(378kWh, 전기차 6대 분량) 기반, 고속충전 가능(20~80% 45분)
- 초당 수백 회 수면 상태 분석 및 자동 제어 시스템 내장
- 탄소배출량 97%, 에너지 비용 90%, 유지비 90% 절감 가능

○ 시장 적용성

- 스톡홀름 군도의 대중교통 루트에서 상용 운행 중(1년 3000시간 이상 운행 기준)
- 한강 통근 수단, 제주 우도 관광선, 여수·보령·부산 연안 여객선 대체 수단으로의 적용 가능성 언급
- 공공교통 외에도 호텔-공항, 리조트-도심 간 수상택시, 부동산 연계 수상 교통수단 등으로 활용 가능

□ 예테보리 항만청

○ 기관 개요

- 스웨덴 서해안 최대 항만, 1620년 설립, 예테보리시 100% 소유
- 스웨덴 수출입의 핵심 거점, 유럽 및 아시아와 정기 항로 연결

- 주요 사업 부문은 컨테이너 물류, 볼보 차량 수출입을 포함한 자동차 운송, 유럽 내 RoRo (Roll-on/Roll-off) 운송, 벌크 물류(펄프, 제지, 목재), 여객 트래픽(덴마크 왕복 페리, 크루즈), 에너지 제품(스웨덴 원유 수입의 약50% 담당), 철도 운송

○ 주요 발표 내용

- 탈탄소화 및 지속 가능성 이니셔티브
 - 육상 전력 공급(OPS): 25년 이상 RoRo 및 RoPax 선박에 육상 전력을 공급하여 부두 정박 시 전력망 연결을 통해 배출량 감소
 - 대체 연료 전환: LNG, 액화바이오가스(LBG), 메탄, 메탄올, 바이오연료 등 다양한 새로운 연료 공급 주목
 - 파트너들과 함께 암모니아 및 수소 연료 개발 고려
- 연료 준비성 수준
 - 바이오 디젤: 완전 통합 수준으로 매일 사용
 - LNG: 매주2회 벙커링. 완전 통합. 다만, 바이오 메탄 전환 권장
 - 메탄올: 2015년부터 사용 중. 높은 수준 통합. 매일 운영되지는 않아
 - 바이오 메탄: 높은 잠재력. 관련 인프라 업체가 내년까지 액화 시설 건설 계획. 신규 선박 주문 절반이 듀얼 퓨얼(바이오 메탄올 적재 가능)임을 고려 수요 성장 전망
 - 암모니아: 현재 로드맵 수준. 리스크 평가 및 유출 대응 분석 등 준비. 2027년 이후 에나 가능. 2030년대 초반까지 준비성 확보 목표
 - 수소: 해운 분야에서는 아직 연구 수준
 - e-연료 허브: 리퀴드 윈드(Liquid Wind)와 협력해 재생에너지와 포집된 탄소 활용 e-메탄올 공장 건설 중. 삼성ENA와의 협력 통해 글로벌화 추진
 - 전기 트럭 도입: 물류 유통 측면 전기 트럭의 사용이 증가. 중대형 전기 트럭용 고속 충전소 운영
 - 전기 선박M/S 함넨(M/S Hamnen) 프로젝트: 1979년에 제작된 항만 점검용 선박을 2023년 9개월간의 개조를 통해 전기 동력으로 전환. 520kWh 리튬 배터리와 150kW 전기 모터를 탑재한 하이브리드 선박. 98~99%를 순수 전기로 운항하며 연간 약 2만 5천 리터의 디젤 사용을 줄여 항만 당국 전체 배출량의 약 15%를 감축하는 데 기여

- 해상 풍력 발전(Vastvind): 해상 풍력 단지Vastvind 5% 지분 보유
- 수소 연료 보급 및 생산: 지난해 10월 트럭 충전용 수소 충전소를 건설. 하이플렉스 (Hi-Flex) 프로젝트 통해 수소 전기로 바뀐 선박에 공급하는 시험 운영
- 인프라 개발 및 확장
- 항로 준설: 더 큰 선박들, 더 많은 화물을 실을 수 있도록 수심 깊게 항로 준설 작업 진행중
- 탄소 포집 및 활용/저장(CCUS) 허브: 예테보리 항만의 유리한 지리적 위치를 활용 CO2 운송 및 항로 개척 잠재력. 에너지 기업, 정유 기업, 소각장 등과 협업하여 인프라 구축 논의 중임
- 터미널 용량 확장: 선박 대형화에 맞춰 항만 터미널의 처리 용량 확대
- 협력 및 규제
- 그린 회랑(Green Corridor): COP26에서 시작된 개념으로, 2030년까지 최소 6개의 그린 회랑을 구축하고 새로운 연료 사용하는 선박 지원 선언에 기반
- 벨기에의 노스 시 포트(North Sea Port)와 연결하는 회랑을 조성했음. 암모니아 연료 전환 목표 필요한 인프라 및 규제 체크리스트를 확인
- 인센티브 제도: 친환경 규제를 잘 따르는 고객에게는 항만 사용료 리베이트 제공 등 당근과 채찍 동시 사용

□ 비즈니스 핀란드

○ 기관 개요

- 핀란드 경제고용부 산하 정부 기관. 핀란드 기업들의 글로벌 확장 지원 역할
- 5가지 주요 초점 분야 중 하나 '탄소중립적이고 회복력 있는 에너지 시스템'

○ 주요 발표 내용 중 모빌리티 관련 분야

- 핀란드의 기후 목표
- 2035년까지 탄소 중립 목표
- 2050년까지 탄소 마이너스 달성 목표
- 2029년까지 석탄 사용 완전 중단

- 핀란드의 모빌리티 분야 탈탄소화

- 교통 및 이동수단 탈탄소화 집중. 항공, 해운, 철도, 대중교통 등 다양한 교통수단 포함
- 핀란드는 배터리 기술, 수소 경제, 에너지 저장 기술 개발에 적극 투자.

III. 결론

이번 2025 KPF 디플로마-기후테크 과정에서 스웨덴과 핀란드에서 진행한 기후변화 대응 기술 및 정책 학습은 우리나라의 온실가스 감축 노력에 시사하는 바가 컸다.

스웨덴의 볼보와 AstaZero의 자율주행 및 전기차 기술 개발, 칸델라와 예테보리 항만청 등 자동차를 넘어서 해상에서의 탈탄소화까지 큰 의미를 제공했다. 그러나 우리나라 자동차 기업들의 기술력 등을 고려하면 스웨덴·핀란드의 기술적 수준이 크게 더 진보해 있거나 하진 않았다. 오히려 SDV 등의 추진, 더 다양한 차종의 전기차, 수소연료 전지 기술 등을 고려하면 기술적 측면에서 우리 기업들이 좀 더 앞서있다고 느낄 정도였다.

그럼에도 우리가 여전히 뒤쳐지고 있다고 생각되는 부분은 '통합적 접근법'이었다. RISE에서 이어지는 SEEL, 아스타제로 등 국립 연구기관과 볼보, 칸델라 등 민간 기업 간의 긴밀한 협력은 우리에게 분명 없는 부분이었다. 가장 앞서나간다고 하는 현대자동차 그룹 외에 이른바 중견 자동차 업체들의 전동화 기술이 1위 기업과 큰 차이가 난다. 이로 인해 우리나라 수송 분야의 탈탄소화는 사실상 1개 대기업이 이끌고 있다는 인상을 지울 수 없는데, SEEL 같은 오픈된 플랫폼의 연구기관을 벤치마킹한다면 기술 격차를 줄이고 탈탄소화를 더 가속화할 수 있을 것이라 판단됐다.

결론적으로, 기후변화 대응과 온실가스 감축을 위해서는 혁신적인 기술 개발과 함께 정부의 적극적인 정책적 노력이 결합해야 한다.

중앙일보 정은혜 기자

현장에 가야만 풀리는 의문, 어렵풋하게라도 보이는 듯한 답이 있다. 내게는 전력망 문제가 그랬다. 지난 4월 스페인 대정전 직후, 여러 국내 전문가와 통화를 하고 외신 보도를 찾아봐도 좀처럼 무릎을 칠 만한 답은 돌아오지 않았다. "재생에너지 비중이 너무 높은 탓", "경직성 강한 원전+변동성 큰 재생에너지를 더한 비중이 너무 높은 탓", "날씨 문제일 가능성", "재생에너지로 인한 관성 저하 문제" 등 막연한 답만 메아리쳤다. '그래서 우리는 재생에너지를 늘리면 안 된다는 건가?', '기후와 통상 문제를 고려해, 재생에너지를 늘려야만 한다면 우리는 어떻게 해야 하는가?'라는 질문에는 더욱 답을 찾을 수 없었다. 그런 가운데 '2025 KPF 디플로마-기후테크(전기화)' 과정으로 방문하게 된 핀란드와 스웨덴 해외 연수는 그동안 기후·환경 분야 취재 기자로서 가진 의문을 상당히 해소할 수 있는 계기가 됐다.

이미, 원전과 재생에너지 양날개로 날고 있는 두 국가는 각각 99.9995%의 고압 송전망 전력 공급 신뢰도(핀란드), 99.993%의 전력망 설비 가용성(스웨덴)을 자랑하고 있었다. 이는 단순히 재생에너지 설비만 많이 늘려서는 달성할 수 없는 '탄소중립'으로 두 국가를 빠르게 인도하는 힘이었다. 실제 핀란드와 스웨덴은 청정에너지 비중은 현재 각각 90%, 98% 이상 높아진 상태다. 10여년 뒤에는 탄소중립을 넘어 '탄소 (순배출) 마이너스'에 돌입할 준비를 하고 있다.

반면, 한국은 국가 대정전을 겪은 스페인과 비슷한 길을 가고 있다. 현지에서 만난 전력망 전문가, 스페인 정부 조사 결과 발표(6월) 등에 따르면 스페인 대정전의 원인은 '화석연료 시절에 머문 전력망 기술'에 있었다. 이번 대정전은 순간적인 과전압을 전력망이 제어하지 못하면서 발생했는데, 이는 과거 대정전 발생 원인(저전력, 저전압)과 정반대 양상이라고 한다. 분산형 에너지, 재생에너지의 비중이 늘어나며 생긴 현상으로, 이에 걸맞는 전력망을 갖추지 못한 탓이다. 유럽송전망운영자협의회(ENTSO-E)는 지난 6월 17일 발표한 보고서에서 "스페인의 계통은 현대 재생에너지 기반 계통 구조와 제어 수준에 미치지 못했다"고 지적했다. 재생에너지는 늘어나는데, 전력망은 과거에

머물고 있는 한국의 상황이 겹쳐 보였다. 한국전력이 재생에너지 출력제어(전력망에 전력이 추가되지 않도록 발전을 정지 시킴)를 과하게 하는 이유가 얼핏 이해되기도 했다.

핀란드와 스웨덴은 어떻게 전력망의 안정성을 높여왔을까. 전력망의 구조를 분산형으로 재편하고, 고도의 디지털화를 완료했다. 특히 전력 흐름을 고속으로 유지하면서도 양방향 제어가 가능하도록 한 것+전력 공급과 수요 예측을 5분 단위로 제공하는 시스템은 안정성을 강화할 뿐 아니라, 국민에게 때로는 '마이너스 전기료'를 선사하고 전기 생산이 어려울 때는 소비를 줄이도록 유도하는 시스템을 구축하는 데까지 나갔다. 이를 가능케 한 구체적인 기술은 디플로마 해외 연수에서 확인할 수 있었다.

① 고신뢰 전력망을 구축한 핀란드와 스웨덴

핀란드의 전력망 운영기관 핀그리드(Fingrid)는 유럽에서도 신뢰도가 높은 핀란드의 송전망 운영 기관이다. 다른 유럽 국가와 달리 핀란드 내 유일한 송전망 운영 기구라는 점에서 한국전력과 비슷하다. 하지만, 재생에너지에 특화된 분산형, 양방향, 제어력 높은 전력망을 운영한다는 점에서는 매우 다르다. 핀그리드는 5분 단위로 전력 수요를 예측할 수 있는 시스템을 운영하며, 이 예측값에 따라 전력 공급을 자동 조절한다. 이때 디지털트윈 기술과 AI 기반 알고리즘이 전력 수요와 공급을 모사하여 실시간 시뮬레이션을 통해 운영 결정을 가능하게 한다.

핀란드도 한국처럼 재생에너지를 공급하는 지역과 소비하는 지역의 불균형이 극심하다. 재생에너지 등 발전 자원은 북부에, 전력 수요는 남부 수도권에 몰려있어서다. 이를 해결하기 위해 핀그리드는 1만5000km의 송전선을 통해 연간 73TWh의 전력을 전송하고 있다. 핀그리드 관계자는 "1만5000km는 핀란드를 남북으로 10번 왕복할 수 있는 거리"라고 강조했다. 핀그리드는 이에 그치지 않고 현재도 약 40억 유로의 송전망 투자를 단행하고 있다.

연결성 강화는 전력 수요 공급 불균형뿐 아니라, 날씨 변동에 따른 재생에너지 간헐성을 극복하는 중요한 요소이기도 하다. 지역마다 날씨가 다르기 때문에 한쪽에선 재생에너지 발전이 일어나지 않아도, 다른 한쪽에선 재생에너지 발전을 할 수 있다. 이 때문에

송전망 연결은 국내뿐 아니라 국외로도 촘촘하게 확장할수록 재생에너지 안정적 수급에 도움을 준다. 핀그리드는 현재 '오로라 라인'이라는 이름의 스웨덴-핀란드를 잇는 세번째 고압 송전망을 구축하고 있다. 또, 소규모 소비자를 연결하는 저전압망과 대규모 발전소 및 산업체를 연결하는 고전압망을 약 70여개의 지역 운영업체를 통해 운영, 계층화함으로써 재생에너지의 분산형 통합, 향후 BESS(배터리 에너지 저장시스템)와의 수요 반응(DR) 기술을 접목하기 위한 기반을 마련하고 있다.

스웨덴 역시 송전망 운영기관인 스벤스카 크라프트네트(Svenska Kraftnät)가 운영하는 실시간 계통 감시 및 제어 체계로(SCADA) 시스템은 실시간 데이터 수집, AI 수요 패턴 예측, 이상탐지, EMS(Energy Management System)를 통해 풍부한 재생에너지(수력·풍력)를 안정적으로 계통에 통합하고 있다. 이를 통한 전력공급 신뢰도는 99.993% 수준을 자랑한다.

② 베이스엔(BaseN)-디지털 트윈으로 국가 전력망 관리

"요즘은 '디지털 트윈'이란 개념이 흔하지만, 아마 베이스엔은 디지털 트윈이란 용어가 나오기 전부터 이 기술을 쓰기 시작한 첫 번째 기업일 것이다"

헬싱키에서 방문한 핀란드의 민간기술기업 베이스엔(BaseN)의 발표 중 가장 인상 깊게 들은 말이었다. 베이스엔은 핀란드의 전력망을 '디지털 트윈' 기반 플랫폼을 통해 실시간으로 전력의 수요 공급을 맞추는 시뮬레이션을 제공하한다. 베이스엔은 핀그리드와 함께 인사이트 맵(Insite Map) 기능을 개발해 전력망 상태를 지도를 기반으로 한 시각화 형태로 실시간 제공하고, 문제를 조기에 식별하고 추적해 '알람'까지 하고 있다. 이 시스템은 기후 변화로 인한 극한 기상 현상으로 위협받고 있는 전력망의 복원력(resilience)을 강화하는 데도 기여한다. 이는 분산 에너지 자원 관리 시스템(DERMS)을 구축하는 기초적인 기술이기도 하다.

③ 히타치에너지-장거리 송전과 양방향 제어, 'HVDC' 기술 선도

스웨덴은 오늘날 가장 중요한 기술 중 하나인 HVDC(고전압 직류 송전)의 본고장이다. 1954년 스웨덴 기업 아세아(ASEA)가 본토와 고틀란드 섬 사이를 연결한 최초의 HVDC 상업화에 성공한 이후, HVDC는 발전을 거듭해 오늘날 전력망이 가져야 할

미덕을 모두 갖춘 '기가와트급(GW) 전압형 HVDC'가 탄생했다. ASEA라는 뿌리를 가진 HVDC 선도 기업 '히타치에너지' 스톡홀름 지사를 방문했다. 히타치에너지는 전압형 HVDC를 통해 스웨덴의 해상풍력, 수소, 데이터센터 등 다양한 에너지를 계통에 연계하고 있다. 니콜라스 페르손 히타치에너지 부사장은 "교류(AC)로 송전하면 전력 손실이 10% 수준인 반면, 직류(DC)는 1% 수준으로 줄어든다. 매우 효율적인 방식"이라며 HVDC의 효율성을 설명했다. 무엇보다 중요한 건, 오늘날 전압형 HVDC가 보유한 최대 3.6GW 송전 능력과 그리드 형성(grid-forming) 기능이다. 이는 많은 양의 전력을 장거리 이송하면서도 전력망이 전압과 주파수 안정성을 유지할 수 있게 한다. 또, 전압형 HVDC는 양방향 송전이 가능하다. 이는 단순한 송전 효율을 넘어서, 재생 에너지 중심 계통에서 발생할 수 있는 불안정성(계통 인버터, 무관성 등)을 구조적으로 보완할 수 있는 기반 기술이다.

또, 재생에너지 확산에 따라 전력 흐름은 기존의 발전소 → 소비자 단방향이 아닌, 소비자 ↔ 그리드 간 양방향 흐름으로 변화하고 있다. 핀란드와 스웨덴은 전압형 HVDC 등을 통해 이 흐름을 실시간으로 감지하고 제어하고 있다.

④ '스마트 소비자' 만드는 스마트그리드 전력 시장

핀란드와 스웨덴은 모두 신뢰성 높은 전력망과 활발한 전력 거래 시장을 구축하고 있다. 차이가 있다면 핀란드는 국가 주도의 고신뢰·고집적 전력망과 디지털 트윈 기술 발달로 산업을 지원한다면, 스웨덴은 유연한 시장과 다계층 예측 시스템을 결합해 보다 소비자 중심의 시장을 구축했다.

스웨덴은 풍력과 수력 중심의 재생에너지 체제를 갖췄다. 특히 육상 풍력 발전 비중이 빠르게 증가하면서 특정 시간대(특히 밤, 주말)에 수요보다 훨씬 많은 전기를 생산하고 있다. 문제는 풍력 발전량 조절이 어렵고, 이때 남는 전기를 '소비해주는 것'이 전력망 안정에 필수적이다. 스웨덴은 HVDC를 통해 남는 전력을 다른 나라에 보내기도 하지만, 그러고도 남을 때는 전기 소비시 보상을 지급하게 된다.

이론적으로 전기 발전량이 수요를 초과하면 전기 요금은 어느 나라에서건 마이너스가 될 수 있다. 하지만 이를 뒷받침할 스마트그리드를 갖추지 못하면 오히려 스페인처럼 과전압에 의한 대정전이 발생할 수도 있다. 반면 스웨덴은 전압형 HVDC 등을 토대로 제어력 높은 분산형 스마트 그리드와, 촘촘한 수요-공급 예측 시스템을 갖춰 전력을 관리하는 기관과 소비자가 실시간으로 이를 반영할 수 있는 시스템을 갖췄다.

스웨덴에서 전력 거래는 크게 1) 하루 전 시장 2) 당일 시장 3) 잔여·밸런싱 시장 (Balancing Market)에서 이뤄진다. 예측 오차를 단계별로 조정하기 위해서다. 스웨덴 스톡홀름에서 만난 에너지청 관계자는 "당일 시장은 풍속 등 예측치 변동에 대응해 균형 책임 주체가 추가 거래를 통해 리스크를 조정한다"고 설명했다. 스웨덴은 밸런싱 시장에서 '밸런싱 책임'(balancing responsibility)이란 개념을 도입해, 전력 공급자가 예측을 실패할 경우에도 시장에서 책임을 지고 조정할 수 있도록 장치를 마련해 전력 운영의 안정성을 고도화했다.

스웨덴 대부분 가정집에는 '스마트 미터기'가 설치돼 있다. 여기에 북유럽 전력 거래소인 노르드풀(Nord Pool)이 제공하는 실시간 정산 시스템은 작은 전력 소비자도 시장 참여자가 될 수 있는 수요반응(Demand Response) 시스템을 만들었다. 이를 통해 소비자는 전기 요금이 저렴한 시간을 미리 알고 계획을 세울 수도 있고 시간 단위로 전기 가격을 거래할 수 있다. 자연히 소비자는 전기차 충전기, 스마트 히트펌프, 산업체 냉동 시스템 등을 전기요금이 낮은 시간에 자동으로 작동하게 설정한다. 주택이나 기업에선 BESS(배터리 에너지 저장 시스템)를 전기 가격이 마이너스일 때 돈을 받으며 충전하다가, 전기 요금이 비싼 시간대에 사용한다. 이런 시스템은 거꾸로, 전력 생산이 부족할 때도 도움이 된다. 소비자들이 미리 대비돼 있거나 알아서 에너지 소비를 줄이도록 유도하기 때문이다.

이런 재생에너지 친화적 시스템을 갖춘 덕에 스웨덴 역시 2030년 교통부문 탄소 70% 감축, 2040년 무화석 전력 생산이라는 목표를 향해 가고 있다. 스웨덴 에너지청은 연간 약 50억 크로나의 예산으로 기술 투자, 국제 협력, 에너지 통계 분석 등을 총괄하고 있다.

□ 한국에 돌아와서

디플로마 교육 덕분에 그간 다루고 싶었던 한국의 재생에너지 문제에 대한 기획 기사를 쓸 수 있게 됐다. 전력망 부족 문제, 재생에너지를 하기엔 국토 여건이 좋지 않다는 의견 등을 막연하게 알고 있을 때는 보이지 않던 문제들을 파악할 수 있게 됐다. 보고서에 언급하지 않은 또다른 교육 프로그램을 통해 한국이 전력망의 중요성에 상대적으로 관심이 적었을뿐 아니라, 오늘날 가장 중요한 기술인 전력반도체 투자도 실기했음을 취재를 통해 알 수 있었다. 물론 한국은 주변국과 전력망 연결이 어려운 점 등 여러 한계를 가진 것도 사실이다. 하지만 세계 어느 나라보다 1인당 전력 소비가 많고 디지털화가 빠른 한국에서 전력망 문제 개선은 필수불가결한 문제다. 다행히 핀란드와 스웨덴이라는 좋은 선례가 있고, 언론인으로서 디플로마 프로그램을 통해 좋은 선례를 조금이라도 알릴 수 있는 기회를 얻게 된 건 큰 행운이다.

2025 KPF디플로마 기후테크

해외 교육과정 기사 보도

보도 내역

기자명	매체명	기사제목
김가람	KBS제주	[리포트] 전기차 넘어 화물차에 중장비까지 전기화
		[리포트] 물 위에 뜬 상태로 운항...전기선박 상용화 본격
		[리포트] 항만 차원에서도 탄소중립 선도
		[디지털] 햇빛과 바람을 위한 에너지고속도로... 국내 HVDC 현실은?
		[디지털] "화석연료 대신 전기로"... 수송분야 탄소중립 본격
		[리포트] 전기차의 새로운 도전 V2G...제주 과제는?
		[디지털] 에너지 기업이 지하동굴을 뚫는 이유는?... 핀란드의 탈탄소 도전
		[디지털] 북유럽의 에너지 수도...제주에 주는 시사점은?
김소연	과학동아	[8월 특집 에너지 전환의 미래] PART1 막힘없이 흐르는 탄소 '0' 전력 에너지고속도로를 따라서
		[8월 특집 에너지 전환의 미래] PART2 재생에너지 혁신 기술과 앞서가는 제조업 강국에 비춰보다
		[8월 특집 에너지 전환의 미래] PART3 에너지 '사면초가' 한국의 해법 에너지고속도로 뜯어보기
		[8월 특집 에너지 전환의 미래] OUTRO 재생에너지 실어나를 한반도 에너지고속도로
민경빈	머니투데이방송	볼보 CTO "배터리 재활용 집중... '셀 투 바다'로 중대한 진전"
		'스웨덴의 테슬라'가 찾은 전기선박의 쓸모[노르딕 電환기①]
		볼보가 만드는 저탄소 고속도로[노르딕 電(전)환기②]
		현대모비스가 스웨덴 연구기관을 찾은 이유[노르딕 電환기③]
		'핀란드 한전' 핀그리드 "재생에너지, 시장에 맡겨라"[노르딕 電환기④]
		韓 이차전지 파트너 되겠다는 핀란드[노르딕 電환기⑤]
이원희	에너지경제신문	[탄소중립 선도국 가다-핀란드①] 전력시장에 대한 절대적 신뢰..."가격이 모든 걸 결정"
		[탄소중립 선도국 가다-스웨덴①] 무탄소 전력 99%... 송전제약 문제는 한국과 동병상련
		[탄소중립 선도국 가다-핀란드②] 2035년 넷제로 목표... ABB·댄포스 등 글로벌 수출기업들 집합
		[탄소중립 선도국 가다-스웨덴②] "탄소세 톤당

		118유로 부과, 국민 수용성 위해 근로소득세 낮춰"
		[탄소중립 선도국 가다-핀란드③]
		"배터리 친환경·자원서 강점, 韓과 협력시 시너지 날 것"
		[탄소중립 선도국 가다-스웨덴③]
		신차 2/3는 전기차·하이브리드…중장비까지 전기화 준비
이형진	뉴스1	[탄소중립 선도국 가다-핀란드④]
		"SMR, 재생에너지와 경쟁 피해 열시장으로 진출"
		[탄소중립 선도국 가다-스웨덴④]
		수중익 전기선박으로 에너지 90% 절감…
		韓시장 진출도 검토
		"광물부터 재활용까지"…
		핀란드, 'K-배터리' 유럽 허브 역할 될까
		"연구부터 산업화까지"…
		전력반도체 소재 강국 스웨덴의 비결
		"단순 전기차만의 문제 아냐"…
		스웨덴의 지속가능 운송의 고민
		"작은 원자로로 도시 데운다"…
		SMR, 핀란드는 '열'로 접근했다
정은혜	중앙일보	추후 보도 예정

KBS제주 김가람 기자

KBS NEWS

전기차 넘어 화물차에 중장비까지 전기화

입력 2025-07-02 18:29:08 수정 2025-07-02 18:34:53

경제론서트



[앵커]

온실가스 배출량을 줄이기 위해 각국이 내연기관차 대신 전기차로의 전환을 서두르고 있습니다.

북유럽 스웨덴의 경우 전기 승용차 외에도 화물차와 건설 장비 등 다양한 상용차까지 전기화하고 있는데요.

그 현장을 김가람 기자가 취재했습니다.

[리포트]

스웨덴 제2의 도시 예테보리, 상용차 기업 볼보의 본거지입니다.

볼보는 2040년까지 화석연료에서 벗어나는 걸 목표로 전기 화물차를 잇따라 시장에 내놓고 있습니다.

40톤 중량의 이 최신 모델은 배터리팩을 6개까지 달아 540kWh까지 용량을 확보할 수 있는데, 2시간 반을 충전하면 약 300km 거리까지 달릴 수 있습니다.

모터와 변속기 같은 핵심 부품을 하나로 묶어 에너지와 배터리 공간 효율을 높인 겁니다.

[니클라스 발베르그/볼보 판매사업 개발자 : "오염을 가장 많이 발생시키기 때문에 저희는 이 부분에 막대한 투자를 하고 있습니다. 특히 상업용 차량의 동력 방식을 바꾸는 것에 중점을 두고 있

습니다."]

건설 장비도 2톤에서 40톤까지 다양한 중량의 모델을 선보이고 있습니다.

소형 굴착기나 휠로더는 이미 상용화된 상탭니다.

100% 전기로 구동하는 중장비입니다.

전기로 구동하지만 기존 중장비와 똑같은 출력을 낼 수 있습니다.

스웨덴은 2030년까지 상용차 절반을 탄소배출 없는 차량으로 바꿀 계획입니다.

다만 가격이 비싸고 상용차 충전 인프라가 부족한 것은 과제입니다.

[니콜라스 발베르그/볼보 판매사업 개발자 : "2040년까지 에너지 전환을 완수할 수 있다고 믿습니다. 물론 이를 위해서는 각국 정부와 인프라 제공업체와의 많은 협력이 필요합니다."]

제주의 온실가스 배출량 가운데 화물차와 건설장비가 차지하는 비중은 10%를 넘는 것으로 추산됩니다.

현재 보급하고 있는 1톤 전기화물차 수준을 넘어 보다 장기적인 관점에서 수송 분야의 에너지 전환에 대한 고민이 필요한 시점입니다.

KBS 뉴스 김가람입니다.

영상편집:고진현/그래픽:노승언

이 기사는 한국언론진흥재단의 2025년 KPF 디플로마 기후테크(전기화) 프로그램 지원을 받아 작성됐습니다.



김가람 기자 garam@kbs.co.kr
김가람 기자의 기사 모음

저작권재©KBS뉴스(<http://news.kbs.co.kr>), 무단전재 및 재배포금지

물 위에 뜬 상태로 운항...전기선박 상용화 본격

입력 2025-07-03 19:10:01 수정 2025-07-03 19:21:40

뉴스7(제주)



[앵커]

북유럽 스웨덴 사례를 통해 수송 부문 탄소 중립을 짚어보는 기획, 두 번째 시간입니다.

제주에 섬 지역만큼 선박을 많이 사용하는데요,

스웨덴에서는 이미 전기 선박이 상용화되고 있다고 합니다.

김가람 기자의 보도입니다.

[리포트]

14개의 섬 위에 세워져 물의 도시로 불리는 스웨덴의 수도 스톡홀름.

중심부 밑부분이 비어있는 배 한 척이 눈에 띕니다.

100% 전기로 운항하는 '전기 선박'입니다.

핵심 기술은 배 밑에 프로펠러를 달아 수면 위로 향해하는 '수중익' 기술.

물살을 가르지 않아 에너지 효율성을 대폭 높였습니다.

[악셀 브랑겐펠트/전기선박 제조사 관계자 : "(선박이 나아갈 때) 물을 밀어내는 데도 많은 힘이

필요합니다. 수중익선은 보트를 위로 들어 올려 기존 선박보다 훨씬 더 효율적입니다."]

전기차에 쓰는 리튬이온 배터리 6개를 장착해 80% 충전까지 약 45분이 걸리는데, 한번 충전하면 70~80km를 운항할 수 있습니다.

물살이 높으면 일반 배처럼 물 위로 움직입니다.

현재 수중익 기술을 통해 물에 뜬 상태로 항해하고 있습니다.

시속 40km를 넘는 속도지만 이처럼 소음이나 진동은 거의 느껴지지 않습니다.

2019년부터 레저용 모델과 셔틀페리 모델을 잇따라 선보인 데 이어 지난해 10월부터는 승객 30명을 실어 나르는 상업 운전도 시작했습니다.

다소 높은 초기 비용은 에너지 효율성으로 극복할 수 있고, 탄소중립뿐만 아니라 다른 환경적 이점도 있다는 게 제조업체 측 설명입니다.

[브리짓 웅커/전기선박 제조사 관계자 : "파도를 거의 만들지 않기 때문에 수변 인프라나 파도로부터 침식되지 않아야 하는 민감한 해안선 보호에도 큰 이점이 있습니다."]

2030년이면 14조 원 규모로 성장할 것으로 추산되는 세계 전기선박 시장.

제주에서도 탄소중립 기본계획을 통해 친환경 소형선박 보급을 추진하는 가운데, 스웨덴 사례는 연안 항로나 관광선박도 활용 가능하다는 것을 제시하고 있습니다.

KBS 뉴스 김가람입니다.

※ 이 기사는 한국언론진흥재단의 2025년 KPF 디플로마 기후테크(전기화) 프로그램 지원을 받아 작성됐습니다.



김가람 기자 garam@kbs.co.kr
김가람 기자의 기사 모음

저작권재©KBS뉴스(<http://news.kbs.co.kr>), 무단전재 및 재배포금지

항만 차원에서 탄소중립 선도

입력 2025-07-07 19:16:42 수정 2025-07-07 19:27:30

뉴스7(제주)



[앵커]

북유럽 스웨덴의 사례를 통해 수송 부문의 탄소 중립을 짚어보는 기획, 세 번째 시간입니다.

최근 제주신항만 논의가 본격화되고 있는데요,

스웨덴에서는 항만에서도 탄소 중립을 위한 시도가 이어지고 있습니다.

김가람 기자의 보도입니다.

[리포트]

북유럽 스칸디나비아반도에서 가장 큰 항구인 예테보리항.

이곳에는 항만 상태를 점검하는 특별한 선박이 있습니다.

항만당국의 탄소배출량 15%를 차지하던 디젤 기반 선박을 전기 선박으로 개조한 겁니다.

예테보리 항만당국이 1979년부터 운항하고 있는 점검 선박입니다.

원래 디젤엔진 기반이지만 지금은 전기로도 운항할 수 있도록 개조한 상탐니다.

항만당국이 탄소중립에 모범을 보이겠다는 상징적인 조치였는데, 개조 결과 매년 약 60톤의 탄소

배출량을 줄일 수 있었습니다.

[데이비드 폴크/에테보리항 점검선박 선장 : "이제 모든 디젤 연료 배출을 없애고, 거의 전적으로 전기 동력으로 운행하고 있습니다."]

에테보리 항만당국은 2030년까지 항만 전체 탄소배출량을 2010년과 비교해 70%나 줄이겠다는 목표를 세웠습니다.

이를 위해 재생 가능한 연료를 쓰는 선박들은 항만 이용료를 깎아주고, 항구에 세운 선박이 선박의 디젤 발전기를 돌리는 대신 육상에서 전력을 공급받을 수 있는 설비도 확충하고 있습니다.

또 항만 장비의 전기화를 비롯해 자동차 기업 등과 협력해 전기나 수소차 충전설비도 구축합니다.

[티나 마린드/에테보리항만청 혁신사업 개발 매니저 : "변화가 가능하다는 것을 보여주려고 할 때 가장 큰 변화가 일어난다고 생각합니다. 시범 프로젝트를 통해 보여주고, 성공 사례로 널리 알리는 거죠."]

항만에서도 탄소중립에 앞장서는 스웨덴 에테보리항.

제주의 탄소중립 기본계획에도 육상전력 공급설비 등이 제시된 가운데, 앞으로 추진될 제주신항만 개발 과정에서도 선박 전력 공급 설비나 친환경 장비 도입 같은 구체적인 계획 마련이 필요해 보입니다.

KBS 뉴스 김가람입니다.

영상편집:고진현/그래픽:노승언

※이 기사는 한국언론진흥재단의 2025년 KPF 디플로마 기후테크(전기화) 프로그램 지원을 받아 작성되었습니다.



김가람 기자 garam@kbs.co.kr
김가람 기자의 기사 모음

저작권재향KBS뉴스(<http://news.kbs.co.kr>). 무단전재 및 재배포금지

햇빛과 바람을 위한 에너지고속도로...국내 HVDC 현실은?

입력 2025-07-09 13:48:50 수정 2025-07-09 13:49:24

심충K



■ 제주도, 전국 최초 '일시적 RE100' 달성

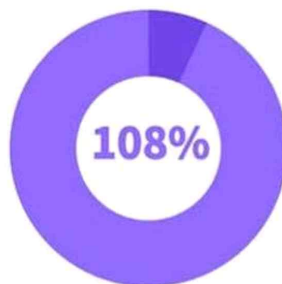
올해 4월 14일은 국내 에너지 전환에 있어 기념비적인 날입니다. 바로 제주에서 일시적 'RE100'을 달성했기 때문입니다. 'RE100'은 기업이 사용하는 전력의 100%를 재생에너지로 조달하는 국제 캠페인입니다. 이날 오전 11시부터 오후 3시까지 제주 전체 전력사용량의 100%를 재생에너지로 충당했습니다.

제주지역 실시간 신재생에너지 수급현황

2025. 04. 14. 13시 기준 (한국전력거래소 제공)

풍력	태양광	기타	HVDC(역송)	ESS
217MW	369MW	11MW	-171MW	-14MW

신재생에너지
발전현황
572MW



제주도내 현재수요
532MW

사실 전력은 생산과 수요가 일치해야 합니다. 쓰려는 양보다 발전한 양이 많거나, 반대로 적으면 대규모 정전이 일어납니다. 그런데 태양광이나 풍력 같은 재생에너지는 날씨에 따라 발전량이 불규칙하죠. 그래서 전력 생산량 일부는 반드시 화력이나 원자력 같은 안정적인 발전원으로 충당하고, 발전량이 너무 많을 때는 재생에너지 발전기를 멈춥니다.

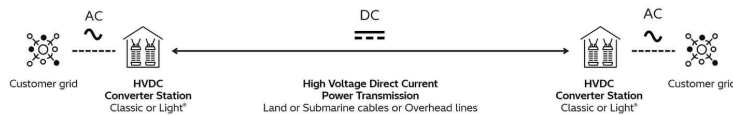
그렇다면 일시적 'RE100'을 달성한 날에는 제주의 화력발전기가 가동하지 않았던 걸까요? 그렇지 않습니다. 재생에너지로 전력 수요의 100%를 충당하고, 남은 전기는 다른 지역으로 보냈습니다. 이렇게 남은 전기를 다른 지역에 보내면서 일시적 'RE100'을 달성한 배경에는 바로 최신 HVDC 기술이 적용된 제3연계선이 있었습니다.

■ HVDC 기술이 뭔가요?…더 효율적인 송전 방식

HVDC를 풀어쓰면 '고압 직류 송전(High Voltage Direct Current transmission system)'입니다. 높은 전압의 직류로 전기를 보낸다는 뜻입니다. 여기서 잠깐 짚고 넘어가야 할 내용이 있습니다.

첫 번째, 전기는 직류와 교류 방식으로 구분되는데, 전기를 보낼 때 효율성 측면에서는 직류가 낫습니다. 교류로 보낼 때 손실률을 10%로 가정하면, 직류로 보낼 때는 1%에 불과합니다. 거리가 멀어질수록 교류의 효율성은 더 떨어집니다.

두 번째, 전기를 보낼 때는 전압이 높을수록 효율이 좋습니다. 그렇다면 높은 전압의 직류 전기로 보내는 게 가장 좋겠죠. 그런데 문제는, 교류는 변압기로 쉽게 전압을 올릴 수 있지만 직류는 그렇지 않다는 겁니다. 현재 대부분의 송전망이 교류 방식을 선택하고 있는 이유입니다.



그런데 전력 반도체 기술이 발전하면서 직류 방식이 다시 주목받고 있습니다. 예전과 비교해 직류 방식도 전압을 높여 멀리 보내기가 용이해진 겁니다. 이것이 바로 HVDC 기술입니다.

HVDC는 바다나 땅 밑으로 전기를 보낼 수 있다는 장점도 있습니다. 교류 방식은 케이블의 표피효과와 정전용량 때문에 전송 효율이 떨어지지만, 직류는 그렇지 않습니다. 따라서 주민 수용성 측면에서도 교류보다 낫다는 의견도 있습니다.

다만 비용이 비싼 게 단점인데, 해저로 전기를 보낼 때 거리가 100km를 넘거나 발전소의 발전 용량이 1GW를 넘을 경우에는 HVDC가 더 경제적이라는 분석도 있습니다.

■ 제주에 설치된 건 '전압형' HVDC…실시간 역송 가능

제주와 육지를 잇는 제3연계선은 지난해 12월 준공됐습니다. 해저케이블을 포함해 약 105km 구간을 잇고 있습니다.



제3연계선이라는 건, 다른 연계선이 두 개 더 있다는 뜻이겠죠. 앞선 두 연계선도 HVDC 기술이 적용됐습니다. 제주의 전력이 부족할 때 다른 지역에서 가져오기 위해 설치했습니다. 하지만 제주에 재생에너지 보급이 늘면서, 이제는 전력이 부족하기보다는 남는 게 더 큰 문제가 된 상황입니다. 따라서 제3연계선은 기존 연계선과 다른 HVDC 기술이 적용됐습니다.

HVDC 기술은 크게 전류형과 전압형으로 나뉩니다. 비교적 예전 기술인 전류형은 대용량의 전기를 보낼 때 유리하지만, 전기를 보내는 방향을 바꾸려면 하루 정도의 시간이 필요합니다. 반면 비교적 최신 기술인 전압형은 송전 방향을 즉시 바꿀 수 있습니다.

제주의 제1,2연계선은 전류형이, 제3연계선에는 우리나라 최초로 전압형 HVDC가 적용됐습니다. 제3연계선 가동으로 이제는 전력 수급 상황에 따라 유연한 대처가 가능해졌습니다. 전력이 남을 때 실시간으로 송전 방향을 바꿔 일시적 'RE100'을 달성할 수 있었던 겁니다.

■ 세계 HVDC 시장은 급성장 중...공장도 미리 예약해야

세계 HVDC 시장은 누가 주도하고 있을까요? 히타치에너지를 비롯해 지멘스와 GE가 3강 구조를 형성하고 있습니다. 제주의 제3연계선에도 히타치에너지가 참여했습니다.

세계 HVDC 시장은 2020년 70조 원에서 2030년 159조 원으로 성장할 것으로 예상됩니다. 히타치에너지가 막대한 투자를 이어가는 이유입니다. 실제로 히타치에너지의 수주 잔고는 2020년과 비교해 3년 만에 3배로 늘었습니다. 히타치에너지는 2023년까지 30억 달러를 투자했고, 같은 기간 인력도 1만 5천 명이나 고용했습니다. 앞으로 2027년까지는 60억 달러를 추가로 투자할 계획입니다.



세계 HVDC 시장이 커지는 이유는 장거리 송전에 대한 수요가 늘어난 것도 있지만, 재생에너지 확산과도 밀접한 관련이 있습니다. 전압형 HVDC는 재생에너지와 궁합이 잘 맞기 때문입니다.

재생에너지는 날씨에 따라 전력 생산량이 크게 달라지기 때문에 그다지 안정적인 발전원은 아닙니다. 기존의 전력망에 부담을 줄 수밖에 없습니다. 하지만 전압형 HVDC는 전력망의 전압과 주파수를 안정적으로 유지할 수 있는 '그리드 포밍(grid-forming)' 기능을 갖추고 있어 전력망의 부담을 줄여줄 수 있습니다.

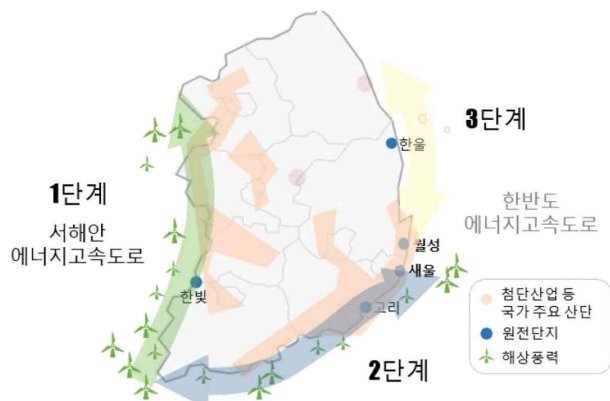
이처럼 HVDC 수요가 늘면서 구매 방식에도 변화가 나타나고 있습니다. 히타치에너지는 현재 '설비 용량 예약 계약' 방식을 도입하고 있습니다. 아직 구체적인 계획이 나오지 않았더라도, 앞으로 진행될 프로젝트 수요를 고려해 공장이나 인력 같은 생산 용량을 미리 확보해두는 계약입니다.

니클라스 페르손 히타치에너지 그리드통합부문 총괄은 "갑자기 프로젝트를 진행하자며 제안한다면 납기일이 굉장히 길어질 수 있다"면서 "초기 계획 단계부터 공급사와 논의하는 구매 방식을 고려하는 것이 중요하다"고 언급했습니다.

■ 국내 HVDC 기술 현실은?... "지속적인 투자와 기술개발 필요"

그렇다면 우리나라의 HVDC 현실은 어떨까요? 우리나라는 재생에너지 발전 비중이 늘고 있지만, 생산지와 소비지가 다르다는 근본적인 한계를 갖고 있습니다. 재생에너지는 제주와 전남 등 남부지역에 밀집해 있지만, 전력의 소비지는 수도권에 몰려있는 구조입니다. 결국 대규모 송전망 건설이 필요할 수밖에 없습니다. 물론 전력 생산지에서 바로 전력을 소비하는 게 앞으로 나아가야 할 방향이지만, 단기간에 이런 구조를 바꾸기는 쉽지 않습니다.

정부가 기후위기 대응과 재생에너지 전환을 위해 '에너지 고속도로' 구축을 주요 공약으로 내세운 것도 이런 이유입니다. 그리고 '에너지 고속도로'의 핵심은 바로 HVDC입니다.



하지만 국내 HVDC 기술은 전류형이나 전압형 모두 세계 시장에서 뒤처지고 있다는 게 중론입니다. 특히 컨버터 같은 전압형 HVDC의 핵심 기술들은 해외 의존도가 높은 것도 사실입니다. 문제는 외국산에만 의존할 경우, 전력망을 유지보수하거나 고장이 났을 때 대응하기 어려울 수 있다는 점입니다. 또 해외 공급업체들이 납기를 늦출 경우 속수무책입니다.

물론 우리 기업도 가만히 있는 건 아닙니다. 한국전력과 효성중공업이 전압형 HVDC 국산화 기술 개발에 힘을 쏟고 있습니다. 특히 효성중공업은 지난해 7월 국내 최초로 독자기술을 활용한 전압형 HVDC 변환설비를 만드는 데 성공하기도 했습니다. 실제로 전력을 보내는 단계까지는 아니지만, 전압형 HVDC의 주요 설비를 개발했다는 데 큰 의미가 있습니다.

그럼에도 해외 선도 기업들과의 격차를 줄이기 위해서는 지속적인 투자와 기술 개발이 요구되고 있습니다. 장길수 고려대학교 전기전자공학부 교수는 "AI 때문에 전력 수요가 크게 늘어나는 상황에서 적기에 전력설비를 건설하기 위해서는 주민수용성 문제가 덜한 HVDC 기술의 확보가 중요"하다면서 "당장에 외국 기술 적용을 배제할 순 없지만 향후 유지보수나 비용적인 측면에서 국산 기술에 대한 투자를 이어나가야 한다"고 강조했습니다.

이 기사는 한국언론진흥재단의 2025년 KPF 디플로마 기후테크(전기화) 프로그램 지원을 받아 작성됐습니다.



김가람 기자 garam@kbs.co.kr
김가람 기자의 기사 모음

저작권재원KBS뉴스(<http://news.kbs.co.kr>), 무단전재 및 재배포금지

“화석연료 대신 전기로”…수송분야 탄소중립 본격

입력 2025-07-10 10:00:03 수정 2025-07-14 09:05:01

심충K



제주의 또 다른 이름은 삼다도입니다. 돌, 바람, 그리고 여자가 많다는 뜻이죠. 여기서 바람은 과거 제주도민에게 고난의 상징이었습니다. 거센 바람은 극복해야만 했던 자연이기 때문입니다. 그런데 이 바람이 제주의 새로운 자원으로 떠올랐습니다. 바로 재생에너지입니다. 제주의 재생에너지 발전 비중은 풍력과 태양광 발전을 중심으로 20%를 넘어섰습니다. 전국 평균의 두 배를 웃도는 수치입니다.

풍부한 재생에너지를 바탕으로 제주는 '탄소 없는 섬' 비전도 발표했습니다. 전기차 보급에 적극 나서면서 전기차 비중도 전국 최고 수준입니다. 그런데 이대로 만족해도 될까요? 제주도 녹색성장 탄소중립 기본계획을 보면 2021년 기준 제주도 온실가스 배출량의 35%는 수송 부문이 차지하고 있습니다. 전기차 보급률 전국 1위라고는 하지만, 승용차에 한정된 성과인 겁니다. 결국 수송 부문의 탄소 중립 없이는 '탄소 없는 섬'으로 가는 길이 멀기만 합니다.

■ 전기차 넘어 화물차와 건설장비까지 전기화…2040년까지 '탄소 중립'

스웨덴 제2의 도시 예테보리는 세계적인 상용차 업체인 볼보 그룹의 본거지입니다. 볼보는 2040년까지 모든 생산 차량의 탄소 중립을 목표로 하고 있습니다. 전기 화물차 모델을 잇따라 시장에 내놓고 있는 이유입니다.



흔히 화물차는 운송 거리가 길고, 적재 용량이 크기 때문에 전기차로 전환하기 어렵다고 여겨집니다. 국내 자동차 업체들이 수소 차량 개발에 주력하는 이유입니다. 하지만 볼보는 모터나 변속기 같은 주요 부품들을 하나로 묶어 에너지 효율을 높이고, 배터리 장착 공간도 확보했습니다. 현재 시장에서 판매 중인 최신 모델은 배터리팩 6개를 달아 540kWh의 용량을 확보했는데, 2시간 30분 급속 충전으로 300km 주행이 가능합니다. 올 하반기에는 600km까지 주행할 수 있는 모델도 선보일 계획입니다.



건설장비의 전기화에도 주력하고 있습니다. 2톤부터 40톤까지 다양한 중량의 건설장비들을 선보이고 있습니다. 디젤 장비와 같거나 더 센 출력을 낼 수 있도록 설계했는데, 현재 소형 굴삭기나 휠로더는 이미 상용화된 상태입니다. 볼보가 환경 규제 때문에만 전기 건설장비들을 출시하는 건 아닙니다. 전기 건설장비는 조용하고 매연도 없기 때문에 도심 공사 현장에서 강점을 가집니다. 또 유지비가 낮기 때문에 장기적으로 사용자 입장에서 경제성도 더 뛰어나다는 판단이 있었습니다.

물론 현실적인 과제도 있습니다. 전기 화물차와 전기 건설장비는 기존의 디젤 기반 장비보다 비싼 가격이 단점입니다. 또 화물차의 경우 부족한 충전 인프라와 충전 소요 시간 등이 과제로

꼭하고 있습니다. 볼보 그룹에서 상용차와 전기장비 판매 담당을 맡고 있는 니클라스 발터는 "2040년까지 탈탄소를 완수할 수 있다고 믿는다"면서도 "여러 국가와 충전 인프라 업체들과의 협력이 필수적"이라고 말했습니다.

■ 바다 위를 나는 배가 있다고?...전기선박 상업운전 본격

수송의 또 다른 분야인 선박은 어떨까요? 스웨덴에서는 바다 위를 나는 전기 선박이 지난해 10월부터 상업 운전을 시작했습니다. 스웨덴의 전기선박 제조업체인 칸델라의 P-12 모델이 스톡홀름에서 수상버스 노선 상업 운항을 시작한 겁니다. P-12의 정원은 30명으로, 시속 50km 안팎의 속도로 운항할 수 있습니다. 전기차에 들어가는 배터리와 비슷한 배터리팩 6개를 달았는데, 배터리 충전은 20%에서 80%까지 약 45분이 걸립니다. 한 번 충전하면 70~80km를 운항합니다.



그런데 전기 선박은 왜 바다 위를 날아야 했을까요? 정답은 바로 에너지 효율성입니다. 칸델라의 전기 선박은 '하이드로 포일(수중익)' 기술을 적용했습니다. '하이드로 포일'은 물속에서 양력을 발생시켜 선체를 물 위로 띄우는 기술입니다. 선박이 앞으로 나아가면서 물살을 가를 때 드는 에너지를 대폭 줄일 수 있습니다. 그렇다 보니 배터리 출력만으로도 상업 운전이 가능할 만큼의 성능을 낼 수 있었던 거죠. 칸델라 관계자는 "하이드로 포일로 배를 띄우면 마찰이 거의 없기 때문에 디젤 선박과 비교해 에너지 소비량이 10분의 1로 줄어든다"고 설명합니다. 물론 파도가 높을 때는 일반 선박처럼 물에 뜬 상태로 운항할 수도 있습니다.

Fast and cost efficient with zero-emissions

YOUIDO-JAMISIL

- ZERO EMISSION
- KRW 282 per passenger
- 18 min (one hour by car or subway)

Distance:	14 KM
Time:	18 min
Energy cost:	KRW 8 470
Energy cost pp:	KRW 282
Emissions:	0
Shore erosion:	0



1 kWh = KRW110
Candela Technology

Smart Water Mobility

candela.com

전기 선박 역시 관건은 다소 비싼 가격입니다. 현재 상용화된 P-12 모델의 시장 가격은 250만 유로, 우리 돈으로 약 40억 원에 달합니다. 다만 칸델라 측은 수중익 기술로 에너지 효율성을 대폭 높인 만큼, 운영 과정에서 초기 비용을 상쇄할 수 있다는 입장입니다. 실제로 칸델라 측은 국내 한강을 대상으로 시뮬레이션을 해봤는데, 여의도에서 잠실까지 소요 시간은 18분, 에너지 비용은 승객 한 사람당 300원에 못 미칠 것으로 추산된다고 밝혔습니다.

시장 반응도 나쁘지 않습니다. 칸델라는 최근 인도 뭍바이시에 P-12 모델 11척을 판매하는 계약도 맺었습니다. 대규모 선박이 필요한 물류 부문에 당장 적용하기는 어렵겠지만, 관광이나 여객 수송 측면에서의 탄소 중립은 그리 먼일이 아닐지도 모릅니다.

■ 항만이 탄소중립에 앞장선다!...에테보리항의 도전

스웨덴에서는 수송 수단뿐만 아니라 인프라 측면에서도 탄소 중립에 앞장서고 있습니다. 바로 2030년까지 항만에서 나오는 탄소 배출량을 2010년 대비 70% 줄이겠다는 야심 찬 목표를 세운 에테보리항입니다.



에테보리항의 야심 찬 목표는 구호에 그치지 않았습니다. 에테보리항을 순찰하는 점검 선박을 전기 선박으로 개조한 겁니다. 이 선박의 이름은 'M/S HAMNEN'. 1979년 건조 당시 디젤 기반으로 만들어졌습니다. 40여 년 동안 운항한 뒤 퇴역을 앞두고 있었는데, 2023년 전기로도 구동할 수 있도록 탈바꿈했습니다. 쉽게 말해 디젤과 전기, 두 가지 방식으로 운항할 수 있는 하이브리드 선박이 된 거죠.

에테보리항이 'M/S HAMNEN'을 전기 구동 선박으로 개조한 이유는 명확합니다. 과거 이 선박이 내뿜는 탄소 배출량이 항만당국이 자체적으로 배출하는 탄소의 15%나 차지하고 있었기 때문입니다. 항만당국이 지속가능한 항만으로 거듭나겠다는 의지를 밝히면서 먼저 모범을 보인 겁니다. 'M/S HAMNEN'을 1년 반 정도 운항한 결과 99%는 전기만 사용했습니다. 1%는 디젤 엔진이 제대로 작동하는지 점검하기 위해서 썼을 뿐입니다. 'M/S HAMNEN'의 선장 데이비드는 "이제는 디젤 엔진을 쓰지 않고 사실상 전기로만 구동하고 있다"며 "연간 탄소 배출량을 약 67톤 줄일 수 있었다"고 설명했습니다.



예테보리항은 해운업체들의 탄소 배출량을 줄이기 위한 노력도 이어가고 있습니다. 친환경 연료를 쓰는 선박이 정박하면 항만 이용료를 깎아주고 있습니다. 또 정박 선박에 전기를 공급할 수 있는 설비인 일명 OPS(Onshore Power Supply)도 확충하고 있습니다. 선박들이 항구에 정박하면 배 안에서 필요한 전기를 만들기 위해 선박에 설치된 디젤 발전기를 돌리는데, 이제는 그럴 필요가 없는 겁니다. 이렇게 공급하는 전기도 친환경적으로 조달해야 하는 만큼, 인근 해상 풍력 발전사업에 적게나마 지분도 투자했습니다.

항만에서 사용하는 화물차나 트랙터 같은 장비들의 전기화도 추진하고 있고, 나아가 볼보나 스카니아 같은 지역 기업들과 'TransZero Energy'라는 프로젝트를 통해 항만 안에 수소와 전기 화물차를 충전할 수 있는 인프라도 갖추고 있습니다. 예테보리항의 혁신사업 개발매니저인 티나 말린드는 "시범 프로젝트를 통해 항만에서도 변화가 가능하다는 것을 보여주고 싶다"면서 "EU 차원 또는 국제적인 차원에서 성공 사례로 발전시킬 때 큰 변화가 일어난다고 믿는다"고 밝혔습니다.

■ 진정한 '탄소 없는 섬'이 되려면...구체적인 실행 방안 마련해야

수송 수단에 그치지 않고 인프라까지 탄소 중립에 나서고 있는 스웨덴은 '탄소없는 섬'을 추구하는 제주에 적지 않은 시사점을 주고 있습니다. 물류 문제는 말할 것도 없고, 관광 이미지와 직결되는 건설 현장의 소음과 매연 문제, 그리고 섬이기 때문에 중요한 해상 교통과 연안 관광까지, 모두 다 탄소 중립이 필요한 분야입니다.

제주도 역시 대응에 나서고는 있습니다. 수소를 중심으로 한 상용차 탄소중립 계획을 발표했고, 친환경 소형 선박이나 육상 전력설비 공급 등도 제1차 제주도 탄소중립 녹색성장 기본계획에 포함시켰습니다. 하지만 여전히 구체적인 실행 방안은 미흡한 상태입니다.

제주도가 일찌감치 밝힌 '탄소 없는 섬' 비전은 재생에너지 발전 비중과 전기차 보급률 전국 1위라는 성과에 안주해서는 실현되지 않습니다. 수송 부문 전반의 탄소 중립을 위한 구체적인 로드맵과 실행력이 갖춰져야 비로소 진짜 '탄소 없는 섬'이 될 수 있을 겁니다.

이 기사는 한국언론진흥재단의 2025년 KPF 디플로마 기후테크(전기화) 프로그램 지원을 받아 작성됐습니다.



김가람 기자 garam@kbs.co.kr
김가람 기자의 기사 모음

저작권재원KBS뉴스(<http://news.kbs.co.kr>). 무단전재 및 재배포금지

전기차의 새로운 도전 V2G...제주 과제는?

입력 2025-07-10 19:17:57 수정 2025-07-10 19:50:58

뉴스7(제주)



[앵커]

북유럽 스웨덴 사례를 통해 탄소 중립을 짚어보는 기획, 마지막 순서입니다.

제주는 전국에서 전기차 보급률이 가장 높은 수준인데요,

전기차를 에너지 저장장치로 활용하는 일명 V2G 기술의 현황과 제주의 과제를 짚어봅니다.

김가람 기자의 보도입니다.

[리포트]

세계에서 가장 오래된 전기차 행사.

올해 열린 38번째 행사는 V2G 기술 실증에 나서고 있는 스웨덴 예테보리에서 열렸습니다.

V2G 기술이란 전기차를 충전하는 데 그치지 않고, 전력이 부족할 때는 전기차의 전력을 다시 전력망에 내보내는 걸 말합니다.

재생에너지의 한계인 들쭉날쭉한 발전량을 극복하는데 도움을 줄 수 있고, 전기차에 저장한 전기를 다시 팔아 수익을 낼 수도 있습니다.

자동차 업계에서는 이미 전기차를 단순한 이동수단이 아닌 에너지 저장장치로 주목하고 있습니

다.

[알렉산더 페트로프스키/볼보자동차 에너지솔루션 부문장 : "V2G는 단순히 양방향 충전 그 이상입니다. 왜냐하면 차량을 다른 생태계, 즉 에너지 생태계에 연결하기 시작하기 때문입니다."]

처음부터 V2G 기술을 염두에 두고 개발한 차량입니다.

이 차량의 제작사는 에너지 솔루션 전담 부서를 만들어 V2G 기술을 포함한 양방향 충전 솔루션 개발에 집중하고 있습니다.

다만 충전기의 표준화나 전력망의 안정성, 요금과 같은 과제가 남아 실증단계인 국가가 대부분입니다.

[마틴 온슨/스웨덴 무역대표부 운송·모빌리티 부문장 : "지자체들도 V2G가 미래에 매우 중요하다는 것을 알기 때문에 많은 투자를 하고 있지만 완전한 상업화는 아직입니다. 지역적인 테스트들이 진행되고 있습니다."]

제주 역시 V2G 실증 모델을 내세워 분산에너지 특화지역 후보지에 올랐는데, 얼마나 지속가능한 수익 구조를 만들어낼 수 있느냐가 관건이 될 전망입니다.

[김승완/한국에너지공과대학교 에너지공학부 교수 : "(참여자들이) 편익을 볼 수 있도록 제도를 설계하는 게 핵심적일 것 같고, 그래서 초기에는 아마도 많은 정부 지원이 필요하지 않을까 생각이 되고요."]

에너지 저장장치로도 주목받는 전기차.

탄소중립에 기여할 뿐만 아니라 새로운 사업 모델도 개척해 낼지 앞으로의 실증 과정에 관심이 모입니다.

KBS 뉴스 김가람입니다.

영상편집:고진현/그래픽:노승언

※이 기사는 한국언론진흥재단의 2025년 KPF 디플로마 기후테크(전기화) 프로그램 지원을 받아 작성되었습니다.



김가람 기자 garam@kbs.co.kr
김가람 기자의 기사 모음

저작권재:KBS뉴스(http://news.kbs.co.kr). 무단전재 및 재배포금지

에너지 기업이 지하동굴을 뚫는 이유는?...핀란드의 탈탄소 도전

입력 2025-07-14 11:21:54 수정 2025-07-15 15:23:47

심충K



Varanto

- World's largest seasonal thermal energy storage



핀란드에서 네 번째로 큰 도시인 반타. 이곳에 위치한 에너지 기업 반탄 에네르기아(Vantaan Energia)는 지난해부터 대형 동굴을 뚫기 위한 공사를 시작했습니다. 지하 100m 깊이 암반에 서울 월드컵경기장만 한 구멍을 뚫는 프로젝트입니다.

이르면 2028년 완공 예정인 이 동굴에는 물이 채워집니다. 그런데 에너지 기업이 왜 지하 암반에 커다란 동굴을 뚫고 물을 채우는 걸까요? 바로 열(熱)을 저장하기 위한 겁니다. 난방 부문의 탄소 중립을 위한 새로운 도전입니다.

■ 온실가스 25% 건물에서 배출...난방부문 탄소중립 중요

더운 여름 날씨에 난방 이야기를 꺼내는 게 와닿지 않을 수 있지만, 사실 탄소 중립에서 난방을 빼놓을 수 없습니다. 우리나라만 놓고 보더라도 온실가스 배출량의 약 25%는 건물 부문이 차지하고, 건물의 에너지 사용량 중 상당 부분을 난방이 차지합니다.

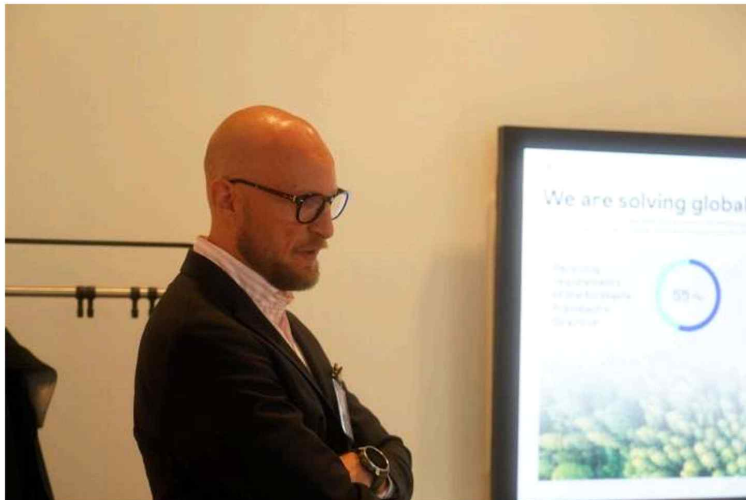
핀란드는 세계에서 가장 야심찬 탄소중립 목표를 갖고 있습니다. 핀란드의 탄소중립 목표는 2035년, 우리나라보다 15년이나 빠릅니다. 핀란드는 추운 나라인 만큼 난방 부문의 탄소 중립이 관건인데, 특히 전체 건물의 50%를 차지하는 '지역 난방' 시스템에 주목하고 있습니다.

'지역 난방' 개념이 생소한 분도 있을 겁니다. 지역 난방은 열병합 발전소 같은 곳에서 나온 열로 물을 데워, 배관으로 공급하는 난방 시스템입니다. 과거 핀란드는 물을 데우는 에너지의 대부분을 화석연료에 의존했지만, 이제는 탄소 없는 열 에너지 확보를 위한 도전에 나서고 있습니다.

■ 지하 100m 깊이에 열 에너지 '저장'...난방수요 높을 때 공급

동굴 이야기로 다시 돌아가보겠습니다. 반탄 에네르기아가 추진하는 프로젝트 이름은 핀란드어로 '저장소'를 뜻하는 'Varanto'입니다. 지하 100미터 넘는 깊이에 있는 암반에 부피 110만m³의 동굴을 뚫고 물을 채워 넣을 계획입니다.

동굴에 채운 물은 열 에너지를 저장하는 데 쓰입니다. 여름철 풍부한 재생에너지나 폐열 등으로, 물 온도를 섭씨 140도까지 데웁니다. 지하는 기압이 높기 때문에 섭씨 100도가 넘는 온도로 데워 놓을 수 있는데, 이렇게 저장한 열은 겨울처럼 난방 수요가 높은 시기에 '지역 난방'을 위해 활용합니다. 동굴과 지역난방 배관 사이에 '열 교환기'를 설치해 열을 주고받는 방식입니다.



이를 통해 얼마나 많은 에너지를 저장할 수 있을까요? 반탄 에네르기아가 계산한 에너지 저장 용량은 90GWh, 핀란드 중간 규모 도시의 난방 수요를 1년 동안 총당할 수 있습니다. 보다 쉽게 예를 들어보면, 전기차 130만 대에 1년 동안 에너지를 공급할 수 있는 양입니다.

사실 풍력이나 태양광 같은 재생에너지가 당면한 과제는 바로 '저장'입니다. 날씨에 따라 발전량이 달라지기 때문에 안정적인 공급이 어렵죠. 따라서 ESS(Energy Storage System, 에너지 저장 시스템) 시장이 본격화되고 있지만, 핀란드는 발상의 전환을 통해 다른 방식을 선택한 겁니다.

유하 루오말라 반탄 에네르기아 커뮤니케이션 담당은 "에너지 전환에서 가장 큰 도전과제는 재생 에너지의 저장"이라면서 "Varanto는 에너지를 저장하는 훌륭한 솔루션 중 하나"라고 설명했습니다.

■ SMR 활용한 '무탄소' 난방 실증...이르면 2028년 첫 건설

핀란드는 SMR(Small Modular Reactor, 소형 모듈형 원자로)을 '지역 난방'에 활용할 계획도 갖고

있습니다. 이 프로젝트의 주인공은 국영 연구소인 VTT 기술연구센터가 배출한 기업인 스테디에너지(Steady Energy)입니다.

SMR은 기존 원자력 발전소보다 작고, 공장에서 만들어 현장에서 조립할 수 있는 원자로를 뜻합니다. 우리나라에서는 신규 발전원으로 삼을 것인지를 두고 찬반이 첨예하게 엇갈리고 있습니다. 다만 스테디에너지는 SMR로 전기를 만들지 않고 열만 생산할 계획입니다.



기존 원자력 발전소는 핵분열로 발생한 열로 물을 끓인 뒤, 증기로 터빈을 돌려 전기를 만듭니다. 반면 스테디에너지의 SMR은 물을 데우는 데만 쓴다는 점에서 다릅니다. 전기를 만들지 않기 때문에 SMR 구조가 단순해지고, 시설 규모도 작아져 지하에 건설할 수 있습니다.

라우리 무라넨 스테디에너지 대외협력 책임자는 "원자력으로 증기를 만들어 터빈을 돌리는 과정에서 에너지의 약 60%가 손실된다"며 "열만 생산할 경우 에너지 생산 비용은 물론 건설 비용도 크게 줄일 수 있다"고 밝혔습니다.

스테디에너지가 개발한 SMR인 LDR-50은 50MW의 열 출력으로 물을 섭씨 150도까지 끓입니다. SMR 1기로 2~3만 명의 난방 수요를 감당할 수 있다고 합니다. 스테디에너지는 조만간 핀란드 수도 헬싱키 내 문을 닫은 열병합발전소에서 SMR 기술의 안전성을 시험할 계획인데, 이르면 2028년 실제 SMR 건설에 나선다는 계획도 갖고 있습니다.

■ 데이터 센터에서 나온 폐열...히트펌프로 '재 활용'

최근 인공지능 기술의 발달로 주목받는 데이터 센터 역시 난방 부문의 탄소 중립에 기여할 전망입니다. 핀란드의 에너지 기업 오일론(Oilon)은 헬싱키 수도권에 건설 중인 마이크로소프트의 데이터 센터에서 발생하는 폐열을 '지역 난방'에 활용하는 프로젝트를 진행하고 있습니다.

데이터 센터에서는 IT 장비가 전기를 쓰면서 열이 발생하고, 또 이를 식히기 위한 냉각 시스템 가

동 과정에서도 많은 양의 열이 발생합니다. 이 열들은 보통 버려지기 때문에 '폐열'로 불립니다. 이 폐열을 오일론의 히트펌프로 회수한 뒤 '지역 난방'용 물을 데우는 겁니다.



폐열을 회수해 물을 데우기 때문에, 이 물을 데우기 위해 써야 했던 화석연료 사용량이 줄어들고, 덩달아 탄소 배출량도 크게 줄일 수 있습니다.

오일론은 마이크로소프트의 데이터 센터가 내뿜는 폐열을 회수하면서, 연간 40만 톤에 달하는 탄소 배출량을 줄일 수 있을 것으로 내다보고 있습니다. 이 같은 탄소 배출량은 핀란드 전체 탄소 감축 목표치의 2%에 달하는 어마어마한 양입니다.

테로 루카스 오일론그룹 전 CEO는 "데이터 센터에서 발생하는 폐열은 효율적으로 지역난방에 활용될 수 있다"며 "앞으로 비슷한 프로젝트가 계속 확대될 것으로 본다"고 말했습니다.

■ 탄소 없이 만들고, 저장하고, 다시 쓰고... '탄소 없는 열(熱)' 고민해야

핀란드 사례를 당장 우리나라에 적용하기는 어려울 수 있습니다. SMR만 보더라도 국내에선 안전성과 경제성 등의 문제를 두고 찬반이 첨예하게 대립하고 있습니다. 또 핀란드는 지역난방 보급 비율이 높지만 우리나라는 20% 수준에 그친다는 점도 다릅니다.

하지만 핀란드의 접근법은 우리에게 중요한 시사점을 줍니다. 첫째, 탄소 배출 없이 열을 '생산'하고, 둘째, 거대한 지하 저장소에 열을 '저장'하며, 셋째, 버려지는 폐열을 '재활용'하는 것입니다. 이른바 난방의 탄소 중립을 위한 '3단계 접근법'이라고 할 수 있습니다.

무더운 여름이 지나면 곧 보일러를 켜야 하는 겨울이 다가옵니다. 탄소중립 목표 달성을 위해 간과해서는 안 될 난방 부문. 우리나라도 이제 난방 부문의 탄소 중립을 위해 본격적으로 나서야 하지 않을까요?

[연관기사] 햇빛과 바람을 위한 에너지고속도로...국내 HVDC 현실은?

<https://news.kbs.co.kr/news/pc/view/view.do?ncd=8299545>

[연관기사] “화석연료 대신 전기로”...수송분야 탄소중립 본격

<https://news.kbs.co.kr/news/pc/view/view.do?ncd=8300469>

이 기사는 한국언론진흥재단의 2025년 KPF 디플로마 기후테크(전기화) 프로그램 지원을 받아 작성되었습니다.



김가람 기자 garam@kbs.co.kr
김가람 기자의 기사 모음

저작권자료:KBS뉴스(<http://news.kbs.co.kr>). 무단전재 및 재배포금지

북유럽의 에너지 수도...제주에 주는 시사점은?

입력 2025-07-18 17:03:00

제주



푸른 바다와 유네스코 세계자연유산을 자랑하는 곳. 그리고 인구는 적지만 미래 에너지 산업의 중심을 꿈꾸는 곳. 어디가 떠오르시나요? 아마도 제주를 떠올리시는 분들이 적지 않을 것입니다. 그런데 제주와 마찬가지로 이런 수식어가 들어맞는 곳이 한 곳 더 있습니다. 바로 핀란드 서해안의 작은 지역 '바사(Vaasa)'입니다.

■ 작지만 강한 북유럽 에너지 수도...‘에너지 바사’

바사는 발트해와 맞닿아 수천 개의 섬으로 이루어진 아름다운 군도를 품고 있습니다. 그 덕에 바사의 해안선은 핀란드 유일의 '유네스코 세계자연유산'으로 지정됐습니다. 바사 지역의 인구는 11만여 명으로, 핀란드 전체 인구의 2%에 해당하는 작은 지역입니다.

이렇게 작은 도시지만 바사는 스스로를 '북유럽 에너지 수도'라고 부르고 있습니다. 과연 이런 호칭이 허풍일까요?

바사는 핀란드 에너지 기술의 중심지입니다. 다국적 기업부터 중소기업까지 180개가 넘는 에너지 기업이 자리잡은 산업 클러스터인 '에너지 바사' 덕분입니다. '에너지 바사'에 종사하는 인력은 1만 3천여 명으로, 핀란드 전체 에너지 부문 고용의 25%를 차지하고 있습니다. 또 핀란드 전체 에너지 기술 수출의 3분의 1은 바사에서 이뤄지니, '에너지 수도'라는 호칭이 허풍은 아닌 셈입니다.

■ 에너지 산업을 계기로 성장...“막대한 R&D 투자”

바사 지역은 1906년 빅스트롬 형제가 미국에서 배운 엔진 제조 기술을 가져오면서 에너지 산업이 시작됐습니다. 그리고 제2차 세계대전 시기, 핀란드 동해안의 생산 시설들이 서해안 바사로 이전하면서 바르질라와 스트롬버그 같은 큰 기업들이 뿌리를 내렸습니다.

스트롬버그가 ABB에 인수된 뒤에는, 스트롬버그에서 일하던 인재들이 새로운 회사를 차례로 세웠습니다. 이렇게 조성된 클러스터인 '에너지 바사'는 2000년대 들어 에너지 효율과 청정 에너지의 중요성이 커지면서 10년 만에 고용 인력이 두 배로 늘어나는 성장을 거뒀습니다.



물론 연구개발도 빼놓을 수 없습니다. '에너지 바사'는 가격 경쟁을 포기하고, 세계에서 가장 스마트한 솔루션을 만드는 데 집중했습니다. 실제 바사의 기업들은 지난 15년 동안 R&D 예산을 3배 이상 늘렸는데, 그 결과 핀란드 전체의 전기 및 자동화 R&D 예산의 90% 이상이 바사에서 투자됐습니다. 전 세계 모든 전력망에 바사에서 개발한 기술이 적용된 배경입니다.

'에너지 바사'는 현재 친환경 배터리 산업단지를 육성 하기 위한 프로젝트인 '기가바사'도 추진하고 있습니다.

■ 인재 양성과 기술 개발의 비결...‘삼중 나선’ 구조

그렇다면 '에너지 바사'에서 눈여겨봐야 할 점은 어떤 것들이 있을까요?

첫 번째는 '삼중 나선' 구조를 통한 인재 양성 시스템입니다. '삼중 나선' 구조는 기업과 대학, 지방정부가 유기적으로 협력해 시너지를 내는 구조를 말합니다.

에너지 분야의 혁신을 이끌어내는 '삼중 나선' 모델을 성공적으로 운영하는 겁니다.

한나 말카마키 바사지역개발회사 관계자는 "바사 지역의 다섯 가구 가운데 한 가구는 '에너지 바사'에 종사하고 있다"면서, "핀란드 인구의 2%에 불과한 바사 지역이 전체 에너지 기술 수출의 30%를 차지하는 것은 매우 훌륭한 결과"라고 덧붙였습니다.

■ 경쟁을 넘어 협력하는 기업 생태계... '에너지 삼포'

또 눈에 띄는 점은 기업들이 경쟁을 넘어 협력하는 생태계입니다.

'에너지 바사'에서 대표적으로 내세우는 생태계가 바로 '에너지 삼포(Energy Sampo)'입니다. '삼포'는 핀란드 신화에 나오는 마법의 맷돌로, 풍요와 번영을 상징합니다.

에너지 삼포는 탄소 중립 에너지 솔루션을 공동으로 개발하고 상용화하기 위한 기업들의 협력 플랫폼입니다. ABB, 댄포스, 바르질라, 히타치 에너지 등 주요 기업들이 참여하고 있습니다. 이 생태계에 참여한 기업들은 '기후 변화 같은 거대한 과제는 어느 한 기업이 혼자 해결할 수 없다'는 인식 아래 신뢰를 바탕으로 협력합니다.



이들은 개별 기업의 역량만으로는 불가능했던 대규모 파일럿 프로젝트를 함께 기획하고 실행합니다. 실제 협력 사례로는 아우로라 보트니아(Aurora Botnia) 선박 프로젝트가 있습니다. 바르질라와 댄포스 같은 '에너지 바사' 기업들이 참여해, 최첨단 LNG-배터리 하이브리드 선박에 필요한 친환경 솔루션을 공동 개발했습니다.

또 풍력발전으로 그린 수소를 만든 뒤 생물유래 CO₂와 결합해 무탄소 합성 메탄올을 만들고, 폐열은 지역난방에 사용하는 'Both2nia' 같은 프로젝트에도 많은 기업들이 참여하고 있습니다.

댄포스의 셰카르 쿠발 부사장은 "혼자만의 힘으로는 이루기 어려운 일들이 파트너들과 함께할 때

실현 가능해진다"며 "협력을 통해 탈탄소화를 가속화할 수 있다고 믿는다"고 말했습니다.

■비슷하지만 다른 두 지역...제주가 지향해야 할 점은?

제주와 여러 면에서 닮았지만, 에너지 수도로 거듭난 바사. 제주는 바사와 달리 제조업 기반이 약하지만, 재생에너지와 탄소중립 분야에서 강력한 성장 동력을 보유하고 있습니다.

제주는 전국 최고의 재생에너지 발전 비율과 전기차 보급률을 자랑하면서 우리나라 에너지 전환을 선도하고 있습니다. 분산에너지 특화지역 지정으로 새로운 산업 생태계가 형성될 기회도 열렸습니다. 제주도 역시 에너지 대전환을 지역경제 성장의 핵심 동력으로 삼아 대한민국 에너지 전환을 이끌겠다는 목표를 세웠습니다.

바사의 성공 비결에서 제주가 주목해야 할 점은 명확합니다. '에너지 수도'라는 비전 아래 기업-대학-지방정부의 유기적 협력, 장기적 인재 양성 시스템, 그리고 기업 간 협력 플랫폼 구축입니다. 이 세 가지 요소가 결합할 때 제주 역시 에너지 대전환을 통해 지속가능한 산업 생태계를 구축하는 데 한 걸음 더 나아갈 수 있지 않을까요?

이 기사는 한국언론진흥재단의 2025년 KPF 디플로마 기후테크(전기화) 프로그램 지원을 받아 작성됐습니다.



김가람 기자 garam@kbs.co.kr
김가람 기자의 기사 모음

저작권재향KBS뉴스(<http://news.kbs.co.kr>). 무단전재 및 재배포금지

특집

*FORESEEING
THE FUTURE OF
ENERGY
TRANSITION*

본 취재는 한국언론진흥재단 주최 KPF 디플로마-기후테크 과정을 통해 이뤄졌습니다.

핀란드·스웨덴에서 먼저 만난 미래 재생에너지 전환

“친환경 재생에너지 대전환.”

6월 4일 취임한 이재명 대통령이 후보 시절부터 강조하던 공약이다. 풍력, 태양광 등 재생에너지 생산량을 늘리고, 재생에너지 생산지와 대규모 산업 지역을 ‘에너지고속도로’로 연결함으로써 기업이 필요한 전력량의 100%를 재생에너지로 충당하는 ‘RE100’을 실현하겠다는 게 골자다. 날씨의 변덕에 따라 생산량이 요동치는 재생에너지로 정말 산업의 혈류를 펴프질할 수 있을까. 6월, 세계에서 가장 에너지 전환을 빠르게 이루고 있는 국가들로 꼽히는 핀란드와 스웨덴에서 한국의 미래를 먼저 만나고 왔다.

기획 진행 김소연 기자 + 디자인 박주현



PART1

막힘없이 흐르는
탄소 '0' 전력
에너지고속도로를
따라서



PART2

재생에너지 혁신
기술로 앞서가는
제조업 강국에
비취보다



PART3

에너지 '사면초가'
한국의 해변
에너지고속도로
펼쳐보기



OUTRO

재생에너지
실예나를
한반도
에너지고속도로



PART1

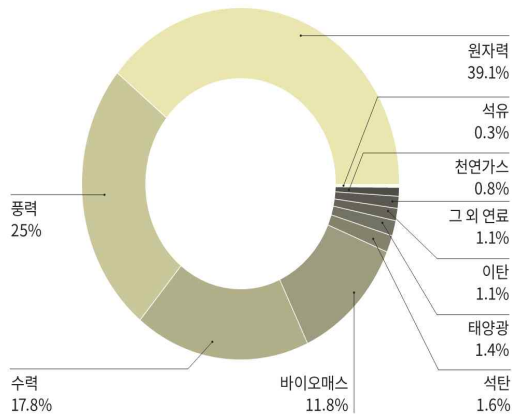
막힘없이 흐르는 탄소 '0' 전력 에너지고속도로를 따라서

핀란드는 국토 약 73.7%가 숲으로 덮여 있고, 호수 18만 7888개가 그 사이를 드문드문 수놓는 '숲과 호수의 나라'다. 파리협정에 의해 국제사회는 2050년까지 탄소 순배출량 '0'을 달성해야 한다. 한국을 포함한 국가들이 이 목표를 달성할 수 있을지 우려 섞인 목소리가 나오는 가운데, 핀란드는 야심차다. 이들은 2035년까지 탄소중립을 이루겠다는, 세계에서 가장 빠른 목표치를 세우고 있다. 6월, 핀란드를 찾아 이들의 믿는 구석을 물었다. 그러자 '전력망과 전력 시장에 대한 신뢰'라는 답이 돌아왔다. 자세한 이야기를 전한다.

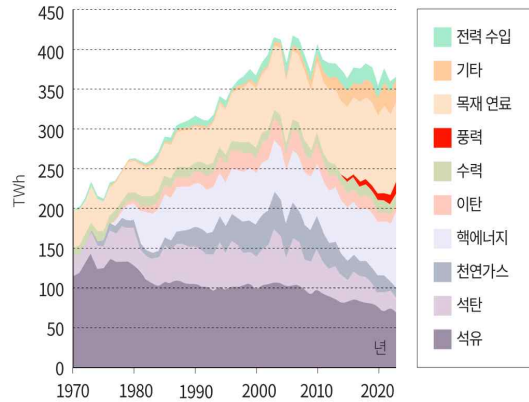
글 핀란드=김소연 기자 + 디자인 박주현

Shutterstock, 박주현, Fingrid

2024년 소비 전력의 에너지원별 비중



최근 50년간 에너지 소비량 변화 추이



2024년 기준 핀란드에서 소비하는 전체 전력의 95%가 원자력, 풍력, 수력 등 탄소를 배출하지 않는 방식으로 생산된다.

2010년대 중반 들어서 풍력 발전의 비율이 크게 확대된 것이 특히 주목할 만하다. 그러나 전기 에너지 외에 지역난방을 위한 열에너지 등 전체 에너지를 놓고 보면 핀란드도 여전히 갈 길은 멀다. 오늘날 핀란드의 에너지 현황을 그래프로 정리했다.

6월 11일, 다국적 기업 ABB의 핀란드 바사 공장 내부에 들어서자 씬 없이 돌아가는 기계음이 머리를 울렸다. 이곳에서는 재생에너지 발전소에서 사용하는 직류(DC) 스위치가 생산되고 있다. 기자단을 안내한 야니 케라넨 ABB 생산 매니저는 “연간 스위치 생산량이 300만 개에 달한다”면서 “이 공장은 전 세계의 ABB 공장 중에서 가장 자동화된 곳 중 하나로 현재 약 60대의 로봇이 24시간, 주 7일 가동된다”고 설명했다. 로봇팔에서 로봇팔로, DC 스위치의 부품이 넘어가며 차례차례 조립되고 있었다.

ABB 바사 공장에서 사용되는 전력은 발전 과정에서 100% 탄소가 배출되지 않는 무탄소 에너지원에서 온다. 풍력, 원자력, 수력 등이 그 예인데, 핀란드 산업부 산하 공공기관인 ‘비즈니스 핀란드’에 따르면 2024년 기준으로 핀란드에서 소비하는 전체 전력의 95%가 무탄소 전력이다. 수치를 자세히 들여다보자면, 가

장 높은 비중을 차지하고 있는 원자력 발전을 통해 전체 소비 전력량의 39.1%가 생산된다. 이어 풍력을 통해 25%, 수력으로 17.8%, 바이오매스를 태워 발전하는 방식으로 11.8%가 생산됐다. 남은 6.3%는 석탄, 태양광 발전 등을 통해 생산됐다.

전체 소비 전력량 중 25%가 풍력 발전을 통해 나온다. 이런 무탄소 에너지원으로 발전한 전력으로 공장이 씬 없이 가동된다. 이 두 문장이 어떻게 양립할 수 있는지 묻지 않을 수 없었다. 재생에너지에는 늘 간헐성 문제가 따라붙는다. 바람과 태양광 같은 자원은 인간이 계속 사용해도 계속 생산된다. 그래서 ‘재생’에너지다. 그런데 바람이 항상 불지는 않고, 날이 항상 맑지도 않다. 그래서 재생에너지를 이용한 발전량은 항상 자연 마음대로 널뎀다. 핀란드 전역에 바람이 한 점도 불지 않는 날, ABB 공장의 로봇팔은 어떻게 가동해야 할까.

기자가 핀란드행 비행기에 몸을 실은 6월 4일은 제21대 이재명 대통령의 취임식이 있던 날이었다. 이 대통령은 2030년까지 국가 온실가스 배출량을 2018년 대비 35% 이상 감축한다는 국가 온실가스 감축목표(NDC)를 달성해야 한다. 그래서 후보 시절부터 탄소중립 달성과 재생에너지 전환은 그의 주요 공약 중 하나였다. 질문을 다시 정리해 보자. 한반도 전역에 바람이 불지 않고, 햇빛도 비추지 않는 날에는 어디서 전력을 얻어야 할까.

현재 정부는 ‘에너지고속도로’에서 그 해답을 찾으려고 하고 있다. 에너지고속도로는 재생에너지를 기반으로 한 전체적인 전력 시스템을 말한다. 여기에는 재생에너지가 생산되는 지역과 사용되는 지역을 잇는 전력망, 지역에서 생산되는 에너지를 지역에서 사용하는 ‘마이크로그리드’ 구조 구축, 여분 에너지를 저장해 뒀다가 필요시 꺼내 사용하는 에너지 저

세계에서 가장 빠르게
탄소중립을 이루겠다는 핀란드에도
나름의 부침과 고민이 있다.
이런 고민의 결과물은 오늘날
한국에 좋은 이정표가 된다



장 시스템(ESS) 등이 포함된다. 모두 핀란드에
선 이미 하고 있거나, 도입을 논의 중인 요소들
이다. 지금 우리가 숲과 호수의 나라, 핀란드를
바라봐야 할 이유다.

15분마다 달라지는 전기 요금으로

전력 시스템 안정성 99.9995% 달성

“여기 99.9995%라는 숫자는 저희 송전 시
스템의 신뢰성을 나타냅니다. 즉, 저희는
99.9995%의 확률로 약속한 전기를 공급할 수
있다는 이야기입니다. 세계에서 가장 높은 수
치 중 하나입니다.”

6월 5일 헬싱키의 핀그리드(Fingrid) 본사에
서 만난 아니카 아티아이넨 그리드 디자인 전
략책임자가 자신감 있는 목소리로 말했다. 이

핀란드에서의 첫날, 6월 5일 헬싱키의 핀그리드(Fingrid) 본사에서는 오후 5시 넘어서까지 유럽 전력 시장에
대한 강의를 펼쳐졌다. 퇴근 시간을 칼같이 지키는 핀란드인들에게 아주 이례적인 일이었다. 생소한 시스템에
취재진이 질문을 쏟아부을 때마다 아니카 아티아이넨 그리드 디자인 전략책임자가 열렬히 화답했다.



‘99.9995%’라는 숫자는 핀란드인들의 자랑인
지, 핀란드에서 정부와 기업 관계자를 만날 때
마다 들을 수 있었다. 핀란드를 떠날 즈음에는
핀란드 관계자가 말을 꺼내기도 전에 기자가
웃으며 “9가 5개, 5가 1개 있는 그 숫자 말씀하
시려는 거죠?”라고 되물을 정도였다.

핀그리드는 핀란드의 송전 시스템 운영업체
다. 한국의 한국전력공사나, 전력거래소와 유
사한 기업으로, 최대 주주는 핀란드 정부다. 이
곳에서 하는 일은 전력을 생산하는 발전소와
전기를 판매하는 회사를 연결하는 전력 시스
템을 운영하는 것이다.

재미있는 건, 핀란드를 비롯한 북유럽 대부
분 지역에서 전력은 100% 시장경쟁체제에 따
라 거래된다는 점이다. 현재 한국은 중앙집중
형 전력시스템을 사용한다. 발전소에서 생산
한 전력을 전력거래소에 팔면, 한국전력공사가
이를 구매해 판매한다. 2024년 6월부터 시행
된 ‘분산에너지 활성화 특별법’에 따라 전력 소
비자가 한전을 거치지 않고 바로 전력을 구매
할 수 있는 ‘분산에너지 특화지역’이 지정될 계
획이나, 아직까지는 대부분 한전을 거친 전력
을 이용한다.

핀란드의 송전 시스템은 앞으로 한국에서
벌어질 상황을 미리 보여준다. 핀란드에서는
발전 사업자가 생산한 전력을 유럽 전력 거래
소에서 직접 판매한다. 이 시장을 ‘하루 전 시
장’이라고 부른다. 다음날 생산하고 사용할 전
력을 미리 거래하는 것이다. 하루 전 시장에서
전력을 생산하는 발전 사업자는 자신의 발전
량을 예측하고, 전력을 구매해 판매하고자 하
는 도매상은 예상 소비량을 예측해 제출한다.
그러면 수요와 공급이라는 경제학의 기본 원
리에 따라 15분마다 다른 가격이 매겨진다.

예를 들어, 다음 날 오후에 강한 바람이 불
거란 일기예보가 있다면, 풍력발전 사업자는
전력을 많이 생산할 수 있다고 예측할 수 있다.
한편, 전력을 받아 판매하는 쪽에서도 전력에

한국인문진흥재단 공동취재단



6월 10일, 알토대 광물처리학과 연구실에서는 사용후배터리를 분쇄한 뒤 남은 가루인 '블랙매스(오른쪽 사진)'를 분리하는 플로테이션 실험이 한창이었다. 대학원생인 루이스 연구원이 해맑게 웃고 있다.

대한 수요가 어느 정도일지 예측할 수 있다. 공급이 많은데, 수요가 적다면 전력 가격은 싸게 책정된다. 공급이 적고 수요가 많다면 비싸게 책정된다. 자연스러운 일이다.

그런데 예측이 빗나가는 경우엔 어떻게 될까. 이때는 핀그리드가 나선다. 핀그리드는 핀란드 내에서 '균형 시장(Balancing market)'이라는 이름의 전력 거래 시장을 운영한다. 균형 시장에서 벌어지는 일을 예시를 통해 살펴보자. 풍력발전 사업자 A가 전날 바람이 많이 불 것으로 예상하고, 전력을 미리 거래해 봤다. 그런데 막상 당일이 되니 바람이 많이 불지 않

는다. 하루 전 시장에서 거래된 전력량은 반드시 지켜져야 한다. 사업자 A를 위해 부족한 전력을 구매할 수 있는 균형 시장이 있다. 이때 전력을 판매하는 이는 당일 예상보다 더 많은 전력을 생산한 이나, ESS를 이용해 전력 가격이 저렴할 때 전력을 잔뜩 사 저장해 뒀다가 사업자 A처럼 균형 시장에 찾아온 다급한 소비자에게 전력을 비싼 값에 파는 이 등이다.

전력 거래를 시장에 맡기는 유연한 시스템은 발전량이 예상보다 클 때 일어나는 문제도 해결하기 더 쉽다. 전력은 생산되는 곳에서 소비되는 곳까지 이어지는 '흐름'이 가장 중요하

다. 생산량과 소비량은 항상 맞아떨어져야 한다. 만약 소비할 이가 없는데 전력이 과생산된다면, 전압이 과하게 발생해 발전기가 손상되거나 심하게는 전력 시스템이 손상돼 대규모 정전이 일어날 수도 있다.

이 상황을 방지하기 위해 한국에서는 발전량이 넘칠 경우 발전 설비를 멈추도록 한다. 이를 출력제어라고 부른다. 핀란드와 같은 전력 거래 시스템이 도입된다면, ESS를 운영하는 사업자들이 과생산된 전력을 구매해 저장해두는 식으로 전력 시스템을 안정적으로 운영할 수 있다. 99.9995%라는 숫자가 가능했던 이유 중 하나다. 핀란드를 비롯한 유럽에 적용된 실시간 전력거래시장은 2024년부터 제주에서 시범적으로 운영되고 있다. 재생에너지 발전량이 많은 제주에서 전력 시스템의 안정성을 담보하고, 출력제어를 줄여 생산되는 재생에너지를 알뜰히 사용하기 위함이다.

탄소중립의 문턱에 선 핀란드의 전력 배터리 '아니바다'

전력 시스템 안정성 99.9995%라는 신뢰감은 핀란드 국민기업 노키아에서도 찾아볼 수 있었다. 휴대폰으로 한때 세계를 호령했던 노키아는 2014년 휴대폰 사업을 접은 뒤 현재는 네트워크 장비, 확장현실(XR) 기기 등으로 사업 영역을 바꿨다. 2022년 기준 글로벌 통신장비 시장 점유율 3위를 자랑하며 여전히 견재한 노키아의 경영 체험 센터에 6월 6일 방문했다.

핀그리드에서 유럽 전력 거래 시장에 대해 들은 바로 다음 날이라, 여전히 이들의 방식을 이해하느라 애를 먹고 있었다. 이곳에서 만난 노키아 관계자에게 "간헐성 문제가 있는 재생에너지를 사용하는 게 불안하지는 않나"란 질문을 던졌다. 그는 "핀란드에서 이용하는 전력 거래 시스템을 믿는다"면서 "핀란드에 바람이 전혀 불지 않는다고 해도 유럽의 다른 국가에

서 전력을 구매하거나, ESS를 사용하는 등 방법이 있으므로 불안함은 없다”고 잘라 말했다.

실제로 노키아는 자사의 네트워크 장비를 구매한 소비자들이 전력 거래 시장에 참여할 수 있도록 돕는 서비스를 제공한다. 네트워크 장비와 전력 거래 시장이 무슨 관계가 있는지 의아할 수 있다. 이들이 보는 건 네트워크 장비에 탑재된 배터리다. 해리 쿠오사 노키아 제로 탄소 마케팅 센터장은 “고객들은 풍력 발전량이 많아 전력 가격이 저렴할 때 네트워크 장비에 탑재된 예비 배터리를 충전한 다음, 전기 비용이 비쌀 때 배터리에 충전된 전기를 사용할 수 있다”고 설명했다. 이어 “나아가, 전기 가격이 비쌀 때 배터리에 충전된 전기를 판매할 수 있는 시스템도 제공한다”고 말했다.

에너지 전환에 따라 ESS나 전기차 등의 수요가 높아지는 것에 발맞춰, 핀란드는 자국의 배터리 산업을 키우는 데 ‘진심’이 됐다. 특히나 배터리 제조의 핵심 광물인 니켈, 리튬, 코발트, 구리가 모두 매장돼 있다는 장점을 살려 핀란드 내에 배터리 가치사슬을 형성하려는 노력이 돋보인다. 배터리 제조에 필요한 원료를 채굴하고, 이를 정제해 배터리를 만든다. 그리고



로드리고 게레로 알토대 광물처리학과 교수의 연구실에서 ‘거품’은 귀한 배터리 원료를 잘 분리할 수 있는 도구다. 군타 연구원이 거품 크기를 측정하는 장치 앞에 서 있다.

사용후배터리는 수집해 다시 재사용·재활용한다. 이런 산업 시스템이 핀란드 내에 자리잡도록 만드는 게 핀란드 정부의 목표다. 여기서 학계의 역할이 커진다.

6월 10일, 실험 가운과 보안경까지 착용하고서 알토대 연구실에 들어섰다. 검은 거품을 계속해서 뿜어내는 노란 기계를 뒤로 하고, 로드리고 게레로 광물처리학과 교수가 “여러분이 목욕할 때 보는 그런 거품과는 다르죠?”라

며 농담을 던졌다. “확실히 저 거품으로는 씻고 싶지 않네요.” 웃으며 답했다.

검은 물질의 정체는 사용후배터리를 분쇄한 뒤 남은 검은색 분말인 ‘블랙매스’다. 흑연과 리튬, 니켈, 망간 등 금속이 혼합돼 있다. 블랙매스를 용매에 넣은 다음, 공기를 주입하면 블랙매스가 섞인 혼합액에 거품이 생긴다. 플로테이션(flotation-부양)은 이 거품을 이용해 값비싼 금속과 흑연을 분리하는 과정이다.

핀란드의 배터리 연구 협력 프로젝트 ‘BATCircle’에서는 왼쪽의 사용후배터리를 분해해, 물리·화학적 방법으로 다시 원료 물질을 분리한 뒤, 제일 오른쪽 단계에까지 이르게하는 전 과정을 연구하고 있다.





전력이 생산되는 핀란드 북쪽을 인구가 밀집된 남쪽과 연결하는 송전 시스템은 한국이 현재 추진 중인 '에너지고속도로'의 개념과 많이 닮았다. 우리가 현 시점에서 핀란드의 에너지 전환을 살펴봐야 할 이유다.

게레로 교수는 “플로테이션 기술과 화학적 방법을 이용해 금속을 고순도로 분리하는 리칭(leaching:침출) 기술을 연구한다”며 설명을 시작했다. “두 방법 모두 산업에서 많이 사용되는 것인데, 우리 연구실에서는 이 과정을 배터리 재활용에 적용할 수 있도록 효율성과 순도를 높이기 위해 노력하고 있습니다.”

옆 실험실에서는 리칭 과정을 거치며 정제된 구리판이 실험대 한 켠에서 건조되는 중이었다. 구리 결정이 반짝이는 실험대 옆에서는 리칭 과정을 거친 혼합물의 순도를 측정하는 장치가 한창 가동 중이다. 정신없는 모습이 한국 어느 연구실과 다르지 않다.

게레로 교수팀은 현재 다양한 대학, 연구 기관과 함께 배터리 가치사슬을 연결하는 핵심 기술을 개발하는 ‘뱃서클(BATCircle)’에 참여하고 있다. 이 프로젝트가 시작된 지도 올해로 7년 차다. 게레로 교수는 “핀란드에서 배터리 제조의 핵심 광물이 나오긴 하나, 매장량이 많은 것은 아니어서 핀란드의 산업계가 이 재료만 사용하며 경쟁력을 확보하는 것은 어렵다”며 핀란드 내에서 배터리 재활용 연구가 활발한 이유를 설명했다.

학계의 연구 성과가 산업으로 연결되기까지 얼마나 남았을까. 게레로 교수는 이렇게 전망했다. “현재 가장 어려운 건 실험실에서 수 리

터(L) 단위로 이뤄지는 분리 공정의 단위를 높이는 스케일업 과정을 진행하면서도 높은 순도로 혼합물을 분리하는 겁니다. 그러나 우리는 이미 이 연구를 여러 해 동안 해왔습니다. 향후 10년 내에는 실험실에서 개발한 기술이 산업계에 적용될 겁니다.”

인구수 558만 명, 작은 나라의 큰 꿈 이루는 치밀한 시스템

물론, 핀란드에도 고민은 많다. 아니카 아티아 이넨 핀그리드 그리드 디자인 전략책임자는 현재 핀란드 전력 공급망을 “섬”이라고 표현했

다. 유럽의 전력 공급망과 연결돼, 자국 내의 전력 생산량이 부족할 경우 유럽연합의 다른 국가에서 공급할 수 있다는 게 유럽연합 소속 국가로서 누릴 수 있는 장점이다. 그런데 핀란드는 아래로는 바다가, 위로는 러시아가 있어 이를 방해한다.

아티아이넨 전략책임자는 “원래 핀란드에는 에스토니아와 전력망을 연결하는 해저 케이블이 두 개 있었으나, 러시아가 잠수함을 동원해 이 케이블을 끊어냈다”면서 “스웨덴으로 가는 전력망이 유일하다”고 말했다.

“핀란드 내부에서 생산되는 전력의 생산과 소비가 균등하게 분포돼 있지 않다는 점도 문제입니다. 핀란드에는 인구가 많지는 않지만, 대부분 남쪽 헬싱키 인근에 삽니다. 그리고 전력은 주로 핀란드 북쪽과 서쪽에서 생산되죠. 전력을 핀란드 북쪽에서 남쪽까지 송전할 장거리 송전망을 구축하기 위해 다양한 노력이 이뤄지고 있습니다.” 에너지고속도로를 지어 한반도 서남쪽에서 생산되는 재생에너지를 수도

권으로 보내겠다는 한국의 상황과도 유사하다. 대륙과 분단돼 주변국의 전력망과 국내 전력망을 연결하기 어려운 상황도 닮았다.

핀란드인들은 자신들을 설명하는 단어로 시수(Sisu)를 꼽는다. 한국어로 완전히 옮기기는 어렵지만 ‘역경 앞에서 나타나는 단호한 의지’라고 해석하면 된다. 탄소중립이라는 전 인류의 숙제 앞에서 핀란드인들의 ‘시수’는 치밀하게 설계한 시스템으로 드러난다. 시장 경제를 이용해 전력 공급망을 유연하게 관리한다. 한편 전력 시스템 안정성에 중요한 역할을 할 배터리는 국가가 나서 연구개발과 배터리 가치사슬 형성을 돕는다.

시스템 속 빈칸을 메꾸기 위한 시스템도 따로 마련돼 있다. 일례로 핀란드는 유럽 최대 규모의 응용기술 연구소 중 하나인 핀란드 기술 연구센터(VTT)를 통해 혁신 기술을 개발하고, 이를 기업에 전달한다. 산업계에서 발견되는 기술의 간극을 국가가 도와 메꾸겠다는 건데, 여기에는 소형원자로(SMR), 지열을 이용한 지역난방, 수소 생산 등이 포함된다.

6월 6일 VTT에서 만난 톨라 매키넨 그린 전기화 부서장은 “VTT는 기술과 산업의 협업을 중요하게 여기는 실용적인 기관”이라면서 “기업이 먼저 VTT에 협력을 제안하거나, VTT가 협력이 필요해 보이는 기업을 찾는다”고 설명했다.

유럽의 다른 연구소와 비교해도, 기업이 항상 연구 프로젝트에 참여하는 VTT의 시스템은 드물다. 에너지 전환이 막힘없이 이뤄지기 위해서 연구개발이 더 필요한 ‘틈새’를 기업과 함께 메꾸겠다는 것이 VTT의 전략이다.

“우리 기관이 집중하고 있는 8가지 연구과제 중 3가지가 탄소중립과 관련된 부분입니다. VTT 전체 예산의 3분의 1이 탄소중립 관련 분야에 투자되죠. 도전적인 연구 분야들입니다. 우리는 탄소중립과 관련된 모든 분야에서 대비를 하고 있습니다.”

핀란드 헬싱키의 노키아 경영 체험 센터에서 인터뷰를 마친 뒤, 기자는 이어 전시 공간도 둘러봤다.



핀란드 헬싱키의 노키아 경영 체험 센터에서 인터뷰를 마친 뒤, 기자는 이어 전시 공간도 둘러봤다.

2035년까지 탄소중립을 이루겠다는
전 세계에서 가장 빠른 목표를 가진 나라, 핀란드.
이들의 무기는 ‘치밀한 시스템’이다



Finland

67

PART2

재생에너지 혁신 기술로 앞서가는 제조업 강국에 비취보다

“원래 스웨덴의 조선업은 세계 톱이었죠, 당신들이 치고 올라오기 전까진.”

한국인에게 칭찬인지, 꾸밈인지 모를 말을 들으며 어쩐지 머쓱해졌다. 6월, 스웨덴에서 만난 사람들은 이런 말을 건네면서도 오히려 자부심이 비쳐 보였다. 볼보, 에릭슨, 아트라스코프 등 굴지의 기업을 보유한 ‘북유럽의 제조업 강국’은 혁신을 멈추지 않는다. 탄소중립이 세계의 트렌드가 된 이후에도 그렇다. 스웨덴은 이제 전기 선박을 만들어 대륙을 횡단하고, 재생에너지 전환에 핵심이 될 초고압 직류 송전(HVDC)과 전력 반도체 기술을 보유한 강국으로 거듭났다. 현재진행형인 스웨덴의 혁신을 현지에서 보고 왔다.

글 스웨덴=김소연 기자 + 디자인 박주현

Shutterstock, 위즈런, Candela





스웨덴의 전기배 기업 '칸델라'에서 개발한 전기 수중익선 P-12가 스톡홀름 군도를 누비고 있다. 선체를 물 위로 띄운 채 항해하는 '수중익 모드'를 통해 물과 마찰해 발생하는 에너지 손실을 줄인다. 항해 시 발생하는 파도 크기가 일반 배보다 작은 것도 특징이다.

6월 12일, 스웨덴 스톡홀름에서 먹는 첫 점심 식사는 스톡홀름 군도의 작은 섬에 있는 식당에서 하기로 했다. 스톡홀름 군도에는 약 2만 4000개가 넘는 섬과 암초가 있다. 이 많은 섬을 모두 다리로 연결하기란 무리다. 그래서 배를 탄다. 스톡홀름에서 배는 한국의 버스나 지하철처럼 일상적인 대중교통 수단이다.

“오늘은 P-12를 타고 섬 4개로 이뤄진 피에데르홀마르나 군도의 한 섬에 갈 겁니다. 저희 회사와 관련된 프레젠테이션은 배 위에서 드릴 예정입니다. 그리고 피에데르홀마르나에서 점심을 드시죠.”

점심을 함께하기로 한 악셀 브랑겐펠트 칸델라 테크놀로지 AB 비즈니스 개발 및 중동 책임자의 말에 멈칫 했다. 이날 점심식사는 스웨덴의 전기배 개발 업체인 칸델라의 취재를 겸한 것이다. 피에데르홀마르나 군도를 오갈 때 칸델라의 전기배인 P-12를 타 보기로 했다.

칸델라에 대한 소개는 출발 전이나 후에 따로 할 줄 알았는데, 배 위에서 설명이 진행된다면 낭패라고 생각했다. 이날 탑승하기로 한 P-12는 최대 30명의 승객이 탈 수 있는 버스만 한 배다. 작은 배라 내부가 무척 소란스러울 게 뻔했다. 가뜰이나 영어로 취재해야 하는데 녹

음이 잘 안되면 취재 내용을 기록하기 어렵다. 게다가 기자는 뱃멀미가 심하다.

스톡홀름 군도 누비는 전기 배 서울에도 뜰까

걱정하며 선착장에 가자, P-12가 정박해 있었다. 선착장 옆에는 칸델라의 전기배를 고속 충전할 수 있는 배터리 시스템과, 연동되는 이동식 태양 전지판이 전시돼 있었다. P-12에는 전기차용 배터리가 6개 들어간다. 한번 충전하는 데 45분 걸리며, 이렇게 충전하면 최대

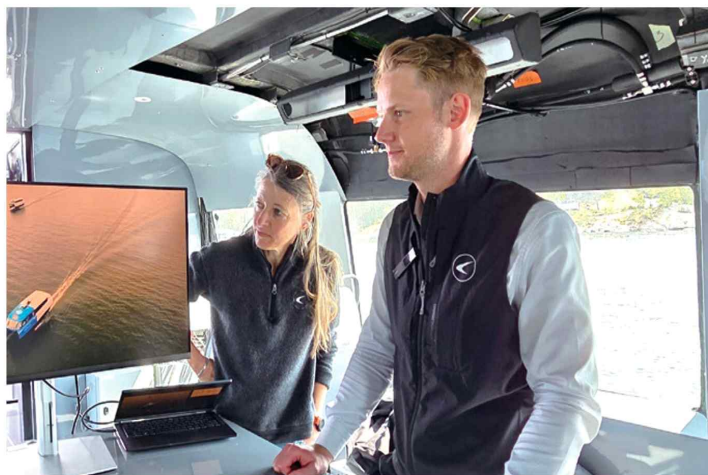


70~80km 정도 운항이 가능하다.

브리짓 용커 캔델라 테크놀로지 AB 국제 정책 및 홍보 책임자는 “우리가 피에데르홀마르나로 갈 때 옆에서 C-8 모델이 묘기를 보여 줄 것”이라고 말했다. P-12를 비롯한 프로페셔널 라인 전기배는 승객을 싣는 상업 운항을 위해 개발됐다. 수송용으로 설계돼, 1년에 3000시간 이상 되는 장기간 운행에도 잘 견디는 강건함이 특징이다. C-8을 비롯한 커스터머 라인 전기배는 개인이 레저 목적으로 구매해 속도감 있는 곡예 운전을 해볼 수 있다.

캔델라는 2014년 스웨덴 스톡홀름에서 설립된 기업이다. “창립자인 구스타브 하셀스코 그의 집이 스톡홀름 군도에 있었어요. 어느 날, 아이스크림을 사 먹으려다가 옆 섬으로 건너가 아이스크림을 사려면 자동차보다 훨씬 많은 연료를 사용하는 배를 타야만 한다는 점을 떠올리게 됐대요. 그래서 직접 전기배를 만드게 캔델라의 시작이 됐습니다. 그는 기계공학을 전공했거든요.” 용커 책임자가 귀띔했다.

6월 14일 스웨덴 스톡홀름에서 만난 악셀 브랑켄펠트 캔델라 테크놀로지 AB 비즈니스 개발 및 중동 책임자(오른쪽)와 브리짓 용커 국제 정책 및 홍보 책임자가 P-12 선내에서 캔델라를 소개하고 있다.



화석 연료를 사용하는 배는 엔진을 가동할 때 기름 냄새가 나기 마련이다. P-12에서는 그런 냄새가 나지 않아 쾌적했다. 브랑켄펠트 책임자와 용커 책임자가 발표를 준비하는 사이, 배가 출발했다. 우려와는 다르게 출발한 줄 몰랐을 정도로 조용했다. 브랑켄펠트 책임자는 “오늘 차세대 해운 운송의 미래를 보여주겠다”면서 “해양에서 재생에너지 전환을 이루기 위해선 운송수단의 전기화가 필수”라고 설명했다. 그는 이어서 “그런데, 배를 전기화할 때 가장 중요한 점이 바로 성능이다”라고 했다.

같은 무게의 배터리와 화석연료를 비교하면, 배터리에 저장할 수 있는 에너지의 양이 화석연료에 저장할 수 있는 에너지량보다 적다. 다른 말로 ‘에너지 밀도’ 차이가 난다고 말할 수 있다. 그래서 전기배나 전기차의 핵심 과제 중 하나는 어떻게 하면 배터리의 에너지 밀도를 높이고, 전체적인 주행 과정에서 에너지 손실을 줄이느냐다.

캔델라는 그 해결책으로 배를 공중에 띄웠다. 배 아래 판에 비행기 날개와 비슷한 ‘수중익’을 설치해 배가 빠르게 주행하면 비행기가 떠오르듯 배가 수면 위로 떠오르게 한 것이다.

수중익선은 1906년 처음 시험 운항한, 오래된 기술이다. 그런데 이 기술이 전기배에 적용된 건 P-12가 처음이다. 오래된 기술이 탄소중립이라는 흐름에 맞춰, 적재적소에 사용된 좋은 사례다. 실제로 식사를 하고 다시 돌아올 때는 배가 떠오르는 ‘수중익 모드’를 경험할 수 있었다. “비행기 이착륙이랑 비슷해요. 수중익 모드로 항해를 시작하거나, 다시 배를 수면 위로 내려놓을 때만 앉아 있으면 됩니다.” 용커 책임자의 말대로, 수중익 모드로 항해를 시작하자 몸이 살짝 들어 올려지는 느낌이 들었다.

수중익의 장점은 선체가 수면 위로 올라오기 때문에 물의 저항을 덜 받는다는 데 있다. 물의 저항을 이겨내지 않아도 되니 더 적은 에너지로도 항해할 수 있다. 수중익 모드로 전환

전력 반도체는 전력 생산, 수송, 사용이라는 전체 시스템에서 필수불가결한 부품이다. 에너지 전환을 앞두고 전력 반도체 기술의 중요성이 커진다



하자 선체의 흔들림이 눈에 띄게 줄어들었다.

브랑켄펠트 책임자가 건너편 여객선을 가리키며 말했다. “저기 일반 여객선이 오면서 파도를 만들어내고 있죠? 원래라면 저 파도가 우리 배와 만날 때 배가 크게 흔들려야 합니다. 가만 지켜보세요. 움직임이 없을 겁니다.” 과연 P-12는 매끄럽게 운항을 이어갔다.

수중익 모드 덕에, 멀미를 겪지 않고 점심을 먹을 수 있었다. 점심 식사 내내 칸델라에 대한 대화가 이어졌다. 특히 관심이 쏠린 부문은 상용화였다. 칸델라는 5월, C-8로 스페인 소토그란데 지역에서 북아프리카 해안의 세우타까지 유럽과 아프리카 대륙을 오가는 데 성공했다. 전기배로는 세계 최초의 대륙 간 항해 기록이다. 여기에 더해 P-12는 2024년 10월부터 스톡홀름의 대중교통 시스템에 정식 도입되기도 했다. 현재 한 대의 배가 운항중이며, 스톡홀름 시청에서 에케뢰 섬까지 차로 50분가량 걸리는 구간을 P-12로는 30분 내외에 갈 수 있다.

브랑켄펠트 책임자는 “여러분을 만나기 전에 한강의 환경을 한번 살펴봤다”며 말했다. “칸델라의 P-12를 서울 대중교통 시스템에도 입한다면, 여의도에서 잠실까지 18분 가량 걸릴 것으로 예상됩니다. 에너지 비용을 계산해 보면 승객 1명당 282원 정도가 나옵니다. 서울 외에도 보령, 목포, 여수, 부산 등 섬이 많은 곳에서 이용할 수 있을 것으로 보입니다. 한강은 다리도 많고 도로도 많아 기존 대중교통 시스템과 연결하기 용이합니다. 탄소 배출량이 ‘0’인 친환경 운송수단이지요.”

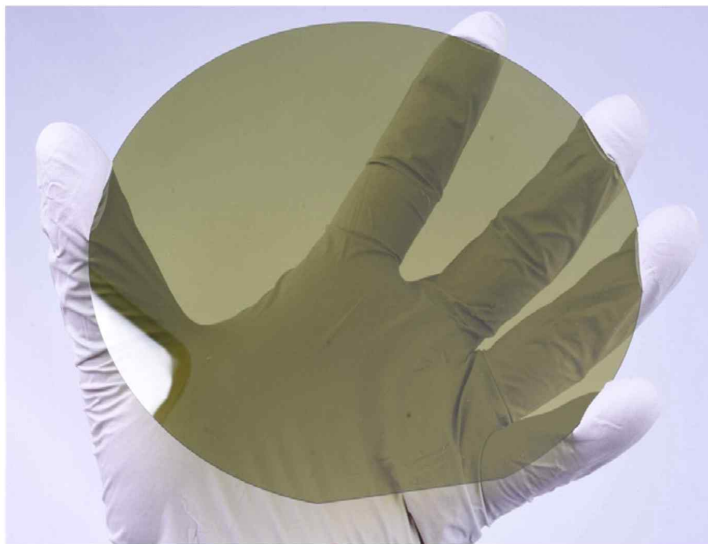
반도체 우등생 한국이 놓치고 있는 ‘전력 반도체’

같은 날 오전, 스웨덴 국립연구원(RISE)에선 임장권 RISE WBG 전략 기술 연구책임자 및 수석연구원이 취재진을 맞았다. RISE는 스웨덴 정부가 산하의 모든 연구시설을 통합해 융합 연구를 꾀하겠다는 목적으로 34개의 연구기관을 합병해 만든 곳이다. 여기서 임 수석연구원은 ‘전력 반도체’를 연구한다.

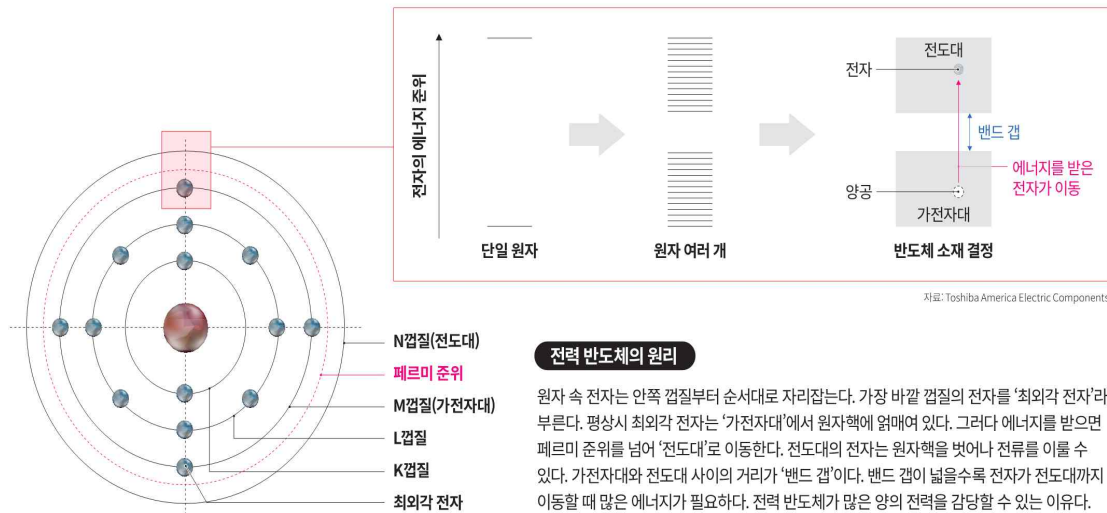
반도체는 쉽게 말해서, 전류가 흐르거나 흐르지 않도록 조절하는 스위치다. 그중에서도 전력 반도체는 견딜 수 있는 전압이 높고, 많은 양의 전류도 무리 없이 제어할 수 있는 반도체다. 전력 반도체는 최근 재생에너지 전환 흐름을 타고 주목받고 있다. 전기배부터 전기차, 태양광 발전기, 풍력 발전기, 장거리 송전 케이블 등 재생에너지 전환의 주요 요소에 모두 전력 반도체가 필수로 들어가기 때문이다.

전기배와 전기차 등 전기 모빌리티에는 전력 반도체가 필수다. 모터와 배터리를 드나드는 전력량이 많아 컴퓨터나 휴대폰에서 정보를 처리하는 용도로 활용되는 메모리 반도체로는 그 전압과 전류를 감당할 수 없다. 태양광 발전기와 풍력 발전기에서 생산되는 전력량이 불안정하게 계속 바뀐다. 불안정한 전력 공급은

질화갈륨(GaN)으로 만든 화합물 반도체 소재는 기존 실리콘(Si)으로 만든 소재와 달리 투명하다.



Shanghai Famous Trade



전력 반도체의 원리

원자 속 전자는 안쪽 껍질부터 순서대로 자리잡는다. 가장 바깥 껍질의 전자를 ‘최외각 전자’라 부른다. 평상시 최외각 전자는 ‘가전자대’에서 원자핵에 얽매어 있다. 그러다 에너지를 받으면 페르미 준위를 넘어 ‘전도대’로 이동한다. 전도대의 전자는 원자핵을 벗어나 전류를 이룰 수 있다. 가전자대와 전도대 사이의 거리가 ‘밴드 갭’이다. 밴드 갭이 넓을수록 전자가 전도대까지 이동할 때 많은 에너지가 필요하다. 전력 반도체가 많은 양의 전력을 감당할 수 있는 이유다.

전체 전력 송전망에 부담이 되므로, 이를 다듬어 안정적으로 바꿔줘야 한다. 이 경우, 반도체를 이용해 전류의 흐름을 빠르게 조절해 가며 전체적인 전력량이 균일하게 만들어줄 수 있지만 일반적인 반도체로 발전기에서 생산되는 전류를 감당하기는 무리다. 그래서 전력 반도체를 쓴다. 전압이 높고 전류량이 많은 전기가 흐르는 장거리 송전 케이블에 전력 반도체가 사용되는 것 또한 당연한 일이다.

“화합물 반도체는 밴드갭이 넓어서 투명해요. 그래서 공정이 어렵죠. 잘 안 보이잖아요. 한국에는 이런 화합물 반도체를 다룰 수 있는 장비가 드물고요.”

임 수석연구원이 복도에 전시된 화합물 반도체를 손으로 가리키며 설명했다. 그의 손끝에 있는 화합물 반도체는 초록색 스테인드글라스처럼 투명했다. 화합물 반도체는 차세대 전력 반도체로 꼽힌다. 실리콘(규소·Si)이란 순물질을 원료로 만들던 기존 반도체와 달리 탄화규소(SiC), 질화갈륨(GaN) 등 화합물이 원료다.

반도체의 원리는 기본적으로 ‘원자에서 전자 떼기’다. 가전자대에 위치해 있어 원자에 얽매인 상태이던 전자에 강한 에너지를 주면, 전자가 원자를 벗어나 전도대로 이동하는 원리를 이용한다. 전도대로 이동한 전자는 자유롭게 흐르며 전류를 만든다. 이때 가전자대와 전도대 사이의 거리를 ‘밴드 갭’이라고 부른다.

밴드 갭이 크면 클수록 전류를 흐르게 만들기 위해 전자에 줘야 하는 에너지양이 크다. 바꿔 말하면, 밴드 갭이 큰 반도체는 큰 에너지를 흘리지 않고서는 쉽게 작동하지 않아 안정적이다. 따라서 큰 전력을 견뎌야 하는 전력 반도체의 경우 밴드 갭이 큰 원료를 이용할 때 더 유리하다. SiC나 GaN이 그 예다. “밴드 갭이 크면 물체가 투명해 보여요. 물체를 볼 수 있는 이유는 빛이 물체 속 전자와 만나 흡수되기 때문입니다. 이때 전자가 흡수할 수 있는 빛 에너지는 밴드 갭에 따라 달라져요. 밴드 갭이 너무 크면 빛 에너지를 흡수하지 못하고 그대로 투과합니다. 화합물 반도체가 투명해지는 이유

예요.” 임 수석연구원의 설명이다.

임 수석연구원의 안내를 따라 RISE의 반도체 연구 시설을 한 바퀴 둘러봤다. 긴 복도를 따라 반도체 공정이 이뤄지는 ‘클린 룸’이 연달아 있다. 클린 룸 안에서는 흰색 방진복을 입은 연구자들이 제각기 웨이퍼를 자르고, 웨이퍼에 패턴을 그려 넣는 등 작업을 하고 있었다. 이곳 연구시설에서는 스웨덴의 대학 연구소나 한국의 현대 모비스 등 국내외 기업과의 협력도 활발히 이뤄지고 있다. 임 수석연구원처럼 해외에서 온 연구자도 많다.

RISE는 세계에서도 전력 반도체 연구를 하기 위한 최적의 장소로 꼽힌다. 5월 16일, 서울에서 만난 허준석 아주대 지능형반도체공학과 교수는 “RISE의 경우 전력 반도체를 연구하고, 소자를 만들고, 신뢰성 테스트를 하는 등 전력 반도체와 관련된 연구 시설이 붙어있어 융합이 가능하다는 점이 강점”이라면서 “그 덕에 쉽게 보기 어려운 시너지가 나온다”고 말했다.

스웨덴은 에너지 전환에 필요한 핵심 요소

중 하나가 전력 반도체, 특히 화합물 반도체라고 본다. 그래서 전략적으로 관련 연구를 이어왔다. 이는 중국, 미국, 일본 등 제조업 강국과 경쟁해야 하는 스웨덴이 찾은 미래 먹거리다. 산업체와 연계된 원천 기술을 개발해야 뒤처지지 않을 거라는 판단을 내린 것이다.

한편, 한국의 경우 실리콘을 이용한 반도체에선 강세를 보이지만, SiC나 GaN을 원료로 한 반도체에선 후발주자다. 임 수석연구원은 “현재 전력 반도체 부문에선 한국 기업이 세계 10위권에도 들어가 있지 않다”며 “최근에서야 한국에너지공과대를 만들며 5대 융합 전공 중 차세대 그리드 부문에서 전력 반도체를 다루게 됐다”고 말했다.

오랜 역사와 새로운 혁신이 교차하는 스웨덴

스웨덴은 오랜 기술을 귀하게 여기는 한편, 새로운 전환을 멈추지 않고 있다. 스웨덴이 가진 오랜 기술 중 최근 초고압 직류 송전(HVDC)이 주목받고 있다. 6월 4일 출범한 이재명 정부가 재생에너지 전환 정책에서 핵심 키워드로 꼽은 ‘에너지고속도로’에도 HVDC는 빼놓을 수 없는 요소다.

한국에선 재생에너지는 한반도 서남쪽에서 생산되는 한편, 이 에너지의 수요는 수도권에 집중돼 있다. 이걸 기존 송전 방식인 교류(AC) 방식을 이용해 송전하게 되면 전력 손실량이

약 10%로 많다. 교류는 전류의 방향이 1초에도 수십 번씩 바뀌고, 이때 불필요한 에너지 손실이 생기기 때문이다. 반면 직류를 이용하는 HVDC의 경우 전력 손실은 고작 1%다. 그런데 HVDC는 비용이 많이 든다. 그래서 송전 거리가 100km 이상인 장거리 송전에서만 비싼 비용을 감수하고라도 에너지 손실을 줄일 수 있다는 장점이 강조된다.

6월 13일 히타치 에너지 본사에서 만난 니콜라스 페르손 부사장은 “한국의 경우 탄소중립을 목표로 재생에너지 발전 용량을 높일 계획이 있다고 알고 있다”면서 “이 경우 남부 지역에서 생산되는 재생에너지를 안정적으로 송전할 기술적 솔루션인 HVDC가 필요할 것”이

북해의 풍력 발전소 왼쪽으로 생산한 에너지를 내륙에 전달하는 초고압 직류 송전(HVDC) 변전소의 모습이 보인다.





다니엘 나포스 예테보리 배터리 센터 운영 매니저가 기자에게 배터리 제조 공정을 소개하고 있다. 그의 질문을 하나씩 해결하다 보니 어느새 배터리 제조 공정을 모두 체험해볼 수 있었다.

덴에서 가장 큰 규모로 이뤄지던 이곳에 1980년대부터 위기가 다가왔다. 그 위기의 이름은 ‘한국’이었다.

“이곳 린드홀만 혁신지구는 과거엔 조선소가 있던 곳이에요. 한국과 같은 경쟁국들이 우리보다 더 싼 가격으로 배를 만들어서 (산업을) 다 뺏겼죠.”

6월 16일, 켄트 엘문드 예테보리 비즈니스 지구 투자 고문의 농담에 기자는 어색하게 웃으며 린드홀만 혁신지구를 가로질러 갔다. 패권을 빼앗긴 예테보리는 혁신을 시작했다. 엘문드 고문과 함께 향한 예테보리 배터리 센터가 좋은 예시다. 예테보리 시는 현재 전기차 산업을 적극적으로 추진하고 있는 볼보와 함께 지역의 배터리와 전기차 산업을 육성하고자 노력 중이다. 그중 예테보리 배터리 센터는 배터리 산업에 필요한 인력을 육성하기 위해 기본적인 교육을 제공하고 있다.

다니엘 나포스 예테보리 배터리 센터 운영 매니저가 활발한 목소리로 기자단을 맞이했다. “예테보리 배터리 센터에 오신 것을 환영합니다. 이곳은 예테보리 지역과 주민을 위한 맞춤 센터입니다. 예테보리는 아주 긴 제조업의 역사를 가지고 있는 지역입니다. 하지만 배터리와 관련한 역사는 아주 짧아요. 지역의 배터리 산업을 발전시키기 위해 실습을 통한 배터리 산업 인력 교육을 진행하고 있습니다.”

예테보리에는 예테보리 배터리 센터 외에 스웨덴 전기 운송 연구소 AB(SEEL)이라는 RISE 산하 연구소가 볼보 등 기업과 밀접하게 연계돼 있다. 예테보리 배터리 센터에서는 볼보의 직원 교육을 맡고, SEEL에서는 전기차와 배터리 등 관련 기업이 제품 테스트를 해볼 수 있도록 돕는다. 이 생태계를 통해 변화하는 산업 추세에 도시가 맞춰 진화할 수 있다. 전통과 혁신이 교차하는 스웨덴이 탄소중립이라는 시대 흐름에 뒤처지지 않고 북유럽의 제조업 강국 자리를 지킬 수 있는 이유다. 🇸🇪



라고 말했다. 이어 “우리가 제시할 수 있는 해결책은 ‘서해안 HVDC 송전 백본(backbone-척추)’”이라고 했다. HVDC 송전선로를 서해안 바닷속에 설치하면, 주민의 반대가 적고 전력망을 안정적으로 제어할 수 있을 것이라는 게 그 이유다.

페르손 부사장이 자신 있게 말할 수 있는 이유는 경험에 있다. 스웨덴은 1954년 처음으로 HVDC 기술을 개발한 중주국이다. 당시 스웨덴 본토와 고틀란드라는 섬을 잇는 송전선로를 개발한 것이 시작이다. 페르손 부사장은 “이때 개발한 기술을 70여 년 간 고급화해 온 전통이 있다”고 말했다. 현재 한국에서도 제주도 와 한반도 본토를 잇는 송전선로로 히타치 에너지의 HVDC가 쓰인다.

한편, 스웨덴의 새로운 전환을 보려면 자동차 기업 ‘볼보’가 탄생한 예테보리를 바라보면 된다. 스웨덴 서쪽 해안에 접해 있어 북해와 바로 연결되는 예테보리는 스웨덴 최대의 항구 도시다. 20세기 중반까지는 조선 산업이 스웨



스웨덴은 오랜 기술을 귀하게 여기는 한편,
새로운 전환을 멈추지 않고 있다.
북유럽의 제조업 강국 자리를 지킬 수 있는 이유다



PART3

에너지 '사면초가' 한국의 해법 에너지고속도로 뜯어보기

5년 남았다. 한국은 2030년까지 온실가스 배출량을 2018년 대비 35% 이상 감축하는 국가 온실가스 감축목표(NDC)를 달성해야 한다. 2023년 기준으로 아직 14%밖에 감축하지 못했다. 2023년 10월 한국경제인협회가 내놓은 보고서에 의하면 한국을 포함한 세계 온실가스 배출량 상위 13국 모두 NDC 달성이 어려울 전망이다. 이 가운데 6월 4일 새롭게 출범한 정부는 '친환경 재생에너지 대전환'을 위해 에너지고속도로 구축 등 다양한 방안을 내놓고 있다. 5년 만에 21%를 더 줄여야 하는 한국이 지금 반드시 해야 할 논의를, 에너지 전환 선진국 핀란드·스웨덴의 답안지와 함께 정리했다. 그들도 고민이 많기는 마찬가지였다.

글 김소연 기자 + 디자인 박주현

Shutterstock, 박주현



원자력, '계류'인가 전락인가

2025년 4월 1일, 핀란드 헬싱키 살미사리 지역에 위치한 '살미사리 발전소'가 운영을 영구적으로 중단했다. 살미사리 발전소는 석탄을 이용한 열병합발전소(연료를 태워서 전기와 열에너지를 동시에 얻는 발전소)로, 핀란드에서 석탄을 태우는 마지막 발전소였다. 살미사리 발전소를 운영했던 에너지 기업 '헬렌(Helen)'은 보도자료를 통해 "이로써 핀란드에선 석탄의 시대가 끝났다"고 평했다.

그 다음 벌어진 일이 의미심장하다. 6월 9일 헬싱키에서 만난 핀란드의 소형원자로(SMR) 기업 '스테디에너지(Steady Energy)'의 라우리 무라넨 대외협력 책임자는 "올해 말부터 살미사리 발전소 부지에서 SMR 실증 시스템 사업에 돌입할 것"이라고 말했다. 화력이 빈자리에 원자력이 들어서는 것이다.

석탄의 시대가 끝나고, 원자력이 그 자리를 대체하는 이유는 풍력, 태양광 등 재생에너지의 발전량이 일정하지 않기 때문이다. 바람이 불지 않거나, 날씨가 흐리면 발전량이 줄어든다. 갑자기 바람이 너무 많이 불거나 맑은 날이 이어지면 발전량이 늘어난다. 발전량이 늘어나는 것도 마냥 호재는 아닌 것이, 전력은 '흐름'이 핵심인 까닭이다. 전력 수요보다 많은 발전량이 전력 시스템으로 들어오면 전압이 과하게 발생해 전력 시스템이 손상될 수도 있다.

재생에너지의 전력 생산량이 요동치더라도, 삶은 이어져야 한다. 그래서 각국 정부는 항상 일정하게 사용되는 기본적인 전력수요 '기저전력'을 고려한다. 기저전력에는 날씨가 어떠한 상관없이 발전이 가능한 화력발전이나 원자력 발전을 주로 활용한다. 파리협약에 의해 각국이 2050년까지 탄소중립을 이뤄야 하는 상황에서 양자택일에 놓인 것이다. 화력은 꺼려진다. 탄소를 배출하니까. 그럼 원자력을 써야 할까. 아니면 원자력도 축소하면서 재생에너지

간헐성을 해결할 방법을 찾아야 할까.

핀란드는 지속적으로 원자력 발전에 대해 긍정적인 태도를 유지해 온 드문 유럽 국가 중 하나다. 이 태도는 2024년부터 시범 운영이 시작된 세계 최초의 사용후핵연료 영구처분장 ‘온칼로’를 가지고 있기 때문인 것도 있다. 핀란드는 원자력 발전소를 처음 짓던 1980년대부터 사용후핵연료 영구처분장 건설에 대한 논의를 시작했다. 6월 5일 핀란드 산업부 산하 공공기관 ‘비즈니스 핀란드’에서 만난 유씨 오케르베르그 유연 에너지 시스템 프로그램 총괄은 한국에서 온 기자에게 “수소 경제와 SMR이 미래 에너지의 중요 요소”라고 강조했다.

한편 이웃나라 스웨덴에선 걱정이 많다. 2022년 출범한 스웨덴의 현 정부는 2023년 말 원자력 발전법을 개정하면서 원자로 개수 및 건설 지역 제한을 해제하고, 2045년까지 신규 원전 10기를 도입하겠다고 발표했다. 이에 대해 6월 13일 스웨덴 스톡홀름에서 만난 폴웨스틴 스웨덴 에너지청 수석 비즈니스 개발 매니저는 다음과 같이 말했다.

“신규 원전은 매우 비쌉니다. 스웨덴 내에서

도, 심지어 우리 기관 내에서도 정부의 원자력 확대 결정에 모두 동의하지는 않습니다. 특히 그것이 대형 원자로인 경우에 의견이 갈리죠. 하지만 SMR는 장기적으로 더 실현 가능할 수 있어요. 작은 원자력 발전소를 여럿 짓다 보면 건설 비용이 적어질 테니까요.”

한국에서는 2월 ‘제11차 전력수급기본계획(2024~2038)’을 발표하며 2030년대에 SMR을 상용화하겠다는 목표를 밝힌 바 있다. 황정아 의원이 6월 12일 대표발의한 ‘SMR 특별법’은 이르면 7월 23일 국회 본회의에서 처리될 전망이다. 하지만 환경단체의 반발 또한 거세다. 환경운동연합은 6월 13일 성명서에서 “SMR은 기술적으로 실증되지 않았을 뿐 아니라 경제성과 안전성 측면에서도 심각한 문제점을 안고 있다”면서 “SMR은 기존 대형 원전보다 단위 에너지당 20~30배 더 많은 핵폐기물을 발생시킬 수 있으며, 현재도 핵폐기물 저장 공간이 부족한 상황에서 이는 장기적인 문제를 야기할 수밖에 없다”고 미국 스탠퍼드대와 캐나다 브리티시컬럼비아대 공동연구팀이 2022년 발표한 연구 결과를 들어 지적했다.

한반도 에너지고속도로 그 너머를 보며

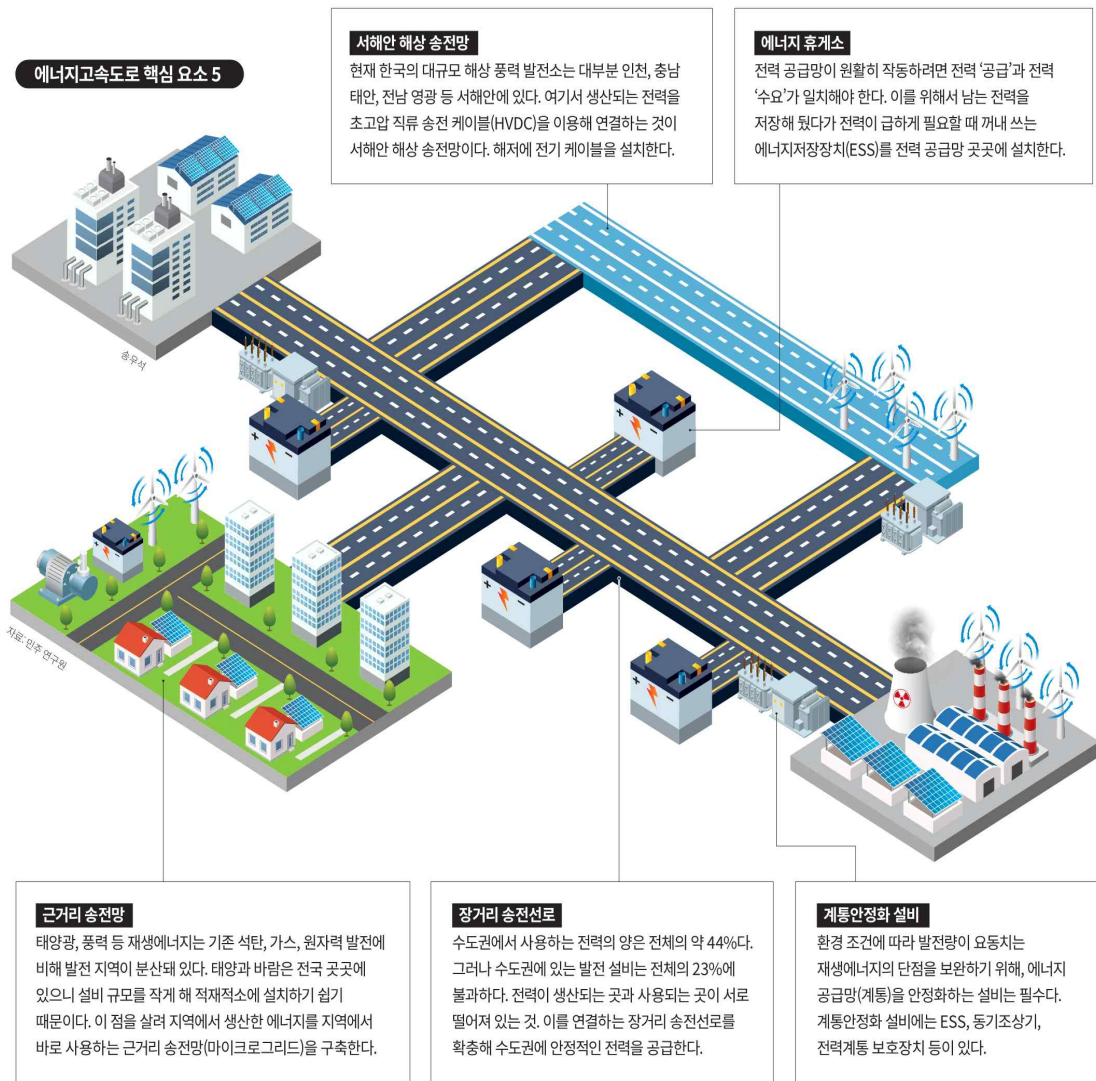
북유럽의 에너지 전략을 한국에 그대로 적용할 수는 없다. 핀란드인들이 위로는 러시아, 아래로는 바다로 둘러싸인 자신들의 상황을 ‘섬’이라고 표현하지만, 진짜 섬은 한반도다. 핀란드와 스웨덴의 경우 유럽의 전력망을 활용할 수 있다는 무시 못 할 이점을 품고 있다. 전력이 남아돌면, 유럽의 다른 국가로 보내면 된다. 전력이 부족하면 유럽의 다른 국가에서 끌어 쓰면 된다. 한국의 경우 몽골과 중국, 러시아, 일본 등과 함께 ‘동북아 슈퍼그리드’를 구축하겠다는 이야기가 국내외에서 나오고 있지만, 날이 갈수록 더 불안해지는 국제 정세를 보면 이를 이른 시일 내에 추진하기는 어려워 보인다.

원자력을 확대하기엔 고민이 많고, 해외와 전력망을 연결하기엔 불안하다. 이런 맥락에서 이재명 대통령이 내놓은 ‘에너지고속도로’ 정책은 한반도 내 에너지 흐름을 뚫어 생산되는 에너지를 최대한 이용하겠다는 전략으로 기대를 모은다. 다만 기술개발을 통해 돌파해야 할 몇 가지 과제가 있다.

에너지고속도로의 1단계 계획은 서해안과 남해안에서 생산한 재생 에너지를 수도권으로 수송하는 ‘서해안 에너지고속도로’를 2030년까지 만드는 것이다. 여기에 필수적인 초고압 직류 송전(HVDC) 기술은 독일의 지멘스, 미국 GE, 스웨덴 히타치 에너지가 세계 시장의 95%를 점유한다. 스웨덴은 이 중에서도 HVDC 기술을 세계 최초로 상업화한 강자다. 김선빈 히타치 에너지 코리아 전력솔루션 사업부 부장은 “2015년부터 세계 HVDC 수요가 늘어난 상황이라, 지금부터 논의를 시작하지 않으면 2030년까지 서해안 에너지고속도로에 HVDC를 납품하는 일정도 어려울 것”이라고 말했다. 국내에선 효성중공업이 수 GW급 HVDC 기술을 개발해 국내의 수요에 대응하기 위해 노력 중이다.

핀란드의 소형원자로(SMR) 기업 ‘스테디 에너지’는 SMR 가동 과정에서 나오는 열로 핀란드의 혹독한 추위를 견디낼 지역난방 시스템을 실증 중이다. 지하에 건설된 SMR과 실증 시스템을 형상화한 그림.





에너지고속도로에서 재생에너지의 간헐성 문제는 에너지를 저장했다가 써서 쓰는 에너지 저장장치(ESS)로 풀 계획이다. 비용 문제를 무시할 수 없다. 한국 원자력 학회는 5월 '국가 원자력 정책 제안서'를 통해 2050년 태양광 발전의 비중이 전체 전력 생산의 약 50%라고 가정하고 ESS 비용을 계산한 결과를 공개했다. 계산 결과, 태양광 잉여 전력을 ESS로 저장하려면 하루 1160GWh(기가와트시:1GWh는 10

억 Wh) 용량을 확보해야 한다. 1GWh 용량의 ESS를 설치하는 데 비용이 4000억 원일 경우 464조 원이 필요하다는 결론이 나온다.

전기차의 배터리를 ESS로 활용하는 방안도 있다. 핀란드에서는 배터리의 생산부터 재활용까지 전 주기를 아우르는 배터리 가치사슬을 만들기 위한 시도가 정부 주도로 이뤄지고 있다. 전기차의 사용후배터리를 ESS로 재활용하는 것도 그 일환이다. 한편, V2G 기술도 2017년

부터 실증 중이다. 주행하지 않는 전기차를 전력망에 연결해 두고, 재생에너지 생산량이 많을 때는 잉여전력으로 전기차를 충전하고 모자랄 때는 전기차 배터리에 저장된 전기를 끌어쓰는 기술이다. 한국에서는 2022년부터 제주에서 V2G 실증 사업이 진행 중이다. 북유럽의 전력을 모두 따라 할 필요는 없다. 먼저 이뤄진 시도 중 한국의 환경 조건에 적합한 방식을 찾아 도전해 보는 기민함이 필요한 때다. ☎

OUTRO

재 생 에 너 지 막 힘 없 이 흐 린 는

한반도 에너지고속도로

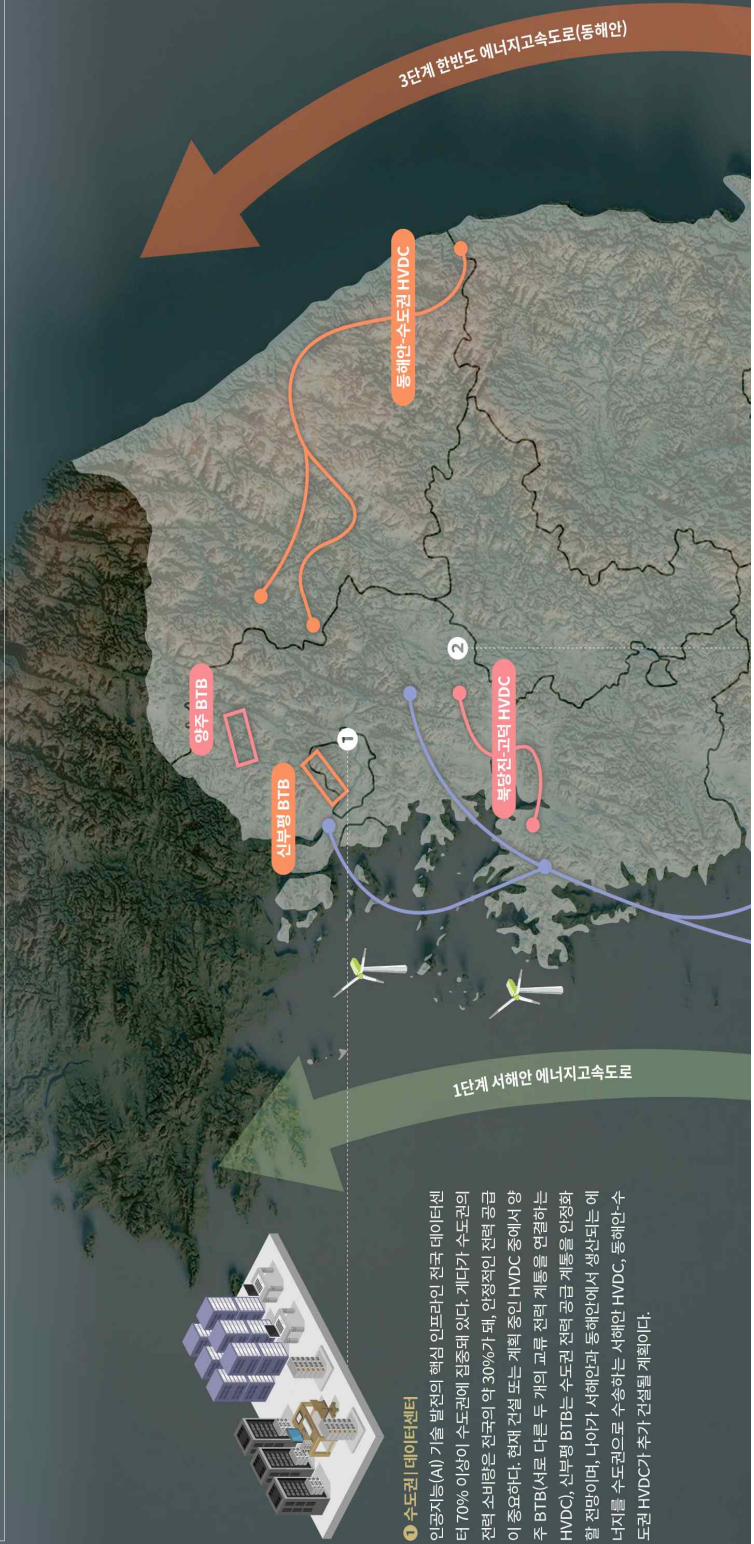
글 김소연 기자 + 인포그래픽 박주현

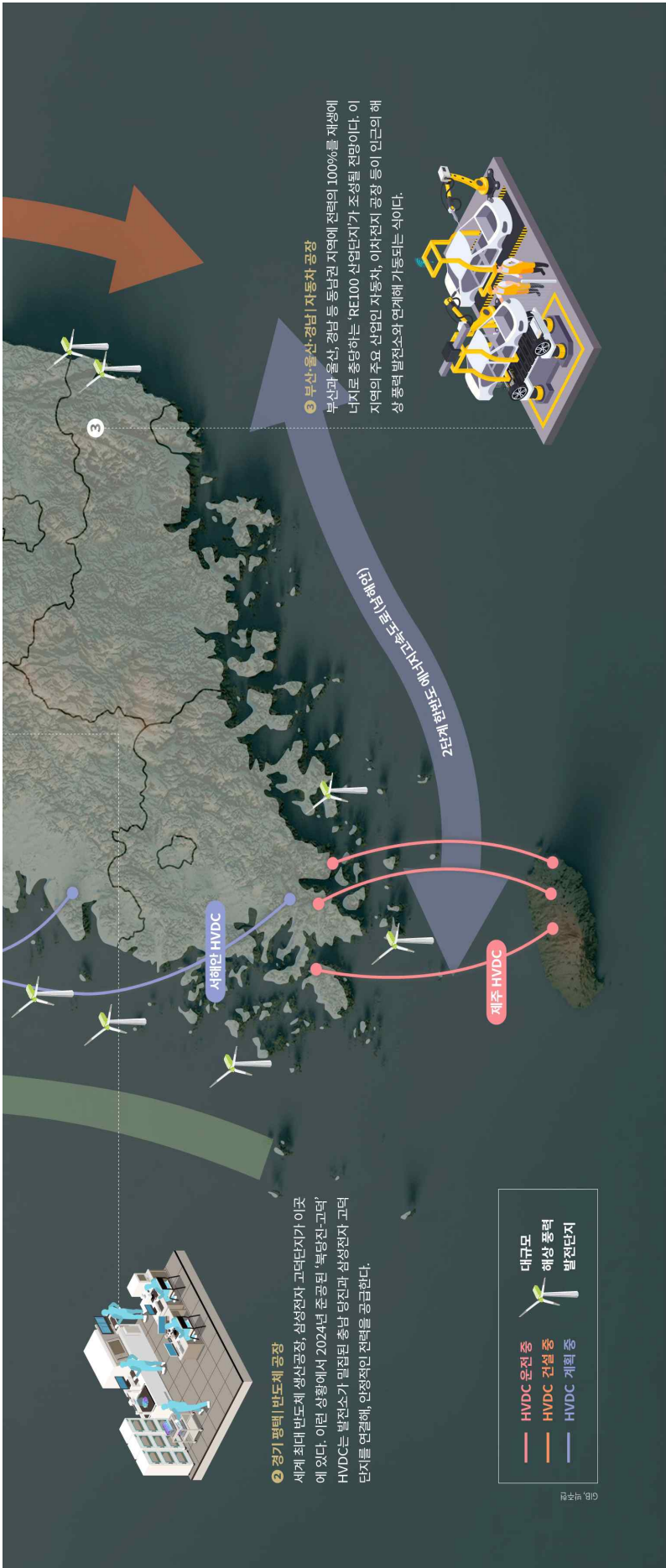
전력 공급망의 핵심은 '흐름'이다. 전력을 생산하는 곳에서 사용하는 곳까지의 흐름이 막히면 이어져야 한다. 날이 유난히 맑아 태양광 발전량이 많더라도, 전력을 받아 쓸 곳이 없다면 무용지물이다. 발전을 중단해야 한다. 반대로, 전력을 받고자 하는 곳이 많을 때 발전량이 부족해 전력이 흐르지 않으면 낭패다. 이재명 대통령의 새 정부가 재생에너지 전환 정책에서 핵심 키워드로 '에너지고속도로'를 거듭 언급하는 이유가 여기에 있다. 한반도 남서부의 재생에너지를 전국 산업지대로 보내는 에너지고속도로의 핵심을 정리했다.

한반도 에너지고속도로 계획

이재명 대통령은 후보 시절부터 "2030년 서해안 에너지고속도로, 2040년 U자형 한반도 에너지고속도로 건설"을 기후위기 대응 핵심 정책으로 내세워 왔다. 각 지역에서 생산되는 재생에너지를 주요 산업단지에 원활하게 전달하겠다는 게 골자다. 특히 현재 건설이 결정된 서해안과 남해안의 대규모 해상 풍력발전 단지를 서해안 에너지고속도로에 연결하면 호남권의 재생에너지를 보다 효율적으로 수송할 수 있다. 전기 에너지를 멀리, 많이 보내는 에너지고속도로의 '정선'으로는 장거리 송전에 유리하고, 송전 손실이 적은 초고압 직류 송전 케이블(HVDC)이 필수라고 거론된다. 한반도 에너지고속도로 계획과 건설 예정인 대규모 해상 풍력 발전 단지의 위치, 그리고 HVDC 설치 현황 등을 한눈에 살펴보자.

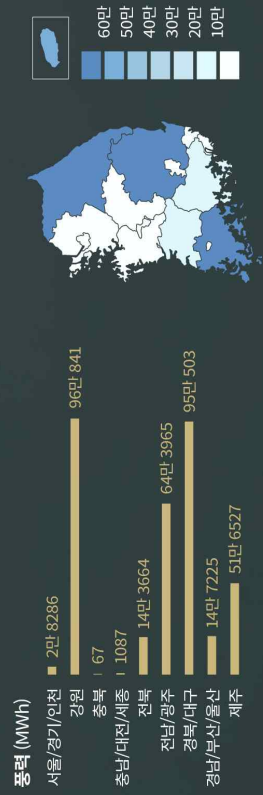
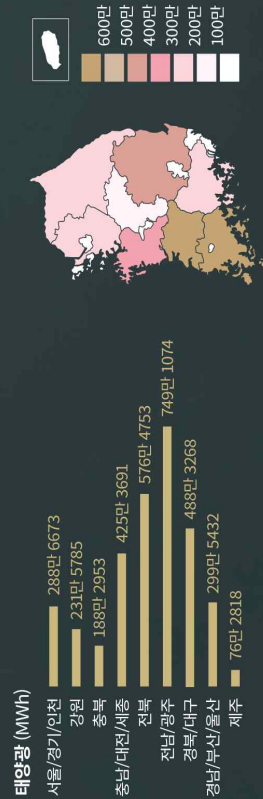
자료: 한국에너지공단





한반도 재생에너지 생산 현황

넓은 평야에서 곡식을 키우던 호남평야는 태양광 발전에도 최적의 장소다. 산에서 강한 바람이 불어오던 태백산맥 인근은 오늘날 풍력 발전의 본산이 됐다. 재생에너지, 어디에서 나는지 알아야 어떻게 연결할지 그림을 그릴 수 있다. 2023년 지역별 태양광, 풍력 에너지 발전량을 그래프와 지도로 나타냈다.



산업재계

볼보 CTO "배터리 재활용 집중... '셀 투 바디'로 중대한 진전"

앤더스 벨 볼보자동차 최고기술책임자(CTO) 인터뷰
볼보, 배터리 '재사용' 아닌 '재활용'에 방점
브랜드의 새 플랫폼 SPA3 기반 신차 'EX60' 내년 출시
배터리팩 없앤 '셀 투 바디' 구조로 전기차 효율 개선

민경빈 기자

2025-06-23 15:35:16



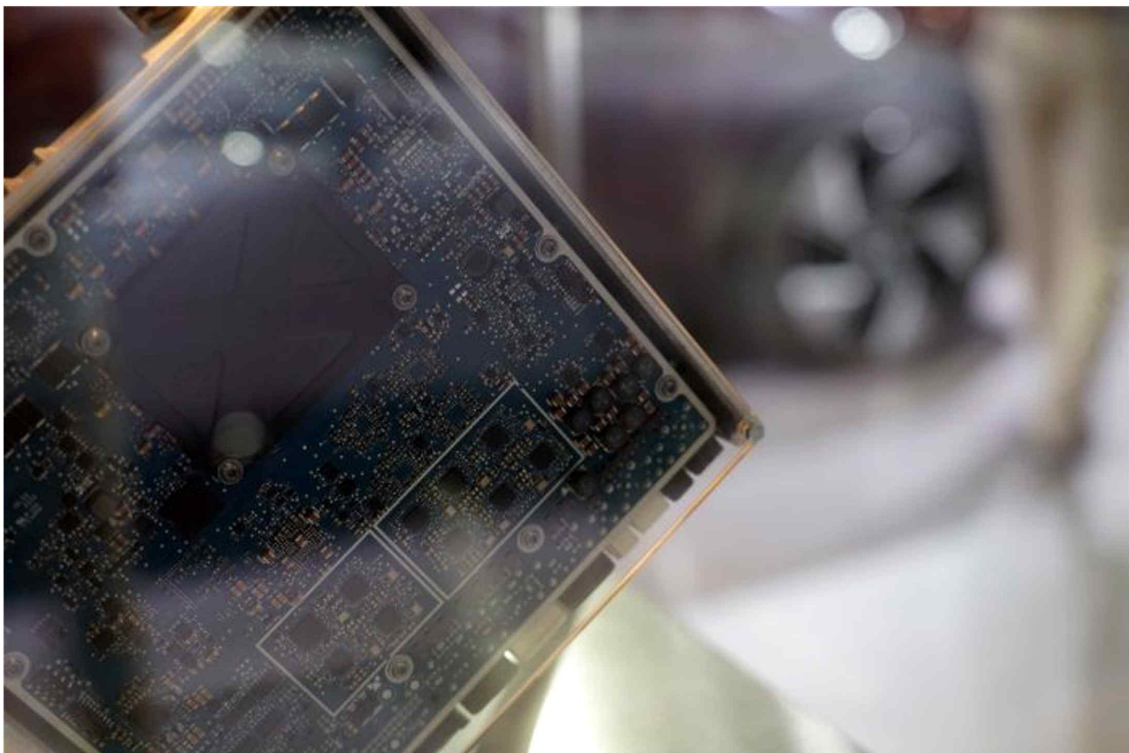
앤더스 벨(Anders Bell) 볼보자동차 최고기술책임자(CTO)가 16일(현지시간) 스웨덴 예테보리에서 열린 EVS38에 참가해 한국 취재진의 질문에 대답하고 있다. /사진=공동취재단

"셀 투 바디(Cell-to-Body) 구조가 순환성 측면에서 새로운 도전 과제를 안기지만, 볼보는 현재 광물과 금속 자원을 완전 회수해 새로운 배터리로 되살리는 데 집중하고 있다."

지난 16일(현지시간) 스웨덴 예테보리에서 한국 취재진과 만난 앤더스 벨 볼보자동차 최고기술 책임자(CTO)는 브랜드의 배터리 전략에 대해 이같이 밝혔다. 그는 "배터리를 재사용하거나 에너지 저장장치(ESS)로 전환하는 방식보다는, 아예 새로운 셀로 재탄생시키는 완전한 순환 구조를 목표로 하고 있다"고 강조했다.

이를 위해 볼보는 배터리를 완전히 분해해 '블랙매스(Black Mass)' 상태로 만든 뒤, 그 안의 금속과 광물을 추출해 새로운 배터리로 다시 제조하는 기술 개발에 투자를 이어간다는 방침이다. 블랙매스는 폐배터리를 파쇄한 뒤 리튬, 니켈 등 유가 금속을 회수하기 위해 추출한 검은색 분말 형태의 중간 원료다.

셀 투 바디 구조는 배터리 셀을 별도의 팩 케이스 없이 차량 프레임에 직접 통합하는 방식이다. 이 방식은 공간 효율이 뛰어나고 차량 경량화가 가능해 주행거리 확보에 유리하지만, 기존 팩 구조보다 배터리 정비가 어려운 단점도 있다.



스웨덴 예테보리에서 열린 세계 최대 전기차 박람회 EVS38 내 볼보자동차 부스 모습/사진=공동취재단

벨 CTO는 셀 투 바디 방식이 처음 적용될 새 플랫폼(Scalable Product Architecture 3, SPA 3)의 에너지 효율성을 강조했다. 그는 "차량의 무게와 구조적 복잡성을 크게 줄일 수 있고, 이는 10년 이상 차량을 운행하는 동안 에너지 소비를 줄이는 데 크게 기여할 것"이라고 설명했다.

동시에 그는 SPA3를 기반으로 개발 중인 신차에 대한 기대감도 드러냈다. 벨 CTO는 "내년 출시되는 EX60은 전용 플랫폼 위에서 개발되고 있으며, 전기차만을 위해 집요하게 설계된 결과물"이라며 "우리는 셀 투 바디라는 중대한 진전(big evolutionary step)을 이뤄낼 것"이라고 강조했다.

이어 벨 CTO는 자동차 산업의 탈탄소 노력이 단순히 배터리에만 국한되지 않는다고 강조했다. 그는 "우리는 모든 자재에 대해 새로운 설계 철학을 적용하고 있다"며 "완벽히 천연에서 추출된 소재만을 전제로 설계하는 시대는 끝났고, 불완전한 소재로도 견고하고 고성능인 설계를 가능하게 만드는 것이 중요하며 그 한계를 재료마다 실험하고 있다"고 말했다.

※본 기사는 한국언론진흥재단 주최 '2025 KPF 디플로마-기후테크 과정'의 지원으로 작성됐습니다.

민경빈 머니투데이방송 MTN 기자

'스웨덴의 테슬라'가 찾은 전기선박의 쓸모 [노르딕 電환기①]

민경빈 기자

2025-07-07 17:55:05



[앵커멘트]

올해는 파리협정에 참여한 국가들이 2035년까지 얼마나 탄소를 감축할 것인지, '국가 온실가스 감축목표(NDC, Nationally Determined Contribution)'를 재설정하는 해입니다.

세계 각국의 탈탄소 의지 확인을 앞두고, 머니투데이방송(MTN)은 기후 선진국 스웨덴, 핀란드의 전기화 과정을 조명하는 기획 '노르딕 電(전)환기'를 준비했습니다.

오늘은 그 첫 순서로 스웨덴에서 시작된 전기 선박을 활용한 수상 대중교통을 소개하는데요.

민경빈 기자가 현장에 다녀왔습니다.

[기사내용]

승객을 태운 배가 바다 위를 날듯이 떠갑니다.

다른 배와 비교하니 해안 침식을 일으키는 물결도 보이지 않습니다.

선박 하부에 달린 날개가 물을 밀어내면서 배를 띄워 이동하는, 수중익 기술 덕분입니다.

[악셀 브랑겐펠트 / 전기선박 제조사 관계자 : "(선박은) 앞으로 나아갈 때만이 아니라 물살을 가를 때 많은 에너지를 소모합니다. 수중익선은 배를 들어올려 전통 선박보다 에너지 효율적입니다."]

이렇게 확보한 에너지 효율은 100% 전기화를 가능하게 합니다.

378kWh(킬로와트시)의 배터리가 탑재된 이 전기 선박은 시속 46km의 속도로, 1회 충전시 74km를 갈 수 있습니다.

제가 타고 온 이 선박을 충전하기 위해선 별도의 기술도 필요하지 않습니다.

기존의 전기차 충전기를 활용하면 45분 만에 배터리를 80%까지 충전할 수 있습니다.

별도의 접안 장치도 필요하지 않아 활용성도 뛰어납니다.

스웨덴은 이미 지난해 이 선박을 활용한 수상 대중교통의 운영을 시작했습니다.

이 전기 선박 업체는 한강에 배를 띄우는 계획도 구상중입니다.

[브리짓 융커 / 전기선박 제조사 관계자 : "(여의도에서 잠실까지) 경로는 약 14km이고, 육로로

이동하면 1시간 이상 소요되지만 (전기 선박으로는) 18분이 걸립니다. 전체 비용은 약 8000원 이고, 승객당 비용은 231원 수준입니다."]

운송 분야 탄소감축을 위해 필수적인 대중교통의 전기화.

스웨덴은 물 위에서 해법을 찾고 있습니다.

민경빈 머니투데이방송 MTN 기자

※이 기사는 한국언론진흥재단의 2025년 KPF 디플로마 기후테크(전기화) 프로그램 지원을 받아 작성됐습니다.

볼보가 만드는 저탄소 고속도로[노르딕 電(전)환기②]

민경빈 기자

2025-07-08 17:52:45



[앵커멘트]

머니투데이방송(MTN)이 준비한 기후 선진국 스웨덴과 핀란드의 전기화 과정을 조명하는 기획 '노르딕 電(전)환기'.

오늘은 그 두 번째 순서로 전기 상용차 보급부터, 배터리 재활용 준비까지.

스웨덴 대표 자동차 브랜드의 전동화 노력을 소개합니다.

민경빈 기자가 현장에 다녀왔습니다.

[기사내용]

거대한 몸집의 트럭들이 나란히 서있습니다.

수십톤의 짐을 싣거나, 끌고, 드는 이 자동차들 모두 전기로만 움직입니다.

스웨덴에서도 상용차는 탄소중립의 걸림돌입니다.

운송 분야의 탄소배출 중 약 90%가 도로운송에서 나오고, 이 중 상용차가 차지하는 비중은 30%에 달합니다.

예테보리에 거점을 둔 이 브랜드가 전기 상용차 제품 구성에 속도를 높인 이유입니다.

볼보는 이런 다양한 전기 상용차 보급을 확대하기 위해, 단순히 판매가 아니라 사용할 때마다 비용을 지불하는 서비스도 함께 준비 중입니다.

[니콜라스 발베르그 / 볼보 판매사업 개발자 : "실제로 우리가 하는 일은 장비를 볼보의 장부에 계속 보유하는 것입니다. 즉, 고객 입장에서는 장비 구매가 자본적 지출(capex)이 아니라 운영 비용(opex)이 되는 구조로 바뀌는 겁니다."]

전기차 보급이 더 빠르게 진행 중인 승용 부문에서는 전동화 다음 단계를 구상 중입니다.

단순히 더 오래 가는 전기차를 만드는 걸 넘어, 배터리 재활용을 통해 완전한 탈탄소 순환구조를 구축한다는 계획입니다.

[앤더스 벨 / 볼보자동차 CTO : "저희는 현재 광물 및 금속 자원을 완전 회수해 새로운 배터리로 되살리는 방향에 집중하고 있습니다. 저장장치 등으로 재사용하는 방식보다는 아예 새로운 셀로 재탄생시키는 완전한 순환 구조를 목표로 하고 있습니다. 이와 관련된 기술 개발은 지금도 파트너들과 함께 적극적으로 진행 중입니다."]

글로벌 브랜드의 전기화가 탄소 없는 도로 만들기를 가속하고 있습니다.

민경빈 머니투데이방송 MTN 기자

※이 기사는 한국언론진흥재단의 2025년 KPF 디플로마 기후테크(전기화) 프로그램 지원을 받아 작성되었습니다.

현대모비스가 스웨덴 연구기관을 찾은 이유[노르딕 電(전)환기③]

민경빈 기자

2025-07-09 17:44:07



[앵커멘트]

머니투데이방송(MTN)이 준비한 기후 선진국 스웨덴과 핀란드의 전기화 과정을 조명하는 기획 '노르딕 電(전)환기'.

오늘은 그 세 번째 순서로 전기화 핵심부품인 전력반도체 개발을 위한 한국 제조업체와 스웨덴 국립 연구기관과의 협력 사례를 소개합니다.

민경빈 기자입니다.

[기사내용]

각종 첨단 장비와 늘어선 클린룸.

스웨덴이 34개 독립 연구소를 통합해 만든 국립 연구기관 라이즈(RISE)입니다.

현대모비스는 지난해 2명의 직원을 이곳에 직접 파견했습니다.

전동화의 핵심 부품인 전력반도체 연구를 위해섭니다.

[비욘 사멜 / RISE 부사장 : "현대모비스는 전기화와 관련된 도전 과제를 갖고 있었고, 일종의 설계를 가지고 와서 협력을 논의했습니다. 그들의 입장에서 이 설계가 제품이나 시제품, 계측 결과로 이어질 수 있다는 걸 보여주는 게 매우 중요했습니다."]

전력 반도체는 전력을 변환하거나, 회전력을 제어하는 등 전기차의 효율과 안정성을 좌우하는 핵심 부품입니다.

현재 국내 자동차 제조사는 이 전력반도체의 대부분을 독일 회사에서 수입합니다.

전기화 흐름에서 국산화 시도가 이어지지만, 국내 시설과 인력에는 한계가 여전합니다.

스웨덴의 연구기관은 한국 기업의 부족한 부분을 보완할 수 있다고 강조합니다.

[비욘 사멜 / RISE 부사장 : "우리는 소위 '오픈 이노베이션'이라 불리는 방식으로 학계와 협업합니다. 예를 들어, 이곳 특성화 실험실을 보셨을 텐데요. 저희는 외부 손님들을 이 공간에 초대해 함께 작업하며 자연스럽게 논의하고, 아이디어를 만듭니다."]

실제로 현대모비스는 라이즈(RISE)의 클린룸 하나를 직접 빌려 연구를 이어가는 방안까지 고려한 것으로 알려졌습니다.

파격적인 통합으로 유럽 내 주요 연구기관을 구축한 스웨덴이 우리 글로벌 제조업체의 유력 파트너로 부상하고 있습니다.

※ 이 기사는 한국언론진흥재단의 2025년 KPF 디플로마 기후테크(전기화) 프로그램 지원을 받아 작성됐습니다.

민경빈 머니투데이방송 MTN 기자

'핀란드 한전' 핀그리드 "재생에너지, 시장에 맡겨라"[노르딕 電(전)환기④]

민경빈 기자

2025-07-11 17:44:21



[앵커멘트]

머니투데이방송(MTN)이 준비한 기후 선진국 핀란드와 스웨덴의 전기화 과정을 조명하는 기획 '노르딕 電(전)환기'.

오늘은 그 네 번째 순서로 빠르게 재생에너지 전환을 이루고 있는 핀란드가 어떻게 전력망 안정성을 확보했는지 소개합니다. 민경빈 기자입니다.

[기사내용]

핀란드의 수도 헬싱키.

도심 한가운데 굴뚝이 우뚝 솟아있습니다.

올해 4월 1일부로 가동을 멈춘 핀란드의 마지막 화력발전소입니다.

116년 만에 화력 발전을 완전히 중단할 수 있었던 배경은 뭘까요.

핀란드는 높은 재생에너지 비중에도 99%가 넘는 전력 계통의 안정성을 강조합니다.//

이 나라는 지난해 전체 전력의 95%를 무탄소 전원에서 공급했고, 재생에너지 비중은 56%에 달합니다.

국영 송전 사업자인 핀그리드는 재생에너지 전환은 자유로운 전력 시장이 있어 가능하다고 설명합니다.

[아니카 아티아이넨 / 핀그리드 디자인 전략책임자 : "저희는 시장이 스스로 균형을 맞추는 데 아주 훌륭한 도구라고 생각합니다. 하루 전에 이미 다음 날 운영이 어떻게 될지에 대한 높은 가시성을 확보하고 있죠. 물론, 실제 전력 인도 시점에 예상치 못한 변화가 있을 수는 있습니다. 그런 경우에는 '예비시장'을 통해 균형을 맞춥니다."]

출력제어와 같이 인위적으로 재생에너지 발전량을 조절하기보다 시장가격에 맡기자는 겁니다.

실제로 핀란드에선 지난해 전기가격이 0원 이하로 떨어지는 '마이너스 전기요금'이 약 740시간 발생했습니다.

주변국과의 전력망 연계도 재생에너지의 간헐성을 보완합니다.

[아니카 아티아이넨 / 핀그리드 디자인 전략책임자 : "저희는 주변국과의 전력망 연계가 정말 중요하다고 확신합니다. 핀란드의 경우 스웨덴뿐만 아니라 에스토니아, 노르웨이와도 여러 개의

연계망을 보유하고 있습니다.”]

결국 재생에너지 도입의 핵심은 간헐성을 얼마큼 해소할 수 있느냐에 달렸습니다.

주변국과의 연계에 한계가 있는 한국도 탄력적인 전력시장 도입이 해법이 될 수 있습니다.

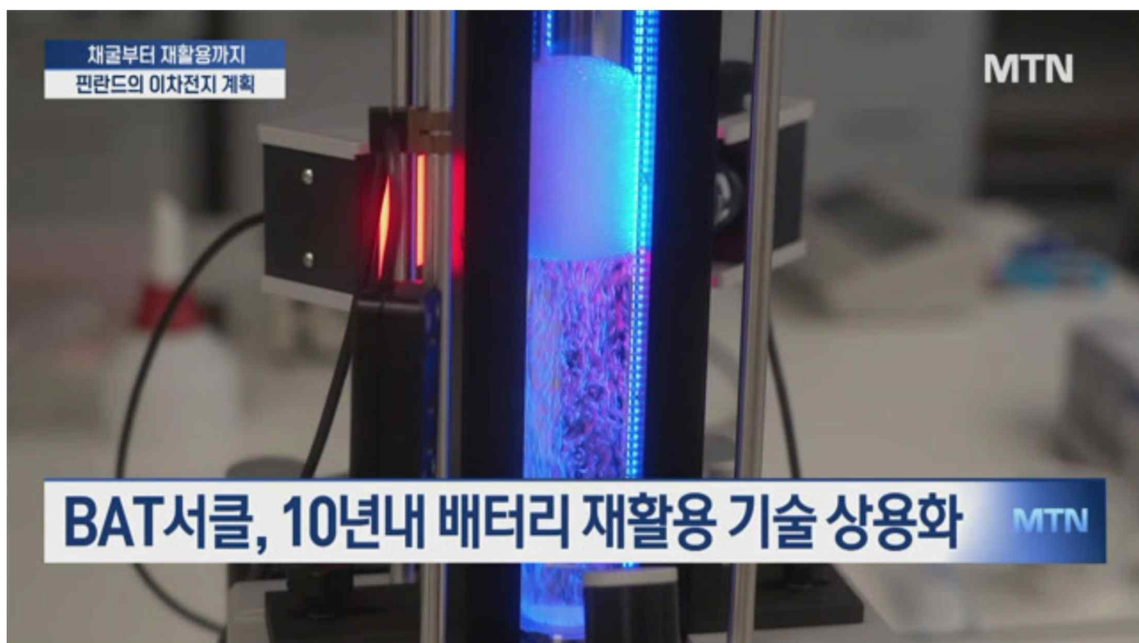
※ 이 기사는 한국언론진흥재단의 2025년 KPF 디플로마 기후테크(전기화) 프로그램 지원을 받아 작성됐습니다.

민경빈 머니투데이방송 MTN 기자

韓 이차전지 파트너 되겠다는 핀란드 [노르딕 電(전)환기⑤]

민경빈 기자

2025-07-15 17:51:51



[앵커멘트]

머니투데이방송(MTN)이 준비한 기후 선진국 핀란드와 스웨덴의 전기화 과정을 조명하는 기획 '노르딕 電(전)환기'.

오늘은 그 마지막 순서로 핵심광물 채굴부터 배터리 재활용까지, 완전한 이차전지 공급망 구축을 향한 핀란드의 계획을 소개합니다.

민경빈 기자입니다.

[기사내용]

검정색 물질에 공기를 주입하자 거품이 일어납니다.

이 거품은 배터리를 파쇄한 뒤 남은 물질인 블랙매스에서 이차전지 소재를 추출하는 중간물질이 됩니다.

또 다른 실험실에선 화학물질을 활용해 핵심광물을 침출하는 실험이 한창입니다.

이차전지 분야의 대표적인 산학연 컨소시엄 BAT서클은 앞으로 10년 이내에 이런 기술들을 상용화 한다는 목표입니다.

[로드리고 세르나 게레로 / 알토대학교 부교수 : "BAT서클의 주요 목적은 배터리 생산을 위한 천연자원과 원자재를 보다 효율적으로 활용할 수 있는 방법을 찾는 겁니다. 이건 매우 중요한 주제입니다. 배터리가 친환경 전환의 핵심적 역할을 하기 때문입니다."]

핀란드가 배터리 재활용 연구에 집중하는 건 국가 차원의 이차전지 공급망 완성을 위해섭니다.

핀란드는 유럽에서 유일하게 배터리 핵심광물인 리튬과 코발트, 니켈이 모두 매장된 국가입니다.

채굴부터 재활용까지 유럽 역내에서 완성할 수 있는 가능성이 있는 겁니다.

실제로 핀란드는 원재료와 ESG 부문에서 경쟁력을 인정받아, 리튬이온 배터리 공급망 순위에서 한국과 같은 5위를 기록하기도 했습니다.

[유카 살멜라 / 핀란드 광물 그룹 매니저 : "우리는 핵심광물을 보유하고 있고, 유능한 인재를 갖추고 있으며, 우수한 ESG 기준을 가지고 있습니다. 또 유럽 내에서 가장 낮은 수준의 전기요금도 보유하고 있습니다. 이 모든 요소를 결합하면 유럽 내에서 충분한 경쟁력이 있습니다."]

EU가 검증 가능한 배터리 생태계를 구축하기 위해 노력하면서, 핀란드가 글로벌 배터리 기업들의 새 파트너가 될 가능성을 키우고 있습니다.

민경빈 머니투데이방송 MTN 기자

※ 이 기사는 한국언론진흥재단의 2025년 KPF 디플로마 기후테크(전기화) 프로그램 지원을 받아 작성되었습니다.

에너지경제신문 이원희 기자



2025년 6월 26일 목요일 6

ENERGY INDEX (24일)	
원유(달러/배럴)	
브렌트	-4.34 67.14
두바이	-7.31 66.45
광물	
금(달러/온스)	-44.81 3323.67
은(달러/온스)	-0.46 36.07
동(달러/파운드)	+2.20 492.45
납(달러/톤)	+16.13 1994.87
아연(달러/톤)	-3.42 2661.33
상장선물 거래량: 02-3077-3699	

롯데SK에너지, 20MW 규모
울산 수소연료전지 본격 가동

롯데SK에너지는 설비 용량 20MW(메가와트) 규모의 수소연료전지발전소 '울산하이드로젠파워2호'의 상업 운전 본격 개시했다고 25일 밝혔다.

롯데케미칼 울산공공 내에 위치한 울산하이드로젠파워2호는 일반소발전 입찰시장이 처음 도입된 2023년 상반기에 사업자로 최종 선정됐다. 지난해 3월 착공하고 같은 해 5월 약 772억원 규모의 프로젝트 파이낸싱(PF)을 체결, 시운전을 거쳐 본격적인 상업 가동에 돌입했다.

울산하이드로젠파워 2호는 SK기사의 자회사와 롯데 케미칼이 합작투자해 부생수소를 안정적으로 공급받으며 상업용 전기를 일괄부터 연간 160GWh(기가와트시)의 전기를 20년 동안 생산할 계획이다.

160GWh는 4인 가구 기준 약 4만세대가 1년간 사용할 수 있는 규모로, 특히 대규모 전력 수요처가 밀집한 울산에 안정적으로 친환경 전기를 공급할 수 있는 것으로 기대된다.

윤병호 기자 chyb@sekn.kr

가스안전공, 참전유공자 가정
친환경보일러 무상 교체 진행

한국가스안전공사(사장 박경국)는 한국전쟁 75주년 및 호국보훈의 달을 맞아 국내 보일러 제조기업인 ㈜경동나비엔과 대성실업에 가스보일러를 무상 교체해 줄 것을 약속했다.

보일러 제조사인 경동나비엔과 대성실업에서는 가스보일러를 무상 교체해 줄 것을 약속했다. 한국전쟁 75주년 및 호국보훈의 달을 맞아 국내 보일러 제조기업인 ㈜경동나비엔과 대성실업에 가스보일러를 무상 교체해 줄 것을 약속했다.

박경국 사장은 "호국보훈의 달을 맞아 가스안전공과 함께 국가를 위해 헌신한 분들에게 감사의 마음을 전하고, 안전하고 친환경 보일러를 무상 교체해 줄 것을 약속했다."

윤병호 기자

전력시장에 절대적 신뢰... "가격이 모든 걸 결정"

탄소중립 선도국 가다 핀란드 ① 전력시장

핀란드는 2035년까지 국가 탄소중립 달성을 목표로 삼아 전 세계에서 탄소중립에 가장 앞서 있는 나라다. 우리나라보다 15년이나 빠른다. 핀란드는 풍부한 물과 산림을 바탕으로 원자력과 풍력을 더해 일찍이 전력 분야에서서는 거의 탄소중립을 달성했다. 전력시장은 재생에너지 못을 중심으로 실시간 수요와 공급에 따라 가격이 결정되는 구조를 갖췄다. 전력시장에서는 정치적인 개입을 허용하지 않는다. 핀란드는 이제 탄소중립의 난공불락으로 여겨지는 산업, 수송, 열 분야에서 탄소중립 달성을 위해 도전 중이다. 핀란드가 인구 550여만명의 작은 나라로 탄소중립을 평탄하게 추진하고 있다고 생각하면 오산이다. 핀란드 산업 주축이었던 노키아가 휘청이면서 핀란드 경제가 흔들렸다. 작은 내수 규모는 국내 산업을 육성하는 데 큰 도움을 주지 못했다. 경제도 쟁가야 하는데 안보도 위태롭다. 러시아 우크라이나 전쟁으로 러시아와 연결된 전력망이 끊겨 에너지 안보는 위기를 맞았다. 핀란드는 스웨덴과 그리드(전력망)가 연결돼 있지만, 핀란드 전문가들은 핀란드 전력망을 섬에 가깝다고 표현한다. 에너지 안보가 언제든 취약한 구조라는 의미다. 글로벌 경쟁에서 살아남기 위해 지속 가능한 기술을 끊임없이 개발하고, 수출 동력으로 삼기 위해 고군분투하는 핀란드의 모습은 우리와 크게 다르지 않다. 에너지경제신문은 탄소중립에 앞서 가고 있는 스웨덴과 핀란드의 정책 추진 과정과 고민을 살펴보고, 우리나라의 탄소중립 달성의 해법을 찾고자 '탄소중립 선도국 가다' 기획 기사를 연재한다. [편집자주]

〈글 쓰는 순서〉
① 전력시장
② 산업
③ 수송-배터리
④ 열에너지

"북유럽 전력시장에서 생산과 소비는 시장 속 가격이 모든 것을 결정한다. 바람이 너무 많이 불어 풍력 발전량이 많을 때 마이너스 전력이 발생할 수 있다. 전기를 생산하는 방식도 가능하다. 전기소비자들은 전기가 저렴할 때 전기차를 충전하고 값싸지만 오히려 전기가 있는 전기를 판매하는 'V2G' 기술을 이용할 수도 있다. 그는 수요와 공급에 따라 돌아가는 시장 구조를 생각해, 전력시장에 재생에너지를 포함할 수 있고 결과적으로 국민에게 혜택을 돌아간다고 강조했다. 핀란드에 따르면 핀란드 전력소비의 95%는 친환경에너지에서 나온다. 핀란드는 지난해 총 80테라와트시(TWh)의 전력을 소비했다. 이중 원전(39.1%), 풍력(25.0%), 수력(17.8%), 바이오에너지(11.8%), 태양광(1.4%), 화력 등 기타(4.9%)가 차지한다. 현재 우리나라 제2호에서 마이너스 가격이 발생하는 전력시장은 시범 운영 중이다. 전력당국은 해당 전력시장을 유지까지 확대할 계획이다. 현재 한국의 전력도매시장은 전력거래소 통제하에 연료비가 들지 않는 재생에너지 전력을 보조금 구매해주고 시작한다. 여기에 연료비가 가장 높은 석탄발전, 석탄발전, 액화천연가스(LNG) 발전은 순서대로 구매해주는 식이다. 현재 전력도매가격은 연료비가 가장



핀란드 도시 바사에 위치한 핵발전소 시설

사진: 이원희 기자

원전 39%, 풍력 25%, 수력 18% 등 '친환경 전력'이 95% 풍력발전량 많으면 멈추지 않고 가격 낮춰 수요 증가 유도 화석연료에 높은 탄소세 부과해 스스로 도태되도록 설계 '에너지 수도' 바사, 에너지기업 180개 입주해 신기술 개발



바사 에너지기업 연합회 회장인 마리아나 핀란드 에너지 기업 연합회 회장인 마리아나

장 비싼 발전설비가 전력을 판매할 가격으로 결정된다. 수요와 공급에 따라 가격이 결정되는 완전한 시장 시스템은 아닌 것이다. 한국의 전력당국은 재생에너지 전력 가격이 안정적인 시장을 만들기 위해 원전 및 석탄발전 전력을 판매가격을 조정하는 정산조정제수 등을 활용에 시장에 개입한다. 재생에너지 전력이 넘치면 재생에너지 발전시설을 중단시키는 가동중단(출력제한) 조치도 시행한다. 핀란드의 사례로 봤을 때 지금처럼 한국의 전력시장 전력시장으로는 재생에너지를 확대하기가 어렵지 않을 것으로 분석된다.

핀란드는 외부 전력망 연결을 스웨덴에 대부분 의존한다. 현재 두 개의 송전망이 스웨덴과 연결돼 있다. '오로라 라인'이라는 스웨덴과 연결되는 추가 송전망이 2038년에 완공될 예정이다. 아이아이엔 전력책임자는 "핀란드 에너지 시스템으로 보면 현재 가깝다"며 "러시아와 연결이 끊겼고 바다에 둘러싸여 있으며 육지는 스웨덴과도 거의 연결돼 있다"고 설명했다.

바사 스웨덴이 같은 유럽연합(EU) 소속인 우방국이지만, 항상 최악의 시나리오를 가정하는 송전망 운영자단체에서 에너지 안보를 걱정하는 모습은 볼 수 있었다. 같은 EU 국가라도 전력망을 공유하는 과정에서 각 국가별 이해관계에 따라

라 갈등이 발생할 수 있어서다. 실제로 덴마크가 스웨덴이 전기를 지나치게 많이 떠넘긴다는 이유 등으로 EU에 제소하는 일이 있었다. 이 영향으로 스웨덴은 지난 2011년 하나로 운영하던 전력입찰구역을 내 컷으로 나눠놨다.

핀란드는 친환경에너지 관련 사업 확대를 에너지 안보를 강화하기 위한 수단으로 보고 있다.

비즈니스핀란드는 따르면 앞으로 5년 동안 총 367기와의(GW) 규모의 배터리에너지저장장치(ESS)를 구축할 계획이다. 수소경제를 실현해 총 51개, 11GW 규모의 수소프로젝트를 준비 중이다.

핀란드 헬싱키에서 북서쪽으로 약 400km 떨어진 도시인 바사를 핀란드인들은 스웨덴의 '에너지 수도' 부른다. 바사에서 친환경 에너지를 이용한 사업 모델이 활발하게 개발되는 중이다.

바사는 인구 7만여명의 작은 도시이지만 바사에 위치한 에너지 클러스터에는 180개 이상의 에너지 기업들이 입주해 있다. 클러스터에는 1만3000명의 직원들이 근무한다. 핀란드 에너지 생산량의 80%가 바사에서 수송되며, 사업 총 매출은 연간 60억여원을 자랑한다.

특히 바사에서는 300메가와트(MW) 규모의 열에너지 생산 시설이 있는데 전기기업이 마이너스급 배 전기를 일러로 열을 만들어 바사 지역에 열을 공급하는 일만 한다. 바사 지역 관계자는 일 년에 한 달은 해당 전기기업이 바사 지역의 난방을 책임진다면 유럽에서도 이같은 전기보급 사용은 특별한 에너지 소비 방식이라고 설명했다.

이원희 기자 wonhee544@sekn.kr

한국전력산업개발 본 기사는 한국전력산업개발의 2025년 KPF 디플로마 기사호(전기) 부문에 선정되어 500만원의 지원을 받았습니다.

연료비 폭등 시대... 값싸고 예측 가능한 원전의 경제성

에너지에 필요한 원전 ②

중동 지정화 리스크와 유가 급등 가능성에 재부상한 가운데, 원자력발전의 '경제성'이 다시 조명을 받고 있다. 한국전력 에너지 대부분을 수입에 의존하고, 연료비가 전력 생산 비용에 직접 반영되는 구조에서는 '예측 가능한' 원전을 전원의 중요성이 더욱 커질 수밖에 없다. 그 중심에 있는 것이 바로 원전이다. 연료비 비중이 낮고, 장기계약 등을 통해 가격 예측이 가능하며, 수입선 다변화도 상대적으로 용이한 원전은 국제적으로

LNG 가격이 급등했던 2022년, 한국전력의 연료비는 전년 대비 2배 이상 상승하며 한 해 30조원 넘는 사상 최대 적자를 기록했다. 반면, 같은 해 원전 단가는 거의 변동이 없었다.

현재 한국의 전력도매가격(SMP)은 LNG 단가를 반영한 가격 구조에 연동돼 있다. LNG 가격이 오르면 SMP가 상승하고, 이는 원전이 발전사에 전력을 더 비싸게 사오는 구조로 이어진다.

최근 4년간의 전력도매가격(SMP) 변동은 사실상 LNG 발전단가의 흐름을 따라간다는 분석이 뒷받침됐다. 반면, 원자력 발전단가는 연평균 50원대 초중반에서 안정적으로 유지되고 있어, 국내

전력체계 내에서 '경제적 완충 역할'을 수행하고 있음이 확인된다.

2022년 러시아-우크라이나 전쟁과 LNG 수입 불안으로 LNG 발전단가는 200원/kWh까지 폭등, SMP도 196.04원으로 함께 치솟았다. 이로 인해 한국전력은 사상 최대 적자를 기록했고, 소비자 전기요금도 1년 만에 급등하는 등 에너지 가격 리스크가 경제 전반에 파급됐다.

문제는 이 부담이 요금으로 전가되지 않을 경우 한전 재무구조도 무너질 것이라는 우려가 제기되고 있다. 한전 재무구조 개선, 소비자 부담 완화에도 모두 긍정적인 영향을 미친다.

한전은 이 부담이 요금으로 전가되지 않을 경우 한전 재무구조도 무너질 것이라는 우려가 제기되고 있다. 한전 재무구조 개선, 소비자 부담 완화에도 모두 긍정적인 영향을 미친다.

50원 초반대를 유지했다. 이는 연료비 비중이 작고 가격 변동성이 낮은 원자력의 구조적 장점 때문이다. 원전은 연료비가 고가였어도 SMP와 무관하게 단가가 안정적이다. 이에 따라 전기요금 안정성과 한전 재무구조 개선, 소비자 부담 완화에 모두 긍정적인 영향을 미친다.

한전은 이 부담이 요금으로 전가되지 않을 경우 한전 재무구조도 무너질 것이라는 우려가 제기되고 있다. 한전 재무구조 개선, 소비자 부담 완화에도 모두 긍정적인 영향을 미친다.

한전은 이 부담이 요금으로 전가되지 않을 경우 한전 재무구조도 무너질 것이라는 우려가 제기되고 있다. 한전 재무구조 개선, 소비자 부담 완화에도 모두 긍정적인 영향을 미친다.

ENERGY INDEX (26일)	
원유(달러/배럴)	
브렌트	+0.06 67.73
두바이	+0.47 65.15
광물	
금(달러/온스)	-4.41 3327.92
은(달러/온스)	+0.62 36.92
동(달러/온스)	+14.50 512.05
납(달러/온스)	+6.47 2017.10
아연(달러/온스)	+78.61 2765.72
상장지수(코스피) 02-3707-3939	

“에너지 혁신 탄소중립 실현”
금한승 환경부 차관 취임식

금한승 국립환경과학원장(사진)이 환경부 차관으로 취임했다. 금 차관은 29일 취임사를 통해 “이재명 정부의 첫 환경부 차관으로서 정부 국정철학을 반영한 환경정책의 기틀을 잡아야 한다”는 중책을 약속한 책임감을 다 킁”며 “기후위기는 이미 일상화돼 국민 안전을 위협하고 있다. 탄소국경조정제도, 기후공공서비스, 탄소중립을 기치로 변화하는 글로벌 경제질서는 우리나라 기업에 새로운 도전을”이라고 밝혔다.

그는 흡수 및 기후 재난 대응에 최선을 다하겠다고 알리며 시장을 통한 탄소중립을 실현하겠다고 밝혔다. 탄소배출권 시장을 활성화해서 탄소기업을 통해 기업들의 탄소중립을 유도하는 정책을 펼칠 것이라고 보인다. 금 차관은 “시장 메커니즘, 에너지 혁신에 기반해 탄소중립을 실현하겠다”며 “기후위기 시대, 지속가능한 경제발전은 위해서는 탄소중립과 산업경쟁력이 수반돼야만 바뀌어질 때까지 노력하겠다”고 강조했다.

이원희 기자 wonhee454@ekn.kr

GS파워 ‘열요금 워크숍’ 개최 지역난방 요금제에 이해 높여

GS파워(사장 유재현)는 지난 24일 안양, 26일 부천에서 각각 워크숍을 열고 총 200여명의 열요금 실무자들과 함께 지역난방 요금제에 대한 이해를 높이고 현장 중심의 실무 역량을 강화하는 교육을 진행했다고 밝혔다. 이번 교육은 지역난방 열요금 체계의 이해, 단위 열량 생산 시 실무자의 대응, 아파트 관리현장의 열요금 부과 사례 등으로 구성됐다. 특히 현직 관리사무소 담당자가 강사로 참여해 실무자의 눈높이에 맞춘 설명과 사례 중심의 큰 공감을 얻었다. 행사 중간에는 참석자 간 자유로운 교류 시간과 이벤트도 함께 마련돼, 단지 실무 경험론을 공유하는 뜻깊은 기회도 제공됐다.

이번 워크숍에 참가한 한 실무자는 “그동안 어렵게만 느껴졌던 열요금 체계를 구체적으로 이해할 수 있었고, ‘현장의 목소리’를 전신으로 들으려는 GS파워의 노력이 느껴졌다”고 말했다. 윤병호 기자

무탄소 전력 99%...송전제약 문제는 한국과 동병상련

탄소중립 선도국 가다 스웨덴 ① 전력시장

스웨덴은 2045년까지 국가 탄소중립 달성을 목표로 삼았다. 이웃 나라 핀란드보다는 10년 느리지만 우리나라보다는 5년 빠르다. 스웨덴에는 수력과 풍력발전 등 재생에너지 자원이 풍부하다. 여기에 원자력 발전을 더해 전력 분야에서는 거의 탄소중립을 달성했다. 유럽연합(EU)과 전력망을 공유하며 전력수요와 공급에 따라 가격이 결정되는 전력시장 구조를 갖췄다. 생산한 전력의 약 20%는 수출해 유럽 최대 전력 수출국이라 자부한다. 스웨덴은 인구 1050만여명의 작은 나라다. 그럼에도 유럽 주요 국가들과 경쟁할 수 있게 국가 총 역량을 결집하고 있다. 스웨덴은 주요 연구기관을 통합해 국정연구기관인 ‘RISE’를 만들어 유럽 최대의 연구기관 중 하나로 키웠다. RISE는 탄소중립 관련 기술을 개발하며 스웨덴 기업에 기술을 전수하고 있다. 스웨덴의 하타레에지는 우리 나라에서 제주도와 육지를 연결하는 초고압직류송전(HVDC)을 설치공급 및 시공했다. 불모는 대형화물차와 중장비의 전기화, 간헐하는 전기보트 보급을, 예테라 항만장은 친환경 선박 확대를 유도하며 수송분야 탄소중립 달성을 위해 노력 중이다. 글로벌 경쟁에서 살아남기 위해 지속 가능한 기술을 끊임없이 개발하고, 수출 동력으로 삼기 위해 고군분투하는 스웨덴인의 삶은 우리와 크게 다르지 않았다. 에너지경제신문은 탄소중립에 앞서 가고 있는 스웨덴과 핀란드와 정책 추진 과정과 고민을 살펴보고, 우리나라의 탄소중립 달성의 해법을 찾고자 ‘탄소중립 선도국 가다’ 기획 기사를 연재한다. [편집자주]



스웨덴 바이오에너지 발전설비의 모습. 사진=이원희 기자

〈글 쓰는 순서〉 ① 전력시장 ② 산업 ③ 수소·배터리 ④ 친환경 선박

“스웨덴에서는 송전제약에 맞춰 전력입찰가격을 네 곳으로 나눴습니다. 송전망을 구축하는 데 시간이 오래 걸리고, 송전비용은 여전히 비싸 해결해야 할 과제입니다.” 안나안데르손 스웨덴에너지전력시장 분석가는 지난 13일 스웨덴의 전력시장 구조와 주요 과제에 대해 이같이 밝혔다. 그는 스웨덴은 수요와 공급에 따라 가격이 변동하는 시장을 유지하고 있으면서도 하나의 시장을 이루지는 못하고 있다고 설명했다. 북쪽 지역의 전력가격이 낮고 도시 시스템을 설계해 데이터센터 등 전력 다소비 시설이 북쪽으로 몰려갈 수 있도록 유도하는 게 전력입찰가격을 나눈 취지다. 스웨덴은 지난 2023년 기준 총 163 테라와트시(TWh)의 전력을 생산했다. 이중 수력이 40%, 원전 29%, 풍력 21%, 바이오에너지 7%, 태양광 2%, 화석연료 1%를 차지한다. 전체 전력생산의 약 99%는 무탄소에너지로 채웠다. 같은 기간 스웨덴은 총 28TWh의 전력을 수출했다. 전체 전력생산량의 약 17%를 수출한 것이다. 스웨덴은 덴마크, 노르웨이, 핀란드, 독일, 폴란드, 리투아니아 등과 전력망이 연결돼있다. 사실상 유럽 전체와 전력망을 공유하고 있다. 스웨덴도 다른 북유럽 국가들처럼 마이니스 가격이 발생하는 전력시장을 보유했다. 바람이 강해, 풍력발전이 넘쳐난 마이니스 전력가격이 발생한다. 유럽 국가들과 전력망을 공유하며



폴 웨스턴 스웨덴 에너지저장 수석 비즈니스 개발 매니저(왼쪽)와 안나안데르손 스웨덴 에너지전력시장 분석가가 스웨덴 전력시장에 대해 설명하고 있다.

수력 40%·원전 29%·풍력 21% 등 ‘친환경 전력’ 99% 덴마크의 EU 제소 계기로 ‘송전제약 문제’ 해결 나서 한국 지역별 요금차등제와 취지 비슷하나 방식은 달라 탄소중립 달성 위해 원전 계속 운전 및 SMR 개발 추진

만 반드시 갖춰야 할 시장 구조다. 특히, 스웨덴은 탄소중립 달성을 위해 원전 발전을 다시 장려하는 방향으로 갔다. 재생에너지만으로는 안정적 전력시장을 유지하기 어렵다는 판단에서다. 폴 웨스턴 스웨덴에너지저장 수석 비즈니스 개발 매니저는 “스웨덴도 한국과 마찬가지로 원전 장려에 변화가 있었다”며 “스웨덴 정부는 원전을 적극적으로 장려하고 있다. 100% 재생에너지 목표는 100% 탈화석연료로 바꿨다”고 밝혔다.

그는 원전에 대한 국민 선호도 조사를 소개했다. 지난 2011년에는 스웨덴 국민의 약 32%가 원전을 필요하다고 여겨야 한다고 응답했으나 지난해에는 해당 비율이 38%까지 올랐다. 원전을 줄여야 한다고 답한 국민은 같은 기간 20% 초반대에서 9%까지 하락했다. 웨스턴 매니저는 “현재 스웨덴에서 운영 중인 6개 대형 원전에 대해 수명 연장을 논의하고 있다”며 “신규 건설

에는 SMP와 전력소매요금이 오른다. 다만, 우리나라는 스웨덴처럼 전력시장을 분리하는 식으로 진행하지는 않는다. 하나의 단일시장을 유지하고, 요금을 지역별로 차등 적용하는 수준이다.

예컨대 스웨덴 방식을 우리나라에 적용한다면 전력시장을 수도권, 충청, 강원, 영남 등 5개로 나눌 수 있다. 지역별 전력시장은 지역별 전력수요와 공급에 따라 가격이 결정된다. 이후 호남배전사업자 등 각 지역별 배전사업자들이 등장해 각 지역별 전력시장에서 구매한 전력을 해당 지역 소비자에게 판매하는 방식이다.

우리나라는 전력시장이 실시간 수요와 공급에 따라 움직이지 않고, 배전사업이 민간에 개방돼있지 않다. 스웨덴 방식은 우리나라가 전력시장을 개편하지 않는 이상 선택할 수 없다.

문제는 단일 시장에서 지역별 SMP를 저를 적용하는 과정에서 논란이 생길 수 있다. 지역별로 요금을 어느 정도 차등해야 하는지 기준을 따로 정해야 하기 때문이다.

반면, 스웨덴 방식은 수요와 공급에 따라 결정되는 시장 자체를 새로 만들어 이같은 논란에 비교적 더 자유로워질 수 있다. 가격 결정을 정부가 개입하는 게 아니라 시장에서 알아서 맡기는 구조다.

실제로 안데르손 분석가 전력입찰시장을 나눈 것의 효과를 거두었다고 설명했다. 그는 “전력생산의 효율성이 높아졌다. 더 많은 사람들이 등장했고 풍력발전 등 다양한 투자 유인을 제공했다”며 “결과적으로는 전력요금이 꽤 낮아졌다”고 밝혔다.

본 기사는 한국언론진흥재단의 2025년 KPF 디플로마-기후테크(전기화) 프로그램 지원을 받았습니

다. 이원희 기자 wonhee454@ekn.kr

한국가스공사 ‘2025 생산설비 운영 효율성 향상 워크숍’ 개최

한국가스공사는 25~26일 동안 대구 본사에서 ‘2025 생산설비 운영 효율성 향상 워크숍’을 진행했다. 한국가스공사(사장 최원호)는 25일 부터 26일까지 이틀간 본사에서 에너지 사용량 절감과 생산안전 경제성 제고를 위한 ‘2025년 생산설비 운영 효율성 향상 워크숍’을 개최했다고 밝혔다. 지난해에 이어 두 번째 열린 이 행사에는 본사와 전국 5개 생산기지(광주·인천·대전·삼척·제주)의 전문가 30여 명이 참석했다.

가스공사는 지난해 워크숍에서 LNG 생산설비와 전국 배관망 운영 방식에 대한 혁신 방안을 마련해 △소송분담률 최소화, △생산설비 정기 점검 최적화, △해수시가지 최적 운영 등 다양한 분야 성과를 냈다.

이번 행사에서 참석자들은 각 기지별 중점 추진 과제를 공유하고, LNG 생산설비에 대한 운영 효율성 제고 및 생산원가 절감 방안을 도출하기 위해 열띤 토론을 이어갔다.

특히 △지역별 전력 감축 △LNG 펌프 효율 운전 △LNG 배관 냉각 유공 공정 최적화 △가스 기지별 맞춤형 전력 사용량 절감 과제 발굴 등 여러 주제에 대해 리를 맞췄다.

가스공사 관계자는 “이번 워크숍에서 나온 다양한 LNG 기지 운영 효율화 방안들을 현장에 적극 반영함으로써 경제적이고 안정적인 LNG 공급에 최선을 다하겠다”고 말했다. 윤병호 기자 chyyb@ekn.kr

본 기사는 한국언론진흥재단의 2025년 KPF 디플로마-기후테크(전기화) 프로그램 지원을 받았습니

ENERGY INDEX (1월)	
원유(달러/배럴)	
브렌트	+0.37 67.11
두바이	+1.46 67.05
광물	
금(달러/온스)	+35.70 3338.84
은(달러/온스)	+0.23 36.40
동(달러/파운드)	+1.70 509.95
납(달러/톤)	-11.88 2005.55
아연(달러/톤)	-46.02 2695.25
상장지수 거래문자: 02-3707-3939	

'해상풍력 공급망 전시회' 개막 풍력협회 "전년대비 두배 커져"

한국풍력산업협회가 '2025 해상풍력 공급망 컨퍼런스 전시회'를 전년 보다 두 배 더 큰 규모로 2일 개최했다.

올해 행사에는 우리나라를 비롯해 영국, 일본, 대만, 네덜란드, 스웨덴 등 해상 풍력 선진국에서 다양한 분야의 74개 기업이 참여해 119개 부스를 꾸렸다. 사전 참가 등록은 약 2300명으로 해상풍력에 대한 업계와 대중의 큰 관심을 반영했다.

행사에는 바다에너지, 미래에너지, CIP, 부나에너지, 두산에너빌리티, 에코노믹스, RWE, SREC, LCI, 케이베스, 전남계 발전사, 대한전선 등 국내 풍력산업에 이르는 주요 공급망 기업들이 스스로를 알렸다.

이날 컨퍼런스에서는 지난 2월 회의를 통과한 해상풍력 특별법의 시행령 제정을 주제로 한 토론회를 비롯해 해상풍력 산업 육성을 위한 종합계획 구축 방안, 세계해상풍력 공급망 가치로서의 한국 풍력산업의 가능성도 다뤄졌다.

오는 9월에는 아시아 해상풍력 산업 육성을 위한 연대 의식과 혁신 산업 생태계 조성 등 해상풍력 산업의 중요성을 알리는 다양한 프로그램이 마련될 예정이다.

이원희 기자

에너지기술평가기원, 재정부 맞아 '탄소중립 신산업IT'팀 신설

한국에너지기술평가기원(원장 이송재)은 이재명 정부의 에너지정책을 선도적으로 이행하기 위해 기관장 직속으로 '탄소중립 신산업 태스크포스(TF)'를 지난달 30일 신설했다고 밝혔다.

탄소중립 신산업TF에는 탄소중립 추진팀과 에너지IT 신산업 육성팀이 구성됐다.

탄소중립 추진팀은 재생에너지 중심의 에너지고속도로 핵심기술 개발, 태양광 생태계 복원과 풍력 경쟁력 강화, 전력 계통 유연성 확보, 지능형 전력망 활용 등을 수행한다.

에너지IT 신산업 육성팀은 새로운 성장동력으로 시를 활용한 효율향상과 신산업도입 발굴, 공공데이터와 연계한 AI 솔루션, 기후테크 산업육성 등을 중점적으로 추진할 예정이다.

후속으로 재생에너지 선순환 생태계를 적극적으로 지원하기 위해 기술혁신본부의 재생에너지기술 선진부서를 개편할 계획이다.

윤병호 기자 chybho@ekn.kr

2035년 '넷제로' 목표... 글로벌 기업들 속속 몰려

(ABB·덴로스 등)

탄소중립 선도국 가다 핀란드 ② 산업

핀란드는 2035년까지 국가 탄소중립 달성을 목표로 삼아 전 세계에서 탄소중립에 가장 앞서 있는 나라다. 우리나라보다 15년이나 빠르다. 핀란드는 풍부한 숲과 산원을 바탕으로 원자력과 풍력을 더해 일찌감치 전력 분야에서 거의 탄소중립을 달성했다. 전력시장은 재생에너지 맞춤형으로 실시간 수요와 공급에 따라 가격이 결정되는 구조를 갖췄다. 전력시장에는 정치적인 간섭을 허용하지 않는다. 핀란드는 이제 탄소중립의 난공불락으로 여겨지는 산업, 수송, 열 분야에서 탄소중립 달성을 위해 도전 중이다.

핀란드가 인구 550만명의 작은 나라라 탄소중립을 평화롭게 추진하고 있다고 생각하면 오산이다. 핀란드 산업 주축이었던 노키아가 휘청이면 핀란드 경제가 흔들렸다. 작은 내수 규모는 국내 산업을 육성하는 데 큰 도움을 주지 못했다. 경제도 쟁거야 하는데 연보도 위태롭다. 러시아 우크라이나 전쟁으로 러시아와 연결된 전력망이 끊겨 에너지 안보는 위기를 맞았다.

핀란드는 스웨덴과 그리드(전력망)가 연결돼있지만, 핀란드 전문가들은 핀란드 전력망을 সঙ্গে 가깝다고 표현한다. 에너지 전보가 언제든 취약한 구조라는 의미다. 글로벌 경쟁에서 살아남기 위해 지속 가능한 기술을 끊임없이 개발하고, 수출 등록으로 삼기 위해 고군분투하는 핀란드의 모습은 우리와 크게 다르지 않았다.

에너지경제신문은 탄소중립에 앞서 가고 있는 스웨덴과 핀란드의 정책 추진 과정과 고민을 살펴보면, 우리나라의 탄소중립 달성의 해법을 찾고자 '탄소중립 선도국 가다' 기획 기사를 연재한다. [편집자주]



덴로스



VEO

2035년까지 탄소중립 통해 최대 160조원 수출기회 창출 기대
국내총생산 4% R&D 투자...연구예산 3분의1 탄소중립 집중
2030년까지 유럽연합 청정수소의 10% 핀란드서 생산할 것
기술연구센터(VTT) "가장 큰 과제는 철강산업의 탈탄소화"



헬렌 사렌 비즈니스핀란드 CEO 카보미라미선생님은 지난 5일(현지시간) 핀란드 헬싱키 비즈니스핀란드 본사에서 핀란드의 탄소중립 정책에 대해 설명하고 있다.

록 배터리에너지저장장치(BESS)를 향후 5년간 36GW 규모로 확보할 계획이다.

또한, 청정수소 생산도 대폭 늘려 2030년까지 유럽연합 청정수소의 10%를 핀란드에서 생산할 계획이다. 수소는 총 11GW 규모의 5개 프로젝트가 발표

특히, SMR 기술에서도 이미 3개의 프로젝트를 발표하는 등 앞서나가고 있다. 난방의 탈탄소화를 위해서 히트 펌프와 전기보일러 관련 기술 등을 개발 중이다.

핀란드는 기술연구센터(VTT)를 통해 탄소중립 기술 개발에 박차를 가하고 있다.

VTT는 EU의 연구혁신 분야 재정지원 프로그램인 호라이즌유럽 참가 기업 중 15번째로 커 유럽에서도 매우 큰 연구기관이다. 총 수입만 3억유로(4735억원)에 이른다.

부울라 매기넨 VTT 리더는 "우리는 탄소중립 연구를 위해 산업, 건설, 운송 분야에서 여러 프로젝트를 진행 중이

다. 에너지 시스템에 솔루션도 제공하는 데 전기와, 난방, 수소 등이 포함된다"며 "가장 큰 과제는 철강산업의 탈탄소화다. 철강은 열을 얻기 위해 연료를 많이 태우는데 이를 어떻게 전기화할지가 문제다. 경우에 따라서는 수소를 사용해야 한다"고 설명했다.

그는 "VTT는 탄소중립 기술 개발에 예산의 3분의 1을 투자한다"고 덧붙였다.

핀란드의 '에너지수도'로 불리는 바사(Vaasa)에는 공정의 탈탄소화를 추구하는 글로벌 기업들이 모여 들고 있다.

핀란드 헬싱키에서 북서쪽으로 약 400km 떨어진 도시인 바사는 인구 7만 여명의 작은 도시다. 하지만 바사는 '에너지수도'라 불리며 바사에 위치한 에너지 클러스터에는 180개 이상의 에너지 기술 기업이 입주했다. 이들 기업의 사업 총 매출은 연간 60억유로에 이른

다. 핀란드 에너지 산기술의 80%가 바사에서 수출된다. 도시 규모에 비해 경쟁력이 매우 높은 것이다.

바사의 에너지수도를 두고 있는 ABB는 핀란드 바사에 제조공장을 구축했다. ABB핀란드의 매출은 25억유로(4조 원)이며 5000여명의 직원을 뒀다. AB

B는 변전소 등 전기와 시스템 및 전기 모터, 공장 자동화 시스템을 위한 제품

을 공급한다. ABB는 핀란드에서 R&D로만 약 1억6000만유로(2560억원)를 투자하고 있다.

ABB 관계자는 "핀란드에서는 R&D에 상당히 중요한 비중을 둔다"고 강조했다.

덴마크에 본사를 두고 있는 덴로스는 도르를 차량 및 비도로용 차량, 주거 및 상업 건물, 도시 인프라, 에너지생산 시설 등에 필요한 제품을 공급한다. 덴

로스는 총 20개국에 걸쳐 97개의 공장을 운영 중인데 2030년까지 모든 공장을 탄소중립으로 가동하는 것을 목표로 하고 있다. 핀란드 공장은 이미 올해부터 탄소중립을 달성했다. 핀란드에는 8000여명의 직원을 뒀다.

핀란드 바사에 본사를 둔 VEO는 지난해 총 1억3480만유로(2164억원)의 매출을 기록했다. VEO는 사업영역의 4분의 3이 에너지전환을 지원하는 대표적인 '스위치가' 제조 기업이다.

스위치가이란 스위치와 변전장비의 전기장치를 제조하고보유하는 역할을 한다. 즉 스위치가기술을 통해 배전망에서 공장으로 직접 전기를 전달할 수 있고, 혹은 공장이 전기를 받을 수 있는 관련 역할을 한다.

최근 재생에너지발전이 늘어나면서 발전량 변동성이 큰 상황에서 스위치가의 역할도 커지고 있다.

VEO 관계자는 "바사에 있는 이공장이 비유리 스위치가가 공장 중에서 가장 큰 규모"라고 강조했다.

바사의 에너지전환팀원제니마리노비의 바사에서는 수천개년 대표인 바사가 바사에도 진출하길 바란다"며 "바사에는 풍부한 재생에너지 전력과 숙련된 인력들이 많다"고 소개했다.

이원희 기자 wonhee54@ekn.kr

<글 쓰는 순서>

- 1 전력시장
- 2 산업
- 3 수송·배터리
- 4 열에너지

"핀란드는 2035년까지 탄소중립 달성과 함께 총 850억유로(135조원)에 이르는 1000억유로(160조원)에 달하는 수출 기회를 얻을 것이라 본다. 국가 전체가 혁신에 집중하기 위해 국내총생산(GDP)의 4%를 연구개발(R&D)에 투자하고 있습니다."

헬렌 사렌 비즈니스핀란드 리더는 지난달 5일(현지시간) 핀란드 헬싱키 비즈니스핀란드 본사에서 핀란드의 탄소중립 및 수출 전략에 대해 이같이 밝혔다. 비즈니스핀란드는 핀란드 고용 경쟁력 실태 공공기관으로 핀란드의 주요 연구 및 기술개발에 자금 지원을 하는 역할을 한다.

핀란드는 탄소중립 기술을 국가 탄소중립 달성 수단으로 무역경쟁력 확보와 함께 수출 상품 자체로 쓰기 위해 국가 역량을 집중하고 있다.

우리나라가 탄소중립 기술을 유럽탄소경쟁조치(CBAM) 등 탄소무역규제에 대응하기 위한 수단으로 바라보는 것과 비교하면 훨씬 더 적극적인 모습이다.

사렌 리더는 탄소중립 달성을 통해 창출할 수출에 1000억유로 중 절반

은 이미 가지고 있는 기술을 통해서, 나머지는 앞으로 새로 개발해야 되는 기술에서 나올 것이라고 설명했다.

핀란드는 전체 1차 에너지생산 총화석연료 차지하는 비중은 지난 2023년 기준 약 27% 정도다. 나머지 73%는 재생에너지, 원전 등 무탄소에너지로 조달한다. 특히 핀란드는 목재펠릿 등 목재자원을 재생에너지로 취급, 열에너

지 및 전기 생산 등에 활용한다. 1차 에너지 생산 중 목재연료가 차지하는 비중이 28.0%로 가장 많다.

핀란드는 이미 보유한 재생에너지 관련 기술을 통해 재생에너지 및 에너지저장장치(BESS)를 대폭 확대하는 중이다. 이를 기반으로 신기술로 평가받는 청정수소 생산, 소형모듈원전(SMR) 개발, 히트펌프를 통한 난방의 전기

화를 추진한다.

비즈니스핀란드에 따르면 전력생산의 약 95%, 열생산의 75%는 탈화석연료를 달성했다. 핀란드는 오는 2029년 5월부터 석탄발전을 금지하고 청정원자력 생산량을 2040년까지 지금보다 두 배로 늘릴 계획이다.

지난 1월까지 발표된 옥스퍼드 프로젝트는 61기가지(BV), 해상풍력 프로젝트는 46GW, 태양광은 23GW에 이른다.

소규모재생에너지발전이 늘어나는 따라 부산에너지자율 관리시스템(DE-RMS)을 갖추고 에너지시스템에서 인공지능(AI)을 적극 활용할 계획이다. 재생에너지 발전량 변동성을 극복하

"10년후 원전엔 기술도 사람도 없다"... 한수원노조, 원전감독법 개정 요구

순환보직 의무화·퇴직자 재취업 제한
전문성 단절시키고 '기술 붕괴' 초래
美·佛 퇴직인력 감리단·자문역 활용

"이대로면 10년 뒤 원전 현장엔 기술도 사람도 없습니다."

한국수력원자력노동조합이 원전 인력 양성과 기술 유지의 위기를 경고하며, 현재 '원전감독법'의 전면 개정을 국회가 강력히 촉구했다.

2일 서울 여의도 국회의원회와 제2소회의실에서 열린 '수소원전제철과 탄소

'원전감독법' 주요 내용

조항	내용	한수원노조 주장
제7조	원전 중시자 순환보직 의무화	숙련도 축적 불가능... 원전 안전성 저하
제15조	퇴직자 재취업 제한 (자문·자문역)	기술 전수 제로... 전문성 단절
공통	관리·감독 감독 출신	행정학적 강요만 있고, 현장 유지를 위한 인센티브·유연성 부족

한수원 인력의 연령대별 현황

연령대	비중 (예상)	특징
50대 이상	약 60% 이상	고경력 중심, 10년 내 대규모 퇴직 예상
40대	약 25%	중간경력자 기술 전수의 핵심 세대
30대 이하	약 15% 미만	신규 유입 정체, 임기 직전 시화

자료:한수원 노조

리를 변화하며 원전 산업의 지속가능성을 위협하는 제도적 문제점을 정면으로

제기했다.

토론회로 나선 오영수 한수원노조 기획처장은 "원자력발전사 임직원 등 관리·감독에 관한 법률(원전감독법)이 원전 산업을 무너뜨리고 있다"며, "반면 한국

특허 제7조(순환보직 의무화)와 제15조(퇴직자

재취업 제한) 조항이 전문성 단절과 기술 붕괴를 초래하고 있다고 지적했다.

오 처장은 "경험 많은 기술자를 주기적으로 타 사업소로 옮겨가게 하는 순환보직 제도는 원전 운영을 해치는 직접적 요인"이라며, "기술의 연속성을 단절시키고, 숙련도가 필요한 원전 운영 환경을 불안정하게 만든다"고 주장했다.

오 처장은 선진국의 사례를 언급하며, "미국·프랑스 등은 퇴직한 기술 인력을 원전 산업에 무너뜨리고 있다"며, "반면 한국

특허 제7조(순환보직 의무화)와 제15조(퇴직자

재취업 제한) 조항이 전문성 단절과 기술 붕괴를 초래하고 있다고 지적했다.

그는 "젊은 인력은 들어오지 않고, 남아 있는 인력은 연이율 상태"라며, "이대

로 간다면 10년 뒤 한국의 원전 현장엔 지켜줄 기술도, 이를 전수할 사람도 남아 있지 않다"고 목소리를 높였다.

오 처장은 마지막으로 "이번 토론회가 단순한 기술 활용 논의를 넘어, 원전을 지키는 사람들을 위한 제도개선의 출발점이 되길 바란다"며 발언을 마무리했다.

이번 토론회는 더불어민주당 허성무 의원의 주최로 열렸으며, 서울대 원자핵공학센터 포스츄리얼스 후원 아래 진행됐다. 원전산업계, 노동계, 학계 인사들이 대거 참석해 원전 산업 전환 시대의 원전 역할과 인력·제도 기반 마련의 필요성에 대해 폭넓게 논의했다.

정지성 기자 jis@ekn.kr

ENERGY INDEX (3일)	
원유(달러/배럴)	
브렌트	-0.31 68.80
두바이	+1.21 69.55
광물	
금(달러/온스)	-31.33 3326.12
은(달러/온스)	+0.36 37.08
동(달러/파운드)	-5.60 514.15
납(달러/톤)	+4.80 2037.53
아연(달러/톤)	-6.55 2728.51

※에너지경제 창간호: 02-3707-3099

서울에너지공사-서울시 공동 서울형 급속충전기 인증제 시행

서울에너지공사(사장 최보민)가 서울특별시와 함께 전기차 충전 서비스의 품질을 높이기 위해 '서울형 전기차 충전기 인증제'를 본격 도입한다.

공사는 지난 2월 시범사업을 성공적으로 마친 뒤, 전문가의 자문을 거쳐 평가 기준을 고도화하고 인증 매뉴얼을 정비했다. 이에 따라 6월 25일부터 사업공고, 6월 26일부터 7월 11일까지 인증 신청 서류 접수 등을 진행했다.

이번 인증제는 서울시 내 공공 및 민간 개방형 급속충전기를 대상으로 하며 △충전기능 △통신기능 △관리기능 등 3개 분야 20개 항목에 대해 종합 평가 후, 인증심의위원회의 심의를 통해 인증 여부가 결정된다. 인증 유효기간은 2년이며, 정기 및 수시 점검을 통해 유지관리 수준을 지속적으로 확인할 예정이다.

'서울형 급속충전기 인증제'는 국내 최초로 도입되는 제도로, 서울시는 이를 통해 신뢰할 수 있는 전기차 충전환경을 조성하고 시민 제감 증진과 충전 인프라 확대를 추진한다.

인증 받은 충전소는 카카오내비, 티맵, KEVIT, 일렉트릭 등 주요 플랫폼과 길드우미 앱을 통해 '서울형 인증 충전소'로 표시되어 시민들이 쉽게 식별하고 이용할 수 있도록 할 계획이다.

전지성 기자 jis@eknkr

한전, 표면 플라즈마 센서 활용 수소저장 LOHC 전단기술 개발

한국전력(사장 김동철)이 자체 수소저장 LOHC 전단기술 개발로 향후 수소 기반 연구의 응용 가능성을 넓혔다.

한전은 액상유기수소운반체(LOHC, Liquid Organic Hydrogen Carriers)의 수소화 및 탈수소화 반응을 실시간으로 모니터링할 수 있는 새로운 고도 전단기술을 개발했으며, 이 연구 결과가 최근 국제 학술지 게재 및 특허출원됐다.

이 기술은 DVD-R(Digital Versatile Discs-Recordable) 디스크에서 추출한 나노 구조를 기반으로 표면 플라즈몬 공명(SPR, Surface Plasmon Resonance) 센서를 활용하여, 수소 저장량의 변화를 연속적이고 직관적으로 분석할 수 있는 장점이 있다.

수소는 연소 시 온실가스를 배출하지 않아 탄소중립 시대의 핵심 에너지원으로 주목받고 있지만, 효율적인 저장 및 운송이 난제로 꼽혀왔다. 이를 해결하기 위한 기술 중 하나인 LOHC 수소 저장 방식이다.

전지성 기자

“탄소세 118유로 부과…국민 수용성 위해 근소세 낮춰”

(토론) (근소트세)

탄소중립 선도국 스웨덴 ② 산업

스웨덴은 2045년까지 국가 탄소중립 달성을 목표로 삼았다. 이웃 나라 핀란드보다는 10년 느리지만 우리나라보다는 5년 빠르다.

스웨덴에는 수력과 풍력발전 등 재생에너지 자원이 풍부하다. 여기에 원자력 발전을 더해 전력 분야에서는 거의 탄소중립을 달성했다. 유럽연합(EU)과 전력망을 공유하며 전력수요와 공급에 따라 가격이 결정되는 전력시장 구조를 갖췄다. 생산한 전력의 약 20%는 수송용 유럽 최대 전력수출국이라 자부한다. 스웨덴은 인구 1050만여명의 작은 나라다. 그럼에도 유럽 주요 국가들과 경쟁할 수 있게 국가 총 역량을 결집하고 있다.

스웨덴은 주요 연구기관을 통합해 국정연구기관인 'RISE'를 만들어 유럽 최대의 연구기관 중 하나로 키웠다. RISE는 탄소중립 관련 기술을 개발하며 스웨덴 기업에 기술을 전수하고 있다. 스웨덴의 하타치에너지는 우리나라에서 제2차와 육지를 연결하는 초고압직류송전(HVDC)를 설비공급 및 시공했다. 불보는 대형화물차와 중장비의 전기화, 간헐하는 전기보트 보급을, 예테르마 항만청은 친환경 선박 확대를 유도하며 수송분야 탄소중립 달성을 위해 노력 중이다.

글로벌 경쟁에서 살아남기 위해 지속 가능한 기술을 끊임없이 개발하고, 수출 동력으로 삼기 위해 고교본두하는 스웨덴인의 삶은 우리와 크게 다르지 않았다. 에너지경제신문은 탄소중립에 앞서 가고 있는 스웨덴과 관련한 정책 추진 과정과 고민을 살펴본다. 우리나라의 탄소중립 달성의 해법을 찾고자 '탄소중립 선도국 가다' 기획 기사를 연재한다. [편집자주]

〈글 쓰는 순서〉

- 1 전력시장
- 2 산업
- 3 수소·배터리
- 4 친환경 선박

“스웨덴은 톤당 118유로(약 18만 9000원)의 탄소세를 탄소배출권에 영합한 기업과 개인에 부과하고 있습니다. 대신 국민이 탄소세를 받아들이고 수 있도록 근로소득세를 낮췄습니다. 국민 입장에서 내야 할 세금이 동일하게 유지됐습니다.”

폴 웨스틴 스웨덴에너지저장 수석 비즈니스 개발 매니저는 지난달 13일 스웨덴의 탄소세 운영 방식에 대해 이같이 밝혔다. 스웨덴은 유럽연합(EU) 국가 중에서도 탄소세를 매우 높게 적용하는 나라 중 하나다.

스웨덴은 1991년에 탄소세를 도입했다. 당시 반대하는 정치인도 있었다. 산업 위축 및 에너지가격 상승으로 국민 반발이 심할 수 있기 때문이다. 이에 당시 정부는 기업들이 스웨덴에서 빠져나가지 않도록 하기 위해 산업 부분 세율을 오랫동안 낮게 유지했다.

국민들이 사용하는 화석연료의 탄소세는 많이 인상했다. 대신 국민 수용성을 높이기 위해 근로소득세를 낮추는 전략을 썼다.

웨스틴 매니저는 “1990년 이후 스웨덴 국내총생산(GDP)은 83% 증가하고, 탄소배출량은 35% 저감하는 성과를 거뒀다”고 설명했다. 즉 탄소세 도입이 경제성장을 저해한다는 내부 우려를 일부 해소했다는 뜻이다.

우리나라도 탄소중립 달성을 위해 탄소세 도입이 필요하다는 주장이 제

기되고 있다. 스웨덴이 탄소세를 도입한 방식은 우리나라에도 시사하는 바가 크다.

탄소세는 배출권제도와 관리하지 못하는 대상인 일반 국민 및 기업들을 대상으로 탄소소비량에 따라 세금을 매기는 제도다.

배출권제도는 일정 수준 이상 탄소를 배출하는 기업에 대상으로 한다. 제조업 및 화력발전 대기업들이 배출권 제도에 주로 포함된다. 우리나라 기준으로 전체 국가탄소배출량의 73.5%가 배출권제도로 하에서 관리된다.

즉 나머지 26.5%는 배출권제도의 사각지대에 놓이게 된다. 국가 탄소배출량의 26.5%를 줄이기 위해서는 국민 및 중소기업의 자발적 참여에 의존할 수밖에 없다. 이에 이들도 탄소세 도입을 요구하는 목소리가 커지고 있다.

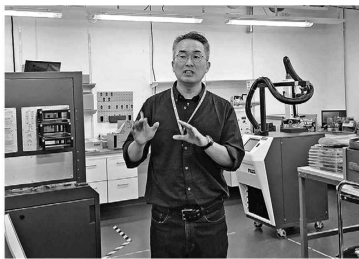
2004년 스웨덴의 탄소세는 또 더 크게 시작해 국민에게 톤당 90유로, 기업에는 19유로를 부과했다. 2010년대 초 기업용 탄소세가 급등하면서 2018년에는 톤당 113유로로 국민에게 부과하는 탄소세와 동일해졌다. 스웨덴 탄소세는 이후 소폭 상승해 지난 2022년 톤당 118유로로 올랐다.

스웨덴의 중견 및 대기업들은 탄소세 대신 EU 배출권 제도에 영향을 받는다. EU 배출권 가격은 톤당 70유로 정도로 나타났다.

35년 전부터 탄소세를 도입하기 시작한 스웨덴과 비교하면 우리나라는 매우 뒤처져 있다.



폴 웨스틴 스웨덴에너지저장 수석 비즈니스 개발 매니저가 스웨덴의 탄소중립 정책에 대해 설명하고 있다. 사진: 이원희 기자



임창권 RISE 수석 연구원이 전력반도체 기술에 대해 설명하고 있다.

1991년부터 탄소세 도입…일부 반대로 산업세를 낮게 적용 한국도 탄소세 도입 필요성 제기…李대통령 공약에선 제외 RISE, 에너지효율 기술 개발, 스웨덴 기업 스킵프3 감축 도전

우리나라는 아직 탄소세를 도입하지 못하고 있다. 배출권 제도는 운영 중이나 가격이 톤당 8000원대 선에 머물고 있어 유럽의 11만원대에 비해 매우 적은 수준이다.

이재명 대통령은 대선 후보 당시 기후 위기 대응에 적극 나서겠다고 했으나 탄소세 도입을 공약하지 않았다. 탄소배출권을 기업에게 팔 때 돈을 받고 판매하는 유상할당의 비율을 높이고 있다고 공약하는 선에 그쳤다.

그러나 우리나라가 2030 온실가스 감축목표(NDC) 및 2050년 탄소중립을 달성하기 위해서 탄소세 도입을 적극 검토해야 한다는 주장이 꾸준히 제기되고 있다.

국회예산정책처는 지난 5월 13일 '기후위기 대응을 위한 탄소세 역할 및 시사점: 유럽 국가의 운영사례를 중심으로' 주류로 발간한 '나뭇잎' 제108호(저자 이정훈 분석관) 보고서에서 탄소세 도입의 필요성을 제기했다.

리벤도제는 인문자본(AI) 확대 등 전체 전력수요 급증에 대비, 전자제품의 에너지 효율을 높이는 반도체를 말한다.

RISE에서 전력반도체를 연구하고 있는 임창권 수석 연구원은 “연구기관의 중추 투자를 받자고 국가에서 정책 기조대로 전략적으로 연구를 하기 위해 RISE가 탄생했다”며 “과제의 절반 정도가 산업체 과제”라고 설명했다.

스웨덴 기업들은 탄소 분야에 스코프1(Scope 1), 2 감축뿐 아니라 스코프3에 도전하고 있다. 우리나라 기업들도 스코프3 공시를 시작하는 기업들이 늘고 있다. 아직 구체적인 감축까지 추진하기는 어려워하고 있다.

스코프1은 기업이 보유한 사업장에서 직접 배출하는 탄소배출량을, 스코프2는 기업이 사용한 전력, 열에너지에서 배출한 탄소배출량을 말한다. 스코프3은 기업이 경영 활동을 하면서 간접적으로 배출할 수 있는 탄소배출량을 말한다. 예컨대 협력사가 배출하는 탄소배출량과 물류 배송과정에서 나오는 탄소배출량을 모두 포함한다.

150년 전통의 스웨덴 산업 장비 전문 대기업인 아스트라스크롭(Astracorp)은 스코프1, 2, 3 감축 계획을 세워 달성하는 중이다. 아스트라스크롭은 전 세계 72개국에 약 5만5000명의 직원을 다국적 대기업이다.

아스트라스크롭은 오는 2030년까지 Scope 1, 2는 총 46% 탄소배출 감축을 계획하고 있다. Scope 3은 같은 기간 28%를 감축하는 목표를 세웠다.

아스트라스크롭 관계자는 “가장 감축하기 어려운 영역이 Scope 3이다. 매출이 늘어날수록 더 감축하기 어렵다”며 “에너지효율성을 많이 높여서 최대 한 Scope 3 배출을 줄이고 있다. 에너지효율 계속 올라가고 있기 때문에 달성하기가 쉽지는 않다”고 밝혔다.

이원희 기자 whnee454@eknkr

본 기사는 한국에너지경제신문의 2025년 KPFF 디플로마-기후(전지성) 프로그램 지원을 받았습니

AI 전력망 구축 ‘붐’…구리가격 1만달러 재돌파

글로벌 전력망 구축 붐에 힘입어 구리 가격이 1년 1개월만에 톤당 1만달러 선을 재돌파했다. 글로벌 시장조사기관들은 중장기적으로 구리 가격이 계속 오를 것으로 예상했다.

3일 한국에너지경제연구원 자료에 따르면 런던메탈엑스(LME) 기준 구리(동) 거래가격은 2일 분당 1만4500달러를 기록했다. 구리 가격은 지난해 5월 20일 1만8500달러로 역대 최고가를 기록한 뒤 30일 이후 1만달러 아래로 떨어졌다. 올해 4월 9일에는 8530달러까지 떨어졌으나 이후 다시 반등해 현재 1만달러를 넘었다.

구리 가격이 오른 직접적 이유는 제2차 세계 대전 이후 LME 구리 재고량은 9만1250톤이다. 이는 지난해 역대 최고가를 기록했던 5월 20일경의 제2차 10만4750톤보다도 적은 수준이다.

자율정보서비스의 전력망중심화 시대에 따른 미국의 구리 수요 급증과 부가적으로 산체적 수요가 발생하면서 LME 재고량이 미국으로 이동하면서 LME 재고량이 전월보다 28.3% 감소했고, 연초 대비로는 44.8% 감소했다.

비록 이번 구리가격 1만달러 재돌파는 일시적 이유로 발생했지만, 중장기적으로 1만달러 이상에 형성될 것으로 예상된다.

로 예상된다.

국제에너지기구(IEA)는 올해 4월 발표한 ‘에너지와 AI’ 특별보고서에서 글로벌 데이터센터 전력소비량이 2024년 약 1.5%인 415TWh에서 2030년까지 945TWh로 2배 이상 증가할 것으로 전망했다. 전력소비가 늘어나는 만큼 전력 공급에 따라, 이를 위해서 추가 전력망이 구축돼야 한다.

스페인 전력망 운영사인 레데아는 4월에 발표한 대규모 정전 이후 전력망 수요가 월세 14억유로(16.5억달러)를 무리할 것이라고 밝혔다.

폴란드 전력망 운영사 PSE는 국유은행 BOK로부터 108억달러(129억9000만달러) 이상의 대출을 받아 추가 전력망을 구축할 것이라고 밝혔다.

우리나라도 이재명 정부는 지방의 전력을 수도권 등 대도시로 보내기 위해 전국에 1차형 에너지 고속도로(전력망)를 구축하겠다고 밝혔다. 글로벌 시장조사기관들은 무려 라스트 원화, 연내 미연준 관리인화 가능성, 전기차와 AI 산업의 성장 전망 등으로 인해 구리의 신규 수요가 월세 구리 가격이 상승할 것으로 전망했다. 윤병호 기자 chyrh@eknkr

ENERGY INDEX (10월)	
원유(달러/배럴)	
브렌트	-1.55 68.64
두바이	-0.56 69.98
광물	
금(달러/온스)	+10.39 3324.05
은(달러/온스)	+0.67 37.31
동(달러/온스)	+10.46 559.10
납(달러/온스)	-17.79 2021.42
아연(달러/온스)	+37.22 2781.68
삼성전력 거래문의: 02-3707-3099	

한전, 한국해상풍력 및 국내 첫 전주기 해상풍력 기술지원 협력

한국전력(사장 김동철)이 전주기 해상풍력 기술지원을 통해, 국내 최초 공공 주도 해상풍력 시범단지인 신행령 제2과 기술자립 기반 강화에 나선다.

한전과 한국해상풍력은 11일 한국해상풍력 서울사무소에서 국내 최초 국가 주도 해상풍력 개발사업의 일환인 '서남해 400MW 시범단지'의 성공적인 추진을 위해, 전주기 해상풍력 기술지원 협약을 체결하고 본격적인 협력체계 구축에 나섰다.

이번 협약은 공공주도형 해상풍력 사업의 실행력을 높이고, 국내 기술의 실증·확산에 지원해 국내 해상풍력 산업의 자립과 공급망 확장에 기여하는 데 그 목적이 있다.

서남해 해상풍력 개발사업은 산업통상자원부 등 정부 주도로 설계·계획된 국내 최초 대규모 공공 추진 해상풍력 프로젝트로, 본 사업은 2020년 준공된 60MW 탈탄소사업과 함께 계획된 두 번째 사업이다.

한국해상풍력은 2012년 한전과 6개 발전사가 출자하여 설립된 공공 해상풍력 개발사로, 서남해 2.5GW 해상풍력 개발사업에 주도적으로 참여하여 국내 최초로 해상풍력 실증단지(600MW)를 2020년 준공 및 개발·운영중이다.

전지성 기자 jse@ekn.kr

서울에너지지·“에너지 전환 선도” 2035 미래비전·경쟁전략 발표

서울에너지지(사장 황보연)는 11일 전 임직원들이 참여하는 ‘서울에너지지 2035 미래 비전 발표회’(부제: 우리의 일, 내일(Tomorrow) 이 되다!)를 개최하고, 수립된 2035년 경쟁전략을 공식 발표했다.

공사는 탄소중립 및 에너지전환 등 급변하는 대외환경에 능동적으로 대응하고, 미래 에너지 시장을 선도하기 위한 새로운 비전과 중장기 전략 수립을 추진해왔다. 이날 발표회에서는 “서울시 에너지전환을 선도하는 깨끗하고 따뜻한 에너지 전문 기업”이라는 비전을 선포하고, 2035년까지 지속가능한 성장을 달성하기 위한 경쟁전략을 전 직원과 공유하는 자리를 마련했다.

“우리의 오늘이 내일을 만든다”는 주제 아래 열린 이번 발표회는, 직원들이 조직의 미래 발전에 주체적으로 참여하는 방식으로 기획되었다. 단순한 전략 설명 행사가 아니라, 각 부서 직원이 직접 핵심사업을 기획하고 발표함으로써 발표회의 의미를 더했다. 전지성 기자

신차 70%, 전기차·하이브리드...중장비도 전기화 추진

탄소중립 선도국 가다 스웨덴 ③ 수송·배터리

스웨덴은 2045년까지 국가 탄소중립 달성을 목표로 삼았다. 이웃 나라 핀란드보다는 10년 느리지만 우리나라보다는 5년 빠르다.

스웨덴에는 수력과 풍력발전 등 재생에너지 자원이 풍부하다. 여기에 원자력 발전을 더해 전력 분야에서는 거의 탄소중립을 달성했다. 유럽연합(EU)과 전력망을 공유하며 전력수요와 공급에 따라 가격이 결정되는 전력시장 구조를 갖췄다. 생산한 전력의 약 20%는 수출해 유럽 최대 전력 수출국이라 자부한다. 스웨덴은 인구 1050만여명의 작은 나라다. 그럼에도 유럽 주요 국가들과 경쟁할 수 있게 국가 총 역량을 결집하고 있다.

스웨덴은 주요 연구기관을 통합해 국정연구기관인 'RISE'를 만들어 유럽 최대의 연구기관 중 하나로 키웠다. RISE는 탄소중립 관련 기술을 개발하며 스웨덴 기업에 기술을 전수하고 있다. 스웨덴의 하타치에너지는 우리나라에서 제추도와 육지를 연결하는 초고압직류송전(HVDC)를 설비공급 및 시공했다. 불보는 대형화물차와 중장비의 전기화를, 칸델라는 전기보트 보급을, 예테라마 항만청은 친환경 선박 확대를 유도하며 수송분야 탄소중립 달성을 위해 노력 중이다.

글로벌 경쟁에서 살아남기 위해 지속 가능한 기술을 끊임없이 개발하고, 수출 물량으로 삼기 위해 고분투하는 스웨덴인의 삶은 우리와 크게 다르지 않았다. 에너지경제신문은 탄소중립에 앞서 가고 있는 스웨덴과 핀란드의 정책 추진 과정과 고민을 살펴보고, 우리나라의 탄소중립 달성의 해법을 찾고자 '탄소중립 선도국 가다' 기획 기사를 연재한다. [편지자주]

<글 쓰는 순서> ① 전력시장 ② 산업 ③ 수송·배터리 ④ 친환경 선박

전력분야에서 탄소중립을 위한 달성을 스웨덴에게도 수송분야 탈탄소는 달성하기 매우 어려운 과제로 꼽힌다.

스웨덴 에너지청에 따르면 지난 2023년 기준 스웨덴에서 수송 분야 전체 에너지 사용량 중 70%는 화석연료에 의존하고 있다. 25%는 바이오연료, 5%는 전기다. 아직 스웨덴도 기름을 넣고 자동차를 운전하는 사람들이 많다.

그럼에도 2030년까지 상용차는 50%, 승용차는 90% 탈탄소를 목표로 세웠다. 스웨덴은 이를 위해 트럭과 중장비별 충전 인프라, 무선 충전소 및 충전 가능 도로 등을 연구개발(R&D)하고 있다.

마틴 욘스비즈니스스웨덴 운송모델리 부장장은 지난해 20일 스웨덴 예테라마에서 열린 세계전기자동차 학술대회 및 전시회(EVS)에서 “불보자동차는 2030년까지 전체 판매량의 90%를 무탄소 차량으로 바꾸는 것을 목표로 하고 있다”며 “스웨덴은 그린철강·리튬배터리 실현과 함께 주행 중 충전이 가능한 전기도로를 실증하는 등 여러 기술을 개발 중”이라고 소개했다.

이어 “현재 스웨덴에서 판매되는 신차의 약 3분의 2가 전기차 또는 하이브리드 차량”이라며 “최근에는 47%달라지

(약 6조원) 규모의 투자가 스웨덴 내 스타트업 기업들에 유입됐고, 대부분 클린테크 기술에 집중되고 있다”고 밝혔다.

스웨덴 예테라마에 위치한 불보트럭 센터에서는 40톤급에 이르는 전기트럭들이 나열돼 있었다.

길로 보아서는 전기트럭인지 알기 어려웠지만, 가장 큰 차이점은 소리가 없다는데 부딪리게 움직이고, 트럭 특유의 소음은 느껴지지 않았다. 대신 전기차들 타면 들을 수 있는 소리가 났는데 안전을 위해서 운전자에게 트럭 움직임을 체감할 수 있도록 일부러 소음을 넣었다고 한다.

한계는 주행거리다. 최대 주행거리가 300km 정도밖에 안된다. 우리나라로 치면 서울에서 부산도 갈 수 없다. 직접 운전했던 트럭의 경우에도 주행거리가 길지 않기에 도시 내 쓰레기 운반차량으로 쓰이고 있었다. 불보는 주행거리를 늘려 최대 600km까지 한번에 갈 수 있는 전기트럭을 개발 중이다.

배터리 용량이 큰 트럭을 빠르게 충전하기 위해 최대 400킬로와트(kW)급의 초고속 충전기도 볼 수 있었다. 트럭 한대의 최대 배터리용량이 약 250킬로와트시(kWh)라고 하니 1시간 정도 걸리지 않고 충전을 완료할 수 있다. 지속 충전기로는 43kW급 충전기를 갖췄다.

전기트럭 외에도 전기로 구동하는 굴삭기, 불도저, 화물차도 있었다. 아직 전기트럭도 상용화가 잘 안된 시점에서 전기중장비는 스웨덴에서도 잘 알려지지



불보트럭 전기트럭의 모습.

사진: 이원희 기자



불보트럭 전기 중장비의 모습.

전력부문 탈탄소 거의 달성했지만, 수송 아직 70% 내연기관 스웨덴, 2030년까지 상용차 50%·승용차 90% '탈탄소' 목표 전기트럭·중장비 저소를 장전, 주행거리 300km 짧은 한계 전기차 무선충전 시범사업 실시... 차량 호환문제 극복 과제



스웨덴 예테라마에 위치한 전기차 무선충전시설.

지 않은 게 많아서이다. 전기중장비는 작은 크기의 2톤부터 큰 규모인 40톤급까지 갖췄었다.

불보 관계자는 “전기중장비는 화석연료를 쓰는 중장비 수준의 힘을 낼 수 있도록 설계됐다”며 “충전기는 트럭과 동일한 충전기를 사용할 수 있다”고 설명했다.

실제로 전기굴삭기를 운전해보니 트럭과 마찬가지로 기존 중장비와의 가장 큰 차이점은 소음이 없다. 보통 공사 현장에 가면 중장비들이 내는 소음으로 시끄러웠던, 전기 중장비들은 큰 소음을 내지 않았다. 작동 중인 프크레인 근처에서 대화를 해도 목소리가 충분히

히 들릴 수준이었다.

다만, 상용차들은 큰 배터리의 용량을 요구하는 만큼 배터리 가격 상승에 따라 비용 상승을 피할 수 없다. 불보는 현재 수소트럭도 개발 중이다. 스웨덴에서는 수소충전소가 5개 정도도 아직 보급이 미진한 상태다.

스웨덴 예테라마에서 개최된 제38회 세계전기자동차 학술대회 및 전시회(EVS38)의 행사장 근처에 있는 택시정류장에서는 전기차 무선충전 시설 3

개를 볼 수 있었다.

전기택시들은 파란색 네모 모양으로 충전 시설이라 표시된 주차장 위에 자리를 대지만 하얀 바로 충전이 시작됐다. 마치 스마트폰을 무선충전기 위에 올려두면 충전되는 것과 비슷한 원리이다. 길로 보아서는 그냥 주차장에 주차된 택시로 보일 뿐, 충전 중임을 알기 어려웠다.

무선충전 시설은 예테라마의 비즈니스예테라마, 불보차, 스웨덴 국립연구(RIS)로 구성된 '그린시타운 이니셔티브'에서 만들었다.

무선충전기의 용량은 최대 75kW로, 급속충전기 수준에 달했다. 다만, 충전기와 호환되는 불보차량이 최대 받아들일 수 있는 충전용량은 43kW라 해당 용량으로 충전을 하고 있다. 80kW 정도의 배터리 용량을 가진 전기차면 약 2시간 정도에 완충될 수 있다.

무선충전 시설을 관리하는 담당자는 충전요금 정산 방식에 대해 “모든 게 자동화 돼 있는 ‘플러그앤차지 시스템’으로 돼 있다”며 “차량마다 수신기가 있어 충전하면 알아서 청구서가 발송되는 방식이다. 충전 방식이 매우 편해 택시운전사들 사이에서 호평을 받고 있다”고 말했다.

다만, 모든 전기차가 무선충전을 할 수 있는 것은 아니다. 전기차마다 무선충전을 받을 수 있도록 장치를 별도로 달아야 한다. 즉 자동차 제조기업이 이를 도입해야 무선충전 서비스를 이용할 수 있는 것이다. 아직 스웨덴에서는 택시를 대상으로 시범사업을 운영하고 있는 수준으로 상용화 단계는 아니다.

해당 담당자는 화재 안전 문제에 대한 질문에는 “전기차 충전 중 열화상 카메라 주변을 모니터링한다. 이를 미칠 땐 즉시 기능이라고 한다”며 “충전 속도가 충전시설에 단절될 때 만약 동전이 달리지 않으면 시스템이 온도 상승을 감지해 자동으로 충전을 종료한다”고 밝혔다.

이원희 기자 wonhee4544@ekn.kr

반복되는 ‘전기요금 누진제’ 완화... 한전 재정 악화·요금체계 불균형

주택요금 누진 구간 1단계 300kWh, 2단계 450kWh로 상향
월 450kWh 사용가 약 2만2000원...4인가구 1만8000원 할인

정부가 늘 여름에도 주택용 전기요금의 누진제를 한시적으로 완화하기로 하면서, 한국전력공사의 재무 건전성과 전기요금 체계의 형평성 문제가 다시 도마에 올랐다.

11일 에너지경제 전문가들은 정부의 전기요금 누진제 완화 조치가 단기적 민심 달래기 효과 있을지 물리다 전력

시장 애국, 요금체계 불균형, 그리고 최근 정부와 국회가 추진 중인 상향 평준화의 ‘소득주조’의 2가 전기차 또는 하이브리드 차량”이라며 “최근에는 47%달라지

산업통상자원부는 7~8월 두 달 동안 △주택용 전기요금 1단계 누진 구간을 기존 200kWh → 300kWh로 △2단계 누진 구간을 400kWh → 450kWh로 상향 조정했다

고 밝혔다. 이에 따라 월 450kWh를 사용하는 가구는 약 2만2000원, 4인 가구 평균 사용량(400kWh)은 약 1만8000원의 할인 혜택을 받게 된다.

산업부는 이번 누진제 완화 조치 배경이 “생활 사용에 따른 전기요금 부담을 전제로 줄이기 위한”이라고 설명했다. 누진제 완화 조치는 2016년 이후 매년 반복되고 있다. 문제는 이 조치로 인한 부속은 적지 않다는 점이다.

여름에는 전력사용량이 늘면서 한전의 전력구입비도 오르지 않, 소매요금은

동결될 상태다. 한전은 지난해에도 수익이 줄어든다는 상황에서 추가 할인까지 해야 하는 구조에 내몰리고 있다.

한전 입장에서 여름철인 3분기에는 1년 중 전력판매에 매출이 많은 시기다. 2021~2024년 누진 적용만 약 35조원, 현재 총 부채는 206조원에 달하는 상황에서, 누진제 완화는 재무상태를 더욱 악화하는 셈이다.

정부는 최근 수년간 산업용 전기요금을 단계적으로 인상하고 있다. 반면 가정용은 정치적 부담으로 인해 사실상 인상

조절 없이 방치되거나 오히려 인하되고 있다. 이번 누진제 완화도 사실상 인하 조치나 다름없다.

이에 따라 일부 구간에서는 산업용보다 가정용 전기요금이 더 저렴해지는 ‘요금 역전 현상’도 발생하고 있다.

이번 대책은 에너지 소비자에게 가격 신호를 제대로 전달하고 효율을 유도하는 전기요금 본연의 기능을 무력화시킨다. 기후위기 대응과 탄소중립을 위한 에너지효율화는 시대적 흐름에도 정면 배치된다.

누진제 완화 조치는 최근 정부의 국회가 추진하고 있는 상향 개편안의 취지와도 반대 방향이라는 지적도 나온다.

전지성 기자 jse@ekn.kr

본 기사는 한국언론진흥재단의 2025년 KPF 다들로마-기후테크(전기화) 프로그램 지원을 받았습니다.

한국언론진흥재단
Korea Media Development Foundation

ENERGY INDEX (14일)	
원유(달러/배럴)	
브렌트	-1.15 69.11
두바이	+2.01 71.37
광물	
금(달러/온스)	-12.08 3343.51
은(달러/온스)	-0.21 38.74
동(달러/파운드)	-5.40 555.05
납(달러/톤)	-17.66 1970.22
아연(달러/톤)	-13.75 2724.39
상장지수 (코스피: 02-3707-3939)	

중부발전,印尼서 수송상당회 440만볼트 프로젝트 성과 달성

한국중부발전(사장 이영호)이 인도네시아 현지에서 운영 중인 발전 프로젝트와 연계한 수송상당회 및 현지 협력 네트워크 구축 활동을 성공적으로 마무리했다.

이번 시장개척단 활동은 한국중부발전이 SPC(특수목적법인) 형태로 운영 중인 자와 9~10세기, 파레노 1호기와 2호기, 탄중자터 발전소를 대상으로 진행한 가운데 한국중부발전의 해외동반자 협력회의 소속 회원사인 중수공업 10개 회사가 참여했다.

중부발전이 운영에 참여 중인 인도네시아 현지 발전소 현장에서 수송상당회를 개최하여 케이벨이스트, 에너시즈, 흥성공공 등 10개 협력기업이 배관 안전성과 시스템, 유압기, 솔레노이드 밸브 등 우수제품을 소개하고 상호 상담을 진행했다.

3차례에 걸친 이번 수송상당회 결과 총 411만 4000달러의 상담 성과, 169만 2000달러의 계약 가능성, 그리고 10만 2000달러 규모의 현지 계약이 있는 실질적 성과를 거두었다. 전지성 기자

다대포해상풍력 공공주도형 사업 코리오, 남부발전과 함께 참여

글로벌 해상풍력 전문 개발회사 코리오 제너레이션은 다대포 해상풍력이 올해 상반기 풍력 고정가격계약의 경쟁입찰에서 저를 제일 시장으로 신선했다. '공공 주도형 고정가격 해상풍력'에 한국남부발전과 함께 참여했다고 15일 밝혔다.

다대포 해상풍력은 동남권에서 추진 중인 해상풍력 프로젝트 중 하나로, 총 96메가와트(MW) 규모(발전설비 허가 기준)로 조성된다. 이는 약 10만 가구에 청정 전기를 공급할 수 있는 수준으로, 부산시의 2050 탄소중립 목표 실현에 실질적인 기여를 할 것으로 기대된다.

다대포 해역은 2019년부터 수차례 현장 정밀 실측 풍황 조사를 거쳤으며, 평균 7m/s 이상의 양질의 바람이 부는 것으로 확인됐다.

다대포 해상풍력 프로젝트를 추진 중인 코리오는 본 사업에서 부산에 본사를 둔 발전공기업 한국남부발전과 공동 개발 및 건설, 장기 운영을 하기로 협약을 맺었다. 사업이 실현되면 공공이 주도하고 민간이 참여하는 새로운 해상풍력 개발 모델이 구현될 것으로 기대된다.

특히 코리오는 다대포 해상풍력 프로젝트에 국내 최초로 10MW급 국내 해상풍력 터빈을 적용하고, 건설 및 운영 전 과정의 국산화를 계획하고 있다. 이원희 기자

“SMR, 재생에너지와 경쟁 피해 열시장으로 진출”

(소형모듈원전)

탄소중립 선도국 가다 핀란드 ④ 열에너지

핀란드는 2035년까지 국가 탄소중립 달성을 목표로 삼아 전 세계에서 탄소중립에 가장 앞서 있는 나라다. 우리나라보다 15년이나 빠르다. 핀란드는 풍부한 숲과 산원을 바탕으로 원자력과 풍력을 더해 일찌감치 전력 분야에서 거의 탄소중립을 달성했다. 전력시장은 재생에너지 맞춤형으로 실시간 수요와 공급에 따라 가격이 결정되는 구조를 갖췄다. 전력시장에는 정치적인 개입을 허용하지 않는다. 핀란드는 이제 탄소중립의 난봉굴목으로 여겨지는 산업, 수송, 열 분야에서 탄소중립 달성을 위해 도전 중이다. 핀란드가 인구 550만명의 작은 나라라 탄소중립을 평범하게 추진하고 있다고 생각하면 오산이다. 핀란드 산업 주축이었던 노키아가 휘청이면 핀란드 경제가 흔들렸다. 작은 내수 규모는 국내 산업을 육성하는 데 큰 도전을 주지 못했다. 경제도 쟁거야 하는데 연방도 위태롭다. 러시아 우크라이나 전쟁으로 러시아와 연결된 전력망이 끊겨 에너지 안보는 위기를 맞았다. 핀란드는 스웨덴하고 그리드(전력망)가 연결돼있지만, 핀란드 전동화 작업은 핀란드 전력망을 상호 가깝다고 표현한다. 에너지 전보가 경제에 끼친 구조적 의미다. 글로벌 경쟁에서 살아남기 위해 지속 가능한 기술을 끊임없이 개발하고, 수출 능력으로 삼기 위해 고군분투하는 핀란드인의 삶은 우리와 크게 다르지 않았다.

에너지경제신문은 탄소중립에 앞서 가고 있는 스웨덴과 핀란드의 정책 추진 과정과 고민을 살펴본다. 우리나라의 탄소중립 달성의 해법을 찾고자 '탄소중립 선도국 가다' 기획 기사를 연재한다. [편지주지]

<글 쓰는 순서>

- ① 전력시장
- ② 산업
- ③ 수송·배터리
- ④ 열에너지

“소형모듈원전(SMR)으로 열에너지를 공급하려 합니다. 핀란드의 전력도매시장에는 마이너스 가격이 나타나기에 전력을 생산하는 것은 투자 리스크가 큼니다. 전력시장에서 재생에너지와 경쟁하기보다는 열에너지 시장으로 가는 것이 더 안전합니다.”

라우리 푸라넨 스테디에너지 대표 겸 책임자는 핀란드의 SMR 개발사업에 대해 지난달 9일 이같이 소개했다. 스테디에너지는 오는 2028~2029년 SMR 첫 건설이 시작되는 것을 목표로 기술 개발 중입니다. 그가 이처럼 말한 배경에는 전력시장에서 재생에너지와 원전이 서로 충돌하는 경쟁상대가 될 수 있어서다.

원전과 재생에너지 모두 경쟁적 발전원이다. 원전의 경우 시스템상 한 번 돌리기 시작하면 가동을 중단하기 어렵다. 태양광과 풍력 발전의 경우 각각 햇빛과 바람에 따라 발전량이 결정되는 구조다.

즉 태양광과 풍력 발전량이 부족하거나 많아지는 상황에서 원전이 이에 맞춰 발전량을 조절하기 어렵다. 우리나라에서 원전과 재생에너지가 정치적으로 충돌하는 배경 중 하나다.

우리나라도 SMR이 전력시장에서 재생에너지와 경쟁하고 풍력의 공격 대상이 되기보다는 차라리 열에너지 시장으로 진출하는 것을 검토할 수 있겠다.

스테디에너지에서 개발 중인 원자로의 설비용량은 50메가와트(MW)로 원자로 여러 개를 모아 하나의 설비를 구축하는 식이다. 원자로 3기면 150MW의 SMR 설비를 갖추게 된다.

푸라넨 책임자는 “50MW급 원자로 하나로 약 2만~3만명의 열 수요를 감당할 수 있다. 기존 원자로와 가장 큰

핀란드에 예외는 아니다. 특히, 핀란드의 경우 우리나라와 달리 전력도매시장에서 마이너스 가격이 나타나지 않는다. 마이너스 가격은 바람이 강해 풍력발전량이 수요를 뛰어넘을 때 발생한다. 마이너스 가격이 나타나면 원전도 돈을 주고 전력을 받아야 하는 상황에 놓이게 된다. 반면, 핀란드의 열 시장은 비교적 안정적으로 열 가격이 보통 연도에 한번 바뀐다고 한다.

이에 스테디에너지는 SMR로 전력 대신 열에너지를 생산하는 방향으로 전략을 세웠다. 당초 원전이 우라늄으로 열을 만들고 물을 끓여 발전하는 방식인데, 여기서 발전하지 않고 생산한 열을 바로 시장에 파는 셈이다.

푸라넨 책임자는 “열생산에만 집중하면 새로운 것은 아니다”며 “이미 스위스, 중국, 체코, 헝가리 등 여러 나라에서 열 생산하는 원자로가 존재한다”고 밝혔다.

이러 “유럽에서는 열 생산에 화석연료 또는 바이오매스를 많이 사용하고 있다. 유럽 전역에서 청정 열에 대한 수요가 크다”며 “물론 한국 시장도 열 수요가 있으며 한국에 진출할 가능성도 열어두고 있다”고 덧붙였다.

스테디에너지는 열 생산에 화석연료 또는 바이오매스를 많이 사용하고 있다. 유럽 전역에서 청정 열에 대한 수요가 크다”며 “물론 한국 시장도 열 수요가 있으며 한국에 진출할 가능성도 열어두고 있다”고 덧붙였다.

스테디에너지는 열 생산에 화석연료 또는 바이오매스를 많이 사용하고 있다. 유럽 전역에서 청정 열에 대한 수요가 크다”며 “물론 한국 시장도 열 수요가 있으며 한국에 진출할 가능성도 열어두고 있다”고 덧붙였다.

스테디에너지는 열 생산에 화석연료 또는 바이오매스를 많이 사용하고 있다. 유럽 전역에서 청정 열에 대한 수요가 크다”며 “물론 한국 시장도 열 수요가 있으며 한국에 진출할 가능성도 열어두고 있다”고 덧붙였다.

스테디에너지는 열 생산에 화석연료 또는 바이오매스를 많이 사용하고 있다. 유럽 전역에서 청정 열에 대한 수요가 크다”며 “물론 한국 시장도 열 수요가 있으며 한국에 진출할 가능성도 열어두고 있다”고 덧붙였다.

스테디에너지는 열 생산에 화석연료 또는 바이오매스를 많이 사용하고 있다. 유럽 전역에서 청정 열에 대한 수요가 크다”며 “물론 한국 시장도 열 수요가 있으며 한국에 진출할 가능성도 열어두고 있다”고 덧붙였다.

스테디에너지는 열 생산에 화석연료 또는 바이오매스를 많이 사용하고 있다. 유럽 전역에서 청정 열에 대한 수요가 크다”며 “물론 한국 시장도 열 수요가 있으며 한국에 진출할 가능성도 열어두고 있다”고 덧붙였다.

스테디에너지는 열 생산에 화석연료 또는 바이오매스를 많이 사용하고 있다. 유럽 전역에서 청정 열에 대한 수요가 크다”며 “물론 한국 시장도 열 수요가 있으며 한국에 진출할 가능성도 열어두고 있다”고 덧붙였다.

스테디에너지는 열 생산에 화석연료 또는 바이오매스를 많이 사용하고 있다. 유럽 전역에서 청정 열에 대한 수요가 크다”며 “물론 한국 시장도 열 수요가 있으며 한국에 진출할 가능성도 열어두고 있다”고 덧붙였다.

스테디에너지는 열 생산에 화석연료 또는 바이오매스를 많이 사용하고 있다. 유럽 전역에서 청정 열에 대한 수요가 크다”며 “물론 한국 시장도 열 수요가 있으며 한국에 진출할 가능성도 열어두고 있다”고 덧붙였다.

스테디에너지는 열 생산에 화석연료 또는 바이오매스를 많이 사용하고 있다. 유럽 전역에서 청정 열에 대한 수요가 크다”며 “물론 한국 시장도 열 수요가 있으며 한국에 진출할 가능성도 열어두고 있다”고 덧붙였다.

스테디에너지는 열 생산에 화석연료 또는 바이오매스를 많이 사용하고 있다. 유럽 전역에서 청정 열에 대한 수요가 크다”며 “물론 한국 시장도 열 수요가 있으며 한국에 진출할 가능성도 열어두고 있다”고 덧붙였다.

스테디에너지는 열 생산에 화석연료 또는 바이오매스를 많이 사용하고 있다. 유럽 전역에서 청정 열에 대한 수요가 크다”며 “물론 한국 시장도 열 수요가 있으며 한국에 진출할 가능성도 열어두고 있다”고 덧붙였다.



핀란드 히트펌프



스테디에너지에서 개발 중인 소형모듈원전(SMR) 조감도.

스테디에너지, 2028년 첫 SMR 건설 목표로 기술 개발 “핀란드 전력시장에 마이너스 가격 나와 투자리스크 커” “유럽 전역서 청정 열 수요 많아, 한국 시장 진출도 염두” 열생산 절반 바이오매스 의존, 히트펌프로 전기화 추진

자이는 자리에 위치한다는 점과 열 제거 시스템이 다르다는 점”이라며 “개발 중인 SMR은 수조 안에 원자로가 놓여있고 열이 수조로 이동하면서 수계 열 교환기와 부가적인 열이 안전하게 유지된다”고 설명했다.

그는 “원전으로 열을 공급한다는 개념은 새로운 것은 아니다”며 “이미 스위스, 중국, 체코, 헝가리 등 여러 나라에서 열 생산하는 원자로가 존재한다”고 밝혔다.

이러 “유럽에서는 열 생산에 화석연료 또는 바이오매스를 많이 사용하고 있다. 유럽 전역에서 청정 열에 대한 수요가 크다”며 “물론 한국 시장도 열 수요가 있으며 한국에 진출할 가능성도 열어두고 있다”고 덧붙였다.

스테디에너지는 열 생산에 화석연료 또는 바이오매스를 많이 사용하고 있다. 유럽 전역에서 청정 열에 대한 수요가 크다”며 “물론 한국 시장도 열 수요가 있으며 한국에 진출할 가능성도 열어두고 있다”고 덧붙였다.

스테디에너지는 열 생산에 화석연료 또는 바이오매스를 많이 사용하고 있다. 유럽 전역에서 청정 열에 대한 수요가 크다”며 “물론 한국 시장도 열 수요가 있으며 한국에 진출할 가능성도 열어두고 있다”고 덧붙였다.

스테디에너지는 열 생산에 화석연료 또는 바이오매스를 많이 사용하고 있다. 유럽 전역에서 청정 열에 대한 수요가 크다”며 “물론 한국 시장도 열 수요가 있으며 한국에 진출할 가능성도 열어두고 있다”고 덧붙였다.

스테디에너지는 열 생산에 화석연료 또는 바이오매스를 많이 사용하고 있다. 유럽 전역에서 청정 열에 대한 수요가 크다”며 “물론 한국 시장도 열 수요가 있으며 한국에 진출할 가능성도 열어두고 있다”고 덧붙였다.

스테디에너지는 열 생산에 화석연료 또는 바이오매스를 많이 사용하고 있다. 유럽 전역에서 청정 열에 대한 수요가 크다”며 “물론 한국 시장도 열 수요가 있으며 한국에 진출할 가능성도 열어두고 있다”고 덧붙였다.

스테디에너지는 열 생산에 화석연료 또는 바이오매스를 많이 사용하고 있다. 유럽 전역에서 청정 열에 대한 수요가 크다”며 “물론 한국 시장도 열 수요가 있으며 한국에 진출할 가능성도 열어두고 있다”고 덧붙였다.

스테디에너지는 열 생산에 화석연료 또는 바이오매스를 많이 사용하고 있다. 유럽 전역에서 청정 열에 대한 수요가 크다”며 “물론 한국 시장도 열 수요가 있으며 한국에 진출할 가능성도 열어두고 있다”고 덧붙였다.

스테디에너지는 열 생산에 화석연료 또는 바이오매스를 많이 사용하고 있다. 유럽 전역에서 청정 열에 대한 수요가 크다”며 “물론 한국 시장도 열 수요가 있으며 한국에 진출할 가능성도 열어두고 있다”고 덧붙였다.

스테디에너지는 열 생산에 화석연료 또는 바이오매스를 많이 사용하고 있다. 유럽 전역에서 청정 열에 대한 수요가 크다”며 “물론 한국 시장도 열 수요가 있으며 한국에 진출할 가능성도 열어두고 있다”고 덧붙였다.

스테디에너지는 열 생산에 화석연료 또는 바이오매스를 많이 사용하고 있다. 유럽 전역에서 청정 열에 대한 수요가 크다”며 “물론 한국 시장도 열 수요가 있으며 한국에 진출할 가능성도 열어두고 있다”고 덧붙였다.

스테디에너지는 열 생산에 화석연료 또는 바이오매스를 많이 사용하고 있다. 유럽 전역에서 청정 열에 대한 수요가 크다”며 “물론 한국 시장도 열 수요가 있으며 한국에 진출할 가능성도 열어두고 있다”고 덧붙였다.

나가는 질문은 무라넨 책임자는 “약한 전 우르피오 지역 주민을 대상으로 설문조사를 실시했다. 결과적으로 핀란드는 매우 친환경 분위기다. 해당 도시에 원자력을 지역난방시설로 설치하는 데 75% 이상의 주민이 긍정적으로 평가했다”고 밝혔다.

그는 “핀란드는 세계 최초로 사용후 핵연료의 영구저장소를 운영할 국가”라며 “사람들은 이제 재생에너지만으로 기후변화를 해결할 수 없다는 것을 알고 원전이 필요하다는 인식을 갖게 됐다”고 강조했다.

스테디에너지는 지난 2023년 핀란드 기술연구센터(VTT)에서 분사된 기업으로 현재 200명의 전문가들이 SMR 설계에 참여하고 있다.

핀란드 기업은 열 생산의 전기화를 위해 히트펌프 기술개발에도 적극 나

서고 있다. 1961년 설립된 바비 개발업인 오일핀은 현재 히트펌프 개발을 위해 연매출의 6%를 연구개발(R&D)에 투자하고 있다. 이들은 한국 부산에 선박에서 쓰는 배터리를 납품했는데 배 배 가스 및 석탄으로 열을 내는 설비를 공급했다.

오일핀 관계자는 “현재 100킬로와트(kW)부터 수천kW급의 냉방과 난방을 동시에 제공 가능한 산업용 히트펌프를 제조하고 있다”며 “산업 및 주거용 열 생산의 탈탄소화를 위해 전기화가 핵심이라고 보고 있다”고 밝혔다.

현재 핀란드는 전력생산의 85%가 석탄, 수력, 원전, 바이오매스 등 재생에너지와 무탄소에너지로 구성돼 있다. 즉 히트펌프 등을 통해 열 생산의 전기화를 이루면 열 분야도 탄소중립을 달성할 수 있는 것이다.

이처럼 핀란드는 열 생산에서 화석연료나 유류연료(EO)에서 나오는 화석자원을 즉 바이오에너지를 많이 쓰고 있다.

핀란드의 또 다른 에너지 기업인 바탄 에너텍이와 유하 루오미와 커뮤 나케이션 담당은 바이오에너지 관련 논의를 하는 질문은 “그리고 규정에 따르면 바이오에너스는 반드시 지속 가능한 공급원에서 나와야 하고 목재의 다른 용도를 우선 고려한 뒤 나무 부산물이야 한다”며 “일확 천금을 따내는 건 금지돼 있다. 다른 더 나은 용도가 없는 경우에만 목재칩을 에너지원으로 사용 할 수 있다”고 설명했다.

비즈니스 핀란드에 따르면 2023년 기준 전체 열 생산량 35.5테라와트시(TWh) 중 산림목재연료 30%, 산업목재 잔여물 12%, 기타 바이오연료 6%, 폐기물 10%, 화수열 16%, 전기보일러 4%, 천연가스 7%, 토탄 6%, 석탄 6%, 석유 3%로 구성됐다. 다만, 지난 1월 1일부터 핀란드는 석탄을 이용한 에너지 생산을 중단했다.

이원희 기자 wonhe544@ekn.kr

본 기사는 한국에너지신문의 2025년 KPF 디플로마 -기후테크(전기화) 프로그램 지원을 받았습니다.

남동발전, 발전공기업 첫 자체 생산 재생에너지 판매

기아와 직접 PPA 전력 거래 도입...RE100 구현 앞장 ‘남동에너지 신작로 2040’의 실질적 실행 사례로 주목

한국남동발전(사장 강기윤)이 발전공기업 최초로 자체 재생에너지 설비를 생산한 전력을 직접 판매할 수 있는 화로를 개척했다.

한국남동발전은 최근 기아(기아)와 재생에너지 공급계약(PPA) 계약을 맺고, 지난달 25일부터 기아 오토랜드 화성공장에서 재생에너지 전력을 직접 공급한다고 15일 밝혔다.

이번 계약을 통해 남동발전은 기아에

연간 약 1215MW의 재생에너지 전력을 공급하게 된다. 이는 약 3,200가구가 한 달간 사용할 수 있는 전력량으로 전기가 15,000대를 완충할 수 있는 수준이다.

남동발전은 이번 직접 전력 공급 계약을 통해 국내 기업의 RE100 달성을 돕고, 나아가 재생에너지 전력 확대를 통한 기후 위기 대응 및 탄소중립 실현에 실질적인 기여를 할 것으로 기대된다.

이번 PPA 계약은 발전공기업 최초로



남동발전 본사

남동발전이 자체 보유한 태양광 설비를 통한 재생에너지 공급 실적을 확보하고, 신작로 주목 받고 있다.

이는 발전업자로서 재생에너지자들

통한 전력생산뿐만 아니라 이렇게 생산한 전력을 직접 공급하는 재생에너지 공급사업자로서 역할을 한다는 점에서 의미가 크다.

또한 발전공기업이 민간 기업의 RE100 달성을 직접적으로 지원하며, 국내 재생에너지 시장에 민간-공공 협력 사례를 제시했다는 점에서도 관심을 끌고 있다.

한편, 남동발전은 최근 발표한 ‘남동에너지 신작로 2040 비전’을 통해 2040년까지 석탄화력을 폐쇄하고, 재생에너지 중심의 24,000MW 전원 확보, 연간 3,800억 원 규모의 주민참여형 연금 조

성, 20대부터 40대까지 신규 청년일자리 50만개 창출 등 국가에너지 대전환 전략을 주도하는 역할을 선언한 바 있다.

이번 직접 재생에너지 전력 공급을 통한 RE100 달성 지원은 ‘남동에너지 신작로 비전’의 실질적 실행 사례이다. 앞으로 남동발전은 전국 5대 권역에 재생에너지 공급 인프라를 구축하고, 산업계의 RE100 달성 및 수요를 적극 발굴해 지원할 계획이다.

강기윤 한국남동발전 사장은 “이번 계약은 단순한 전력 공급을 넘어, 공공부문이 주도하는 탈탄소 전환의 상징적 사례가 될 것”이라며, “앞으로도 해상풍력·수소·수소 등 친환경 전원 확대를 통해 남동발전이 RE100 실현과 에너지전환을 선도해나갈 것”고 밝혔다.

전지성 기자 jjs@ekn.kr

ENERGY INDEX (7월)	
원유(달러/배럴)	
브렌트	+1.00 69.52
두바이	-0.01 68.52
광물	
금(달러/온스)	+8.16 3338.97
은(달러/온스)	+0.18 38.30
동(달러/파운드)	+1.35 551.25
납(달러/톤)	-0.33 1945.15
아연(달러/톤)	+31.75 2733.90
상장지수 (코스피: 02-3707-3939)	

美, 중국산 태양광 폴리실리온에 추가관세 가능성...OCI 반사이익

미국 상무부버판드-태양광 패널의 핵심소재인 폴리실리온 등에 추가 관세 부과 가능성을 내비쳤다. 폴리실리온 관세는 중국산에 부과할 가능성이 높아 국내 업체에는 손해가 될 가능성이 있다. 다만, 아직 관세 부과 방향이 확실치 않아 국내 업체에 타격이 될 가능성도 있는 상황이다.

18일 태양광 업계에 따르면 최근 미국 상무부는 폴리실리온 국내 생산량의 수와 총액 여부, 외국 공급량의 영향, 외국이 수출 통제에 나설 가능성, 현재 또는 쿼터의 필요성 등 해당 품목의 국가안보 영향 분석에 착수했다.

폴리실리온은 태양광 셀의 원료가 되는 물질이다. 현재 폴리실리온 시장은 중국산이 낮은 가격을 통해 글로벌 시장을 장악하고 있다. 미국은 이미 중국산 폴리실리온에 50%의 관세를 매기고 있지만, 이것만으로는 중국 가격을 따라 갈 수 없어 추가 관세를 매기려는 것으로 해석되고 있다.

OCI홀딩스는 폴리실리온을 팔아 이익에서 생산해 수출하고 있다. 미국에서 반덤핑 관세가 부과된 중국산 제품에 비해 비교우위를 갖고 있었다. 이번엔 중국산 관세가 추가 부과된다면 OCI홀딩스의 폴리실리온 우위는 더 높아질 수 있다.

당전 전통신장 김중호우 피해 동서발전, 신속 복구지원 나서

한국동서발전(사장 권병호)이 집중 호우로 큰 피해를 입은 충남 당전 전통신장 일대의 신속한 복구 지원에 긴급 지원을 아끼지 않았다.

당전 새벽, 당전지역에는 시간당 100mm에 달하는 기록적인 폭우가 쏟아져 당전전압이 뚝뚝 끊어졌다. 당전전압이 끊어지자 당전지역에 긴급 복구 지원을 아끼지 않았다.

한국동서발전 당전발전본부에는 수해 복구 지원 긴급 지원금 500만 원을 전액 지원했다. 해당 지원금은 접수된 상가 복구 및 현장 대응에 활용됐다.

또한, 회사는 노동조합 및 한전KPS, 한전산업개발, 금광PSC, 원전파워 등 4개 협력사와 함께 총 60여 명의 봉사단을 꾸려 피해 현장을 찾아, 상가 주변 정리, 폐기물 수거 등 복구 작업을 도왔다.

권병호 사장은 "이례적인 집중호우로 피해를 입은 시장 상인 여러분께 깊은 위로의 말씀을 드린다"며 "앞으로도 동서발전은 어려운 시기를 수복 지역사회의 상생하며, 회복을 함께 만들어 가는 공기업으로서 책임을 다하겠다"고 밝혔다.

전지성 기자

수중의 전기선박, 에너지 90% 절감...韓 진출도 검토

스웨덴 '칸델라' 전기선박

스웨덴은 2045년까지 국가 탄소중립 달성을 목표로 삼았다. 이를 따라 핀란드보다는 10년 느리지만 우리나라보다는 5년 빠르다.

스웨덴에는 수력과 풍력발전 등 재생에너지 자원이 풍부하다. 여기에 원자력 발전을 더해 전력 분야에서는 거의 탄소중립을 달성했다. 유럽연합(EU)과 전력을 공유하며 전력수요와 공급에 따라 가격이 결정되는 전력시장 구조를 갖췄다. 생산한 전력의 약 20%는 수출해 유럽 최대 전력 수출국이라 자부한다. 스웨덴은 인구 1050만여명의 작은 나라다. 그럼에도 유럽 주요 국가들과 경쟁할 수 있게 국가 총 역량을 결집하고 있다.

스웨덴은 주요 연구기관을 통합해 국정연구기관인 'RISE'를 만들어 유럽 최대의 연구기관 중 하나로 키웠다. RISE는 탄소중립 관련 기술을 개발하며 스웨덴 기업에 기술을 전수하고 있다. 스웨덴의 하타치에너지는 우리 나라에서 제2차와 육지를 연결하는 초고압직류송전(HVDC)을 설비금 및 시공했다. 북보는 대형화물차와 중장비의 전기화, 칸델라는 전기보트 보급을, 예테르마 항만청은 친환경 선박 확대를 유도하며 수송분야 탄소중립 달성을 위해 노력 중이다.

글로벌 경쟁에서 살아남기 위해 지속 가능한 기술을 끊임없이 개발하고, 수출 동력으로 삼기 위해 고교본두하는 스웨덴인의 삶은 우리와 크게 다르지 않다. 에너지경제신문은 탄소중립에 앞서 가고 있는 스웨덴과 핀란드의 정책 추진 과정과 고교본 살피며, 우리나라의 탄소중립 달성의 해법을 찾고자 '탄소중립 선도국 가다' 기획 기사를 연재한다. [편집자주]

<글 쓰는 순서>

1. 전력시장
2. 산업
3. 수송-배터리
4. 친환경 선박

스웨덴의 수도 스톡홀름은 서울의 한강처럼 발트해가 도시 중앙을 가로지르고 있다. 스톡홀름에 위치한 부두에는 작은 마들바스 크기의 30인승 전기보트인 P-12가 있었다. P-12는 스톡홀름에서 섬을 잇는 대중교통 중 하나로 활용되고 있다.

P-12의 가장 큰 특징 중 하나는 선박 선체를 정지할 때 좌우로 돌리며, 물의 흐름을 최대한 줄여 마치 하늘을 날아가듯이 가는 수중여객이 가능하다는 점이다. 이는 물의 저항을 최대한 줄여서 전기선박의 전기사용량을 최대한 줄이기 위해 도입된 기술이다. 수중의 상태로는 더 빠르게 갈 수 있어 약 50km/h 속도를 낼 수 있다.

기자가 지난날 13일 스웨덴의 전기선박 기업인 칸델라를 방문해 직접 전기선박을 타고 실제 수중이 상태를 경험해 볼 기회, 속도가 빨라지는 데도, 오히려 배의 소음과 흔들림은 줄어드는 느낌을 받았다.

스웨덴은 승차 및 상용차, 중장비 등 수송에서 탄소중립 달성을 위해 전기화를 추진하고 있다. 전기선박 또한 전기와 대량에 예외는 아니었다.

그러나 아직 전기선박이 하나의 주력 교통수단으로 자리 잡기 위해서는 비용 절감 및 한송 편의성 등 넘어야 할 벽이 많다.

우리나라 서울에서도 한강바스라는 이름으로 선박을 대중교통화 하려고 하고 있다. 칸델라의 전기선박은 우리나라에서 참고할 만한 사업이다.

또한, 스웨덴은 대규모 선박 및 항만 등 해운산업의 탄소중립을 위해서도 노력을 기울이고 있다. 전 세계 해운산업의 탈탄소화를 추진하고 있어 우리나라도 글로벌 추세에 따라 해운산업의 탄소중립을 달성해야 한다.

칸델라가 전기선박에 수중이 시스템을 도입한 이유는 최대한 비용을 줄이기 위해서다. 스웨덴은 국가 전체 전력의 95%는 재생에너지와 원자력 발전 등으로 생산한다. 전기선박을 쓰면 탄소배출은 감소하지만 문제는 전기요금이다.

수중이 상태에 도달하면 일반전력 보트로 갈 때보다 최대 90%의 에너지 비용을 줄일 수 있다. P-12는 총 6개의 배터리로 구성, 시속 50km 주행 시 최대 70~80km까지 항해가 가능하다. 충전은 부두에 설치된 전용 충전기로 한다.

비용이 절감되면 그만큼 소비자에게 저렴한 요금을 부과할 수 있다. 다른 대중교통과 비교해 경쟁력을 얻을 수 있다. 칸델라의 고교본도 여기에 있다. 전기선박이 대중교통으로서 자리잡으려면 결국 소비자에게 선박을 받을 만큼 경쟁력이 있어야 하는 것이다.

전기선박을 타는 것은 버스나 지하철과 비교할 때 관습이 불편한 문제였다. 강변에서 타야 하는 만큼 접근도 떨어진다. 우리나라 한강에서도 한강 강변이 지하철역 혹은 버스정류장 경쟁력이 있어야 하는 것이다.

전기선박을 타는 것은 버스나 지하철과 비교할 때 관습이 불편한 문제였다. 강변에서 타야 하는 만큼 접근도 떨어진다. 우리나라 한강에서도 한강 강변이 지하철역 혹은 버스정류장 경쟁력이 있어야 하는 것이다.

전기선박을 타는 것은 버스나 지하철과 비교할 때 관습이 불편한 문제였다. 강변에서 타야 하는 만큼 접근도 떨어진다. 우리나라 한강에서도 한강 강변이 지하철역 혹은 버스정류장 경쟁력이 있어야 하는 것이다.

전기선박을 타는 것은 버스나 지하철과 비교할 때 관습이 불편한 문제였다. 강변에서 타야 하는 만큼 접근도 떨어진다. 우리나라 한강에서도 한강 강변이 지하철역 혹은 버스정류장 경쟁력이 있어야 하는 것이다.

전기선박을 타는 것은 버스나 지하철과 비교할 때 관습이 불편한 문제였다. 강변에서 타야 하는 만큼 접근도 떨어진다. 우리나라 한강에서도 한강 강변이 지하철역 혹은 버스정류장 경쟁력이 있어야 하는 것이다.

전기선박을 타는 것은 버스나 지하철과 비교할 때 관습이 불편한 문제였다. 강변에서 타야 하는 만큼 접근도 떨어진다. 우리나라 한강에서도 한강 강변이 지하철역 혹은 버스정류장 경쟁력이 있어야 하는 것이다.

전기선박을 타는 것은 버스나 지하철과 비교할 때 관습이 불편한 문제였다. 강변에서 타야 하는 만큼 접근도 떨어진다. 우리나라 한강에서도 한강 강변이 지하철역 혹은 버스정류장 경쟁력이 있어야 하는 것이다.

전기선박을 타는 것은 버스나 지하철과 비교할 때 관습이 불편한 문제였다. 강변에서 타야 하는 만큼 접근도 떨어진다. 우리나라 한강에서도 한강 강변이 지하철역 혹은 버스정류장 경쟁력이 있어야 하는 것이다.



스웨덴 스톡홀름 부두에 위치한 칸델라 전기선박 P-12의 모습.

사진: 이원희 기자



에테르마 항만청이 보유한 전기선박의 모습.

사진: 언론전문기자 디플로마 취재단

목표한 최대한 줄여 에너지 대폭 절감...목포·부산 진출 검토 2030년 탄소 70% 저감 달성...저탄소 연료 사용시 인센티브

과 멀어 환승하는 데 불편하다는 평가가 있다.

이날 브랑겐벨트 칸델라 비즈니스 개발 및 중도 책임자는 불편한 환승을 극복할 방안으로 "비용절감으로 전기선박을 버스처럼 10분에 한 대씩 운영할 수 있다면 사람들이 훨씬 편하게 전기선박을 타러갈 수 있다"며 "이때부터는 공공교통시스템과 통합이 이뤄질 수 있다고 생각한다. 전기선박을 탈 수 있는 곳까지 버스 노선이 연장되는 게 가능해질 것"이라고 밝혔다.

칸델라는우리나라 진출도 검토하고 있다. 여의도에서 잠실까지 총 14km인 데, 자동차로 가면 교통체증 때문에 대략 1시간 이상 걸린다. 반면 전기선박은 10분 만에 1시간 이상 걸리는 데도, 오히려 배의 소음과 흔들림은 줄어드는 느낌을 받았다.

스웨덴은 승차 및 상용차, 중장비 등 수송에서 탄소중립 달성을 위해 전기화를 추진하고 있다. 전기선박 또한 전기와 대량에 예외는 아니었다.

그러나 아직 전기선박이 하나의 주력 교통수단으로 자리 잡기 위해서는 비용 절감 및 한송 편의성 등 넘어야 할 벽이 많다.

우리나라 서울에서도 한강바스라는 이름으로 선박을 대중교통화 하려고 하고 있다. 칸델라의 전기선박은 우리나라에서 참고할 만한 사업이다.

또한, 스웨덴은 대규모 선박 및 항만 등 해운산업의 탄소중립을 위해서도 노력을 기울이고 있다. 전 세계 해운산업의 탈탄소화를 추진하고 있어 우리나라도 글로벌 추세에 따라 해운산업의 탄소중립을 달성해야 한다.

칸델라가 전기선박에 수중이 시스템을 도입한 이유는 최대한 비용을 줄이기 위해서다. 스웨덴은 국가 전체 전력의 95%는 재생에너지와 원자력 발전 등으로 생산한다. 전기선박을 쓰면 탄소배출은 감소하지만 문제는 전기요금이다.

수중이 상태에 도달하면 일반전력 보트로 갈 때보다 최대 90%의 에너지 비용을 줄일 수 있다. P-12는 총 6개의 배터리로 구성, 시속 50km 주행 시 최대 70~80km까지 항해가 가능하다. 충전은 부두에 설치된 전용 충전기로 한다.

비용이 절감되면 그만큼 소비자에게 저렴한 요금을 부과할 수 있다. 다른 대중교통과 비교해 경쟁력을 얻을 수 있다. 칸델라의 고교본도 여기에 있다. 전기선박이 대중교통으로서 자리잡으려면 결국 소비자에게 선박을 받을 만큼 경쟁력이 있어야 하는 것이다.

전기선박을 타는 것은 버스나 지하철과 비교할 때 관습이 불편한 문제였다. 강변에서 타야 하는 만큼 접근도 떨어진다. 우리나라 한강에서도 한강 강변이 지하철역 혹은 버스정류장 경쟁력이 있어야 하는 것이다.

전기선박을 타는 것은 버스나 지하철과 비교할 때 관습이 불편한 문제였다. 강변에서 타야 하는 만큼 접근도 떨어진다. 우리나라 한강에서도 한강 강변이 지하철역 혹은 버스정류장 경쟁력이 있어야 하는 것이다.

전기선박을 타는 것은 버스나 지하철과 비교할 때 관습이 불편한 문제였다. 강변에서 타야 하는 만큼 접근도 떨어진다. 우리나라 한강에서도 한강 강변이 지하철역 혹은 버스정류장 경쟁력이 있어야 하는 것이다.

전기선박을 타는 것은 버스나 지하철과 비교할 때 관습이 불편한 문제였다. 강변에서 타야 하는 만큼 접근도 떨어진다. 우리나라 한강에서도 한강 강변이 지하철역 혹은 버스정류장 경쟁력이 있어야 하는 것이다.

전기선박을 타는 것은 버스나 지하철과 비교할 때 관습이 불편한 문제였다. 강변에서 타야 하는 만큼 접근도 떨어진다. 우리나라 한강에서도 한강 강변이 지하철역 혹은 버스정류장 경쟁력이 있어야 하는 것이다.

전기선박을 타는 것은 버스나 지하철과 비교할 때 관습이 불편한 문제였다. 강변에서 타야 하는 만큼 접근도 떨어진다. 우리나라 한강에서도 한강 강변이 지하철역 혹은 버스정류장 경쟁력이 있어야 하는 것이다.

전기선박을 타는 것은 버스나 지하철과 비교할 때 관습이 불편한 문제였다. 강변에서 타야 하는 만큼 접근도 떨어진다. 우리나라 한강에서도 한강 강변이 지하철역 혹은 버스정류장 경쟁력이 있어야 하는 것이다.

수소도 공급하려고 하고 있다.

유엔(UN) 산하 국제해사기구(IMO)에 따르면 해운산업 부문의 연간 탄소배출량은 약 10억 톤 규모로 전체 온실가스 배출량의 약 3%를 차지한다. IMO는 2050년 해운산업의 탄소중립 달성을 목표로 세웠다.

하지만 대규모 선박을 전기화하거나 연료를 재생연료로 대체하는 데 비용이 많이 들어 실현하기 어렵다는 평가를 받는다.

에테르마 항만청 관계자는 "탄소규제를 잘 지키는 선박에는 탄보 사용료를 할인해주는 등 인센티브를 주려고 한다. 천연가스 새로운 연료를 쓸 수 있도록 관련 규제를 잡고 가려 한다"며 "수소 대체는 아니다. 그러나 해운산업의 탈탄소화를 위해 유럽 국가들과 협력한다"고 말했다.

에테르마 항만청은 선박 연료 공급을 위해 액화천연가스(LNG), 액화바이오가스(LBG), 바이오연료 등 다양한 연료를 제공하고 있다. 또한, 알모니아와 수소연료를 공급하기 위한 연구개발도 진행 중이다. 알모니아의 경우 수송이 편리한 시점이 2030년경으로 보고 있다. 수소는 부피가 크다는 문제로 선박에 활용하기 위해서는 좀 더 기술개발이 필요할 것으로 보고 있다.

이들은 선박 외에서 배출을 줄이기 위해서는 항만에서 사용하는 작은 선박 및 장비들의 전기화를 추진 중이다. 특히, 항만 바다에서 이동 중인 선박 점검 수단으로 쓰이는 작은 배들을 전기선박으로 대체하고 있다.

이원희 기자 wonhee54@ekn.kr

본 기사는 한국언론진흥재단의 2025년 KPF 디플로마-기후테크(전기화) 프로그램 지원을 받았습니니다.

"탈원전 아니다"는 김성환... 원전업계 "12차 전기본에 본심 나올 것"

(환경창간 후보자)

11차 전기본 신규 원전으로 한정한다면 사실상 탈원전이나 다를 게 없어 12차 전기본에 반영 여부에 본심...원전 수출, 내수 기밀 앞서는 안돼"

"탈원전 아니다"라는 김성환 환경부장관 후보자의 청문회 발언에도 불구하고, 원자력 업계 내부에서는 신뢰보다는 '유보적 관망'의 분위기가 강하게 감지되고 있다. 김 후보자는 향후 환경부와 산업부 에너지분야가 합쳐져 신설되는 기후에너지부의 초대장관이 될 가능성이 높아 원전업계로서는 그의 과거 발언과 현재 인식에 민감한 수밖에 없다.

18일 원전업계 관계자들에 따르면 김 후보자가 언급한 '원전 활용'이 현재 여야 합의로 확정된 11차 전력수급기본계획(전기본)에 포함된 범위와 국한될 가능성이 크다. 김 후보자는 신규 원전이 반영되지 않으면 결국 탈원전과 다름없다는 지적이 나오고 있다.

김성환 후보자는 15일 청문회에서 "재생에너지만으로는 부족하고, 기후위기를 해결하기 위해서는 원전도 불가피하다"고 말했다. 김보에 탈원전 기조에서 벗어난 듯한 발언이었지만, 업계 인사들은 "이는 사실상 이미 결정된 계획 이행에 그칠 뿐"이라고 해석했다.

이에 대해 노동성 서울대미래정책센터 연구원은 "여야 합의로 확정된 11차 전기본에 포함된 2기 신규 원전의 추가는 어렵다는 신호로 보인다"며 "결국 12차 전기본에서 신규가 빠지면 원전 생태계는 유지될 수 없다"고 말했다.

다. 특히 국내 중소 원전 부품업체들은 추가 수주와 사업 계획이 없으면 향후 수

년 내에 공급망 붕괴가 가속화될 수 있다고 우려한다.

장부의 11차 전기본에는 신원전을 3~4호기 및 소형모듈원전(SMR) 1기, 원전 SMR을 원전 계속운전 확대 등이 담겼다. 12차 계획에서는 신규 원전의 확대 혹은 축소 여부가 핵심 변수로 떠오를 전망이다.

원전업계는 "김 후보자의 발언은 원전 생태계의 '기대'를 자극하기에 부족하며, 결국 후속 전기본에 신규가 포함되는지 정책의 정정성을 가능할 수 있다"고 입을 모은다.

또 다른 업계 관계자는 "탈원전"을

전 아니다"라고 하지만, 정책의 디테일은 숫자에 담긴다"며 "가장 계획이지만 12차는 원전 생태계를 지킬 수 없다. 12차 계획에서 신규 원전만 포함된다면 업계는 명확히 탈원전 정책으로 판단할 것"이라고 말했다.

12차 전기본은 원전에 올해까지 수립해야 한다. 11차가 2년 가까이 늦어졌고, 기후에너지부 신설은 의지까지 나오고 있어 12차 수립도 훨씬 앞설 것으로 보인다.

기울 연력의 유무, 부품 공급망의 파괴는 원전 생태계가 겪는 위기는 일시적인 수주는 해결되지 않는다. 업계는 "APR 1400이 SMR 등 기술수출을 결국 수

가만 없이는 성립되지 않는다"고 강조한다.

전지성 기자 jee@ekn.kr

뉴스1 이형진 기자

25. 7. 18. 오전 7:09

"광물부터 재활용까지"...핀란드, 'K-배터리' 유럽 허브 역할 될까 - 뉴스1

뉴스1

"광물부터 재활용까지"...핀란드, 'K-배터리' 유럽 허브 역할 될까

이형진 기자

2025.06.29 오전 09:00

"유럽서 유일 리튬·코발트·니켈 모두 매장된 나라"...지정학적 의미 커
"한국과 핀란드, 배터리 산업 내 다른 카테고리 강점...상호 보완 기회"



마르쿠 키비스퇴(Markku Kivistö) 비즈니스 핀란드 산업·클린테크 책임자가 지난 5일 한국언론진흥재단 디플로마 '기후 테크' 일정으로 비즈니스 핀란드를 방문한 한국 취재진에게 배터리 관련 내용을 발표하고 있다. © News1 이형진 기자

(헬싱키=뉴스1) 이형진 기자

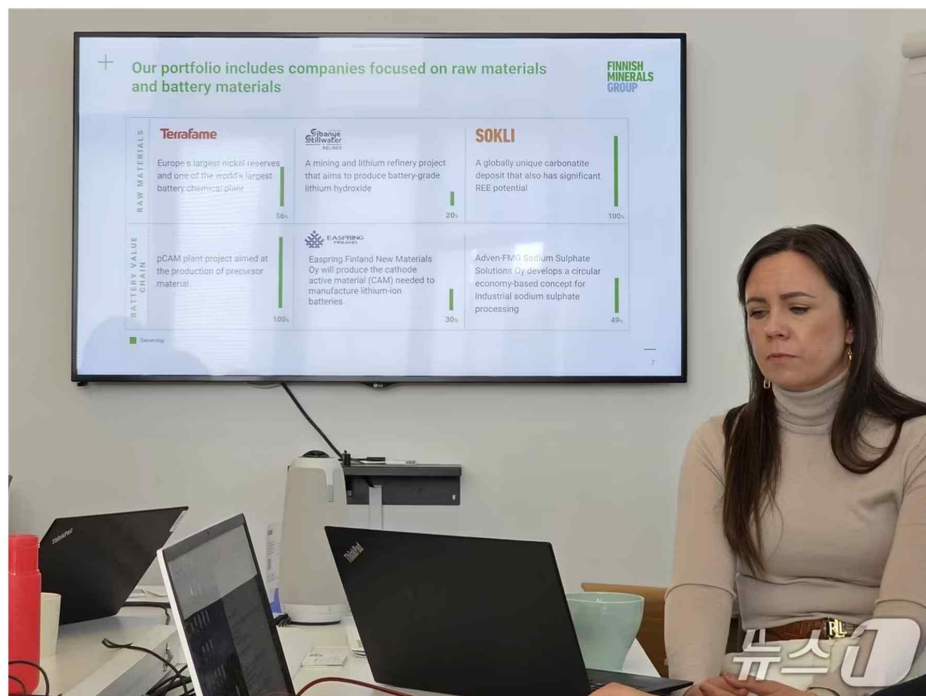
“
"핀란드는 유럽에서 유일하게 리튬·코발트·니켈이 모두 매장된 나라
입니다."

마르쿠 키비스티(Markku Kivistö) 비즈니스 핀란드 산업·클린테크 책임자는 현지 시간으로 지난 5일 한국언론진흥재단 디플로마 '기후 테크' 일정으로 비즈니스 핀란드를 찾은 한국 취재진에게 이같이 말했다.

핀란드는 광물 채굴에서 소재 가공, 셀 제조, 폐배터리 재활용까지 완전한 배터리 밸류체인을 갖추기 위한 노력을 지속하고 있다.

핀란드 정부가 전액 출자해 운영되는 피니시 미네랄 그룹(Finnish Minerals Group)은 유럽 최대 니켈 매장량을 보유하고 있는 테라페임(Terrafame), 리튬 광산인 '켈리베르' 등을 자회사로 두고 있다.

피니시 미네랄 그룹은 이미 르노, 스텔란티스 등 글로벌 완성차 업체들과도 공급 계약을 맺고 있고, 중국의 CNGR의 전구체(pCAM) 플랜트 투자를 진행하는 등 글로벌 소재 업체와도 협력 중이다.



시니 에스콘니에미(Sini Eskonniemi) 피니시 미네랄 그룹 혁신·기술 개발 부사장이 지난 10일 한국언론진흥재단 디플로마 '기후 테크' 일정으로 피니시 미네랄 그룹을 방문한 한국 취재진에게 배터리 소재 관련 내용을 발표하고 있

다. © News1 이형진 기자

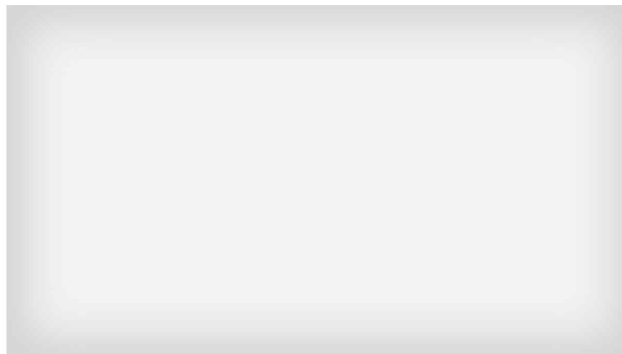
EU 배터리 규제 하 생산...불안한 대외 환경에 안정적 유럽 진출 발판

글로벌 매장량 규모로 본다면 핀란드의 배터리 광물 매장량은 많지 않은 규모지만, 유럽 내에 위치했다는 지정학적 특성은 의미가 크다.

지난해 유럽연합(EU)은 배터리 생산부터 폐기까지 지속가능성을 강화하고, 탄소 발자국 신고를 의무화하는 등 규제를 강화하고 있다. 피니시 미네랄 그룹의 원자재는 현지 정책에 맞춰서 생산하는 중이다.

유럽 시장은 북미·중국 시장과 더불어 전기차 3대 시장 중 하나다. 다른 권역과 달리 더 다양한 브랜드가 경쟁하는 시장인 만큼 한국 배터리 업체들의 진출 가능성도 크다. 다만 갈수록 불안해지는 대외 환경 탓에 유럽 권역 내 안정적인 원자재 공급처 확보도 필수다.

시니 에스콘니에미(Sini Eskonniemi) 피니시 미네랄 그룹 혁신·기술 개발 부사장은 "한국 회사와 협업하는데 아주 큰 흥미를 갖고 있다. 전구체 협업, 셀 생산 과정, 배터리 재활용 등에서도 한국의 파트너를 찾고 있다"며 "우리는 원자재와 좋은 인재, 깨끗한 시설을 갖고 있다"고 강조했다.



로드리고 세르나 게레로(Rodrigo Serna Guerrero) 알토대학교 광물 처리학과 부교수의 한 연구원이 지난 10일 한국언론진흥재단 디플로마 '기후 테크' 일정으로 알토 대학교를 방문한 한국 취재진에게 폐배터리 블랙매스에서 그래파이트를 채취하는 과정을 보여주고 있다. © News 1 이형진 기자

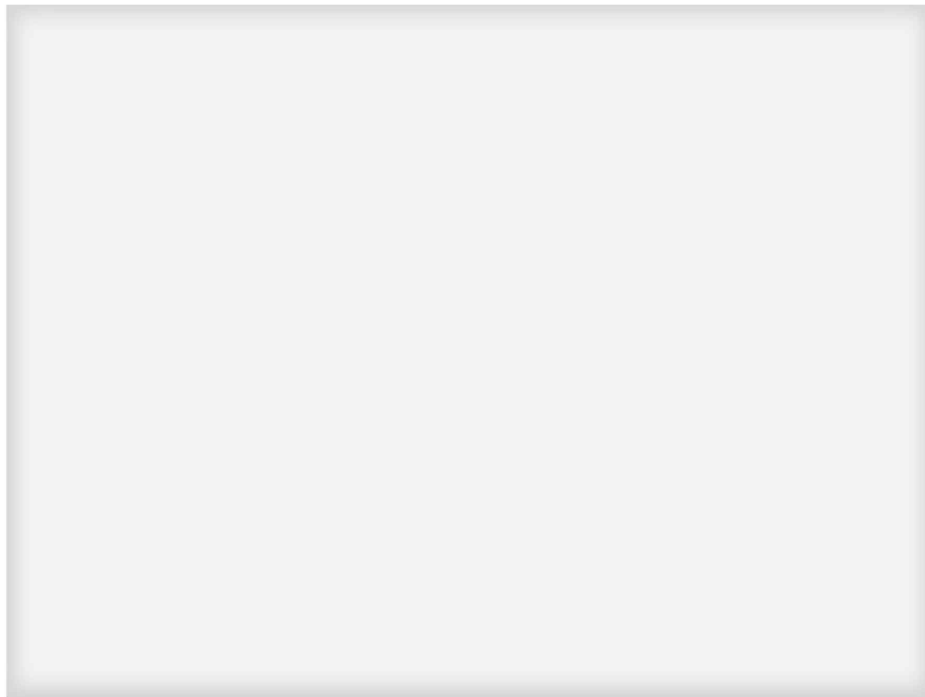
배터리 금속 순환 위해 BAT Circle 컨소시엄 구성..."한국과 핀란드, 상호 보완"

핀란드는 배터리 재활용 측면에서도 연구 개발을 이어오고 있다. 핀란드 알토대학교는 배터리 금속의 순환 생태계 개선을 목표로 컨소시엄 BAT Circle를 구성했다.

2019년 시작해 현재는 3번째 프로젝트를 진행 중이고, 총 1310만 유로(한화 약 208억 원) 규모의 투자를 받았다. 4개의 오픈 리서치를 운영하고 있고, 13개 회사가 컨소시엄을 이뤄 기밀 연구 개발도 함께하고 있다.

실제로 지난 10일 방문한 알토 대학교의 연구실에서는 폐배터리를 파쇄한 블랙파우더를 침출(리칭)과 부유(플로테이션) 공정에 대한 실험이 진행 중이었다.

로드리고 세르나 게레로(Rodrigo Serna Guerrero) 알토대학교 광물처리학과 부교수는 "한국과 핀란드는 배터리 산업 내 서로 다른 카테고리에서 강점을 갖고 있다"며 "상호보완적인 부분에 기회가 있다. 우리는 서로 배울 수 있을 것"이라고 말했다.



로드리고 세르나 게레로(Rodrigo Serna Guerrero) 알토대학교 광물처리학과 부교수가 지난 10일 한국언론진흥재단 디플로마 '기후 테크' 일정으로 알토 대학교를 방문한 한국 취재진에게 배터리 순환에 대한 내용을 발표하고 있다.
© News1 이형진 기자

25. 7. 18. 오전 7:09

"광물부터 재활용까지"...핀란드, 'K-배터리' 유럽 허브 역할 될까 - 뉴스1

hjin@news1.kr

🔗 <https://www.news1.kr/industry/general-industry/5828413>

뉴스1

"연구부터 산업화까지"...전력반도체 소재 강국 스웨덴의 비결

이형진 기자

2025.06.29 오전 09:00

RISE, 정부 주도로 34개 연구기관 통합...30년 넘게 소재 연구
한국 메모리 등 '소비재 반도체' 중심...유럽은 인프라 반도체 우선



임장권 RISE WBG 전력 기술 연구 책임자·수석 연구원이 지난 12일 한국언론진흥재단 디플로마 '기후 테크' 일정으로 RISE를 방문한 한국 취재진에게 RISE 관련 내용을 발표하고 있다. © News1 이형진 기자

(스톡홀름=뉴스1) 이형진 기자 = 한국은 메모리 반도체 분야에선 세계적인 경쟁력을 보유하고 있지만 비메모리 반도체, 특히 전력반도체 기술 수준은 선진국에 비해 취약하다.

반면 스웨덴은 전력반도체 차세대 화합물 분야에서 강국으로 평가된다. 스웨덴이 반도체 분야에서 '강소국'으로 자리할 수 있었던 것은 통합된 국가 차원의 투자와 산업화 전략이 뒷받침한 것으로 나타났다.

현지시간으로 지난 12일 한국언론진흥재단 디플로마 '기후 테크' 일정으로 스웨덴 스톡홀름에 위치한 스웨덴국립연구원(RISE)를 찾았다.

정부 주도로 34개 연구기관 통합한 RISE...30년 넘게 전력반도체 소재 연구

RISE(Research Institutes of Sweden)는 스웨덴이 정부 주도로 흩어져있던 34개의 연구 기관을 하나로 통합한 기관으로, 약 3500명의 연구 인력을 보유한 유럽 3대 응용기술 연구소 중 하나다. 산학 협력을 강조해 출판보다 기술 이전·사업화에 더욱 집중하고 있다.

바이오·라이프사이언스·소재·환경·안전과 수송에 디지털 시스템까지 6개 분야에서 연구를 진행 중이다. 이중 디지털 시스템 산하의 스마트 하드웨어 부문의 비욤 사멜(Bjorn Samel) 부사장과 임장권 WBG 전략 기술 연구 책임자·수석 연구원을 만났다.

RISE의 스마트 하드웨어 부문에서는 전자기기부터 반도체, 소재, 프린티드 일렉트로닉스(디지털 프린팅 관련) 등을 연구하고 있다.

특히 반도체 분야에서는 실리콘카바이드(SiC)와 질화갈륨(GaN) 등 WBG(Wide Band Gap) 소재 기반 전력반도체 연구에 30년 넘게 집중 투자해왔다. WBG 소재는 고전압·고효율 시대의 핵심 기술이다. 이를 통해 RISE는 3300V를 견딜 수 있는 고전압 전력반도체를 전차 등 실제 산업 현장에 상용화한 경험이 있다.



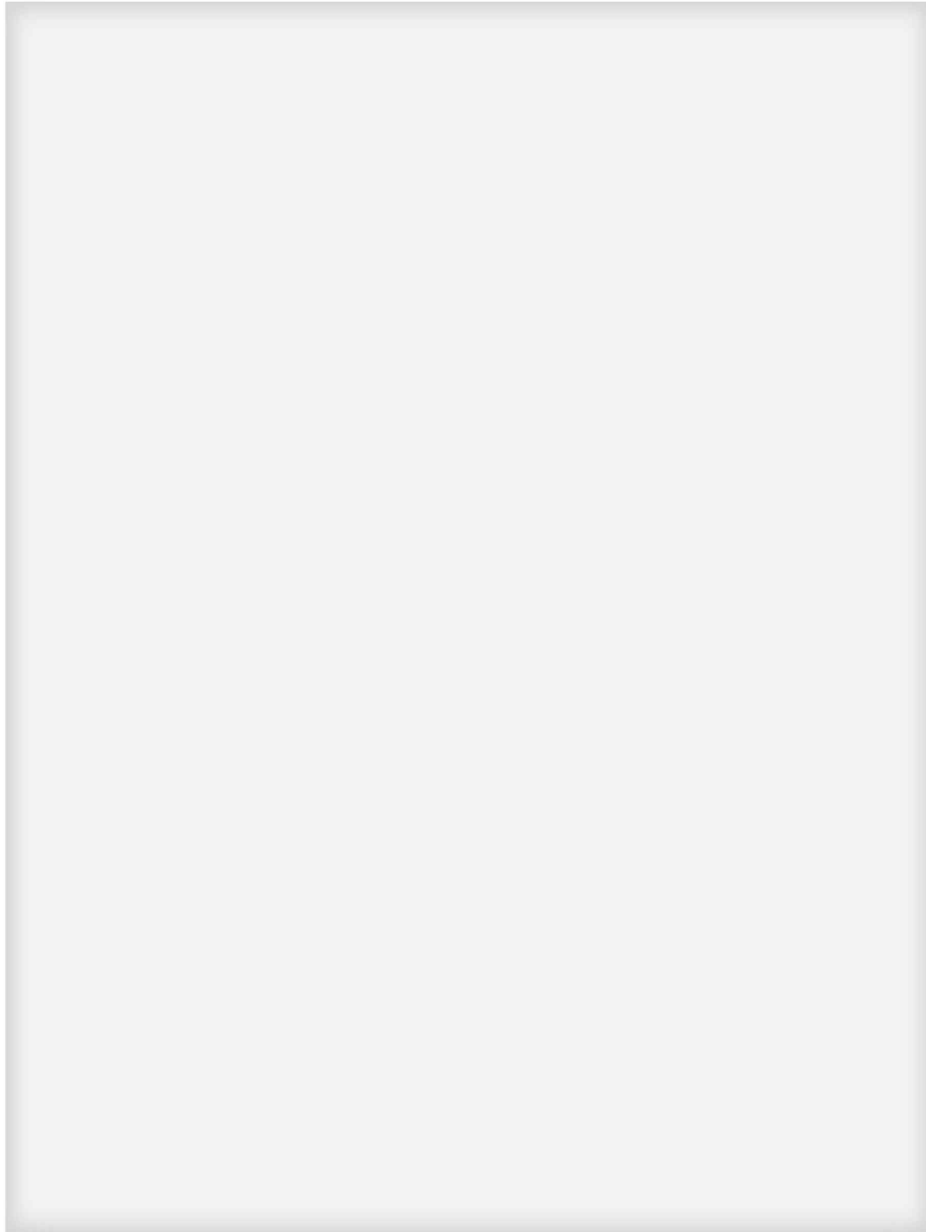
(RISE 누리집 갈무리)

오픈이노베이션 방식 기업과 협업...현대모비스·한국전기연구원 등도 함께

아울러 RISE는 오픈이노베이션 방식으로 기업들과 협업한다. RISE의 실험실에 기업이 와서 실험실이나 테스트 베드를 살피고, 여기서 자연스럽게 아이디어가 생성되면 함께 개발하는 구조를 갖는다.

사멜 부사장은 "현대모비스와도 협업한 적이 있다"며 "설계를 가져와 요청했고, 2명의 인력을 파견해 저희 팀과 함께 일했다"고 부연했다. 현대모비스와 협업 사례 소개는 RISE 누리집에서도 살펴볼 수 있었다.

이외에도 한국전기연구원(KERI)은 RISE와 2023년 전력반도체와 이차전지 협력을 위한 양해각서(MOU)를 체결하는 등 한국과 협업도 이어지고 있다.



RISE 실험실 초입에 놓여져 있는 반도체 웨이퍼. © News1 이형진 기자

소비재 반도체 중심의 한국, 전력반도체 연구는 그마저도 분산..."과도기 같아"

우리나라는 메모리 반도체 등 반도체 기술 자체가 소비재에 집중돼 있지만, 최근 유럽·일본 반도체 업체들은 인프라에 사용되는 기술을 중심으로 투자가 이뤄지고 있

다.

현대 사회에서는 차량용·철도용·파워그리드 등을 넘어 재생에너지 활용에서도 반도체가 활용된다. 아울러 화석에너지 대신 재생에너지 활용이 높아지면서 전력 반도체의 수요는 점점 더 높아지고 있다.

우리나라의 전력반도체 기술은 선도국 대비 65~80% 수준의 기술력을 갖췄다고 평가받는다. 물론 전력 사업을 한국전력공사가 독점하고 있는 구조 영향도 있지만, 주요 인재가 대부분 메모리 반도체, 최근에는 AI 반도체 등 눈에 띄는 분야로만 흘러가는 탓도 없지 않다. 그마저도 여러 지자체 및 기관에서 나눠져서 연구하고 있어 진척 속도도 느리다는 평가다.

임 연구원은 "우리나라도 실리콘카바이드 등으로 변화하자고 부산에서 집중적으로 하려고 하고 있다"면서도 "지금도 실리콘카바이드 연구를 RISE에 5개 연구 그룹이 컨택했다. 약간의 과도기인 것 같다"고 전했다.

hjin@news1.kr

🔗 <https://www.news1.kr/industry/general-industry/5828442>

뉴스1

"단순 전기차만의 문제 아냐"...스웨덴의 지속가능 운송의 고민

이형진 기자

업데이트 2025.06.29 오전 11:20 ✓

칸델라 수중 익선, 전기 선박 효율성 ↑...볼보, 트럭·건설장비도 전기로
"전기차 전력 소비체 아냐...그리드·클라우드 연결된 유기체로 진화"



스웨덴 전기 선박 스타트업 '칸델라'의 P-12 선박. © News1 이형진 기자

(예테보리·스톡홀름=뉴스1) 이형진 기자 = 자동차와 버스, 선박에서 중장비에 이르기까지 사람 또는 사물을 움직이는 '운송'에서 탄소 발생을 줄이는 것은 기후 위기에 대응하는 필수 목표 중 하나다.

전기자동차 시장에서 이미 소비자들에게 친밀도를 끌어올린 북유럽의 유일한 자동차 생산국 스웨덴은 전기 선박, 전기 트럭·건설장비 등으로 영역을 확대하고 있다. 아울러 기존 전기차는 단순 전력의 소비체가 아닌 SDV와 스마트 그리드 등을 연동해 에너지 자산의 역할까지 담당한다는 전략이다.

수중익선으로 전기 보트 효율성 ↑..."한강에도 도입 가능"

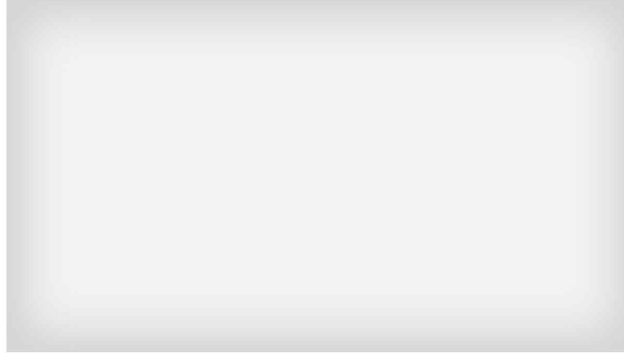
현지시간으로 지난 12일 한국언론진흥재단 디플로마 '기후 테크' 일정으로 스웨덴 스톡홀름에 위치한 전기 선박 스타트업 '칸델라'(Candela)를 찾았다.

칸델라는 소음, 파도 저항, 에너지 소비를 최소화한 '하이드로포일'(수중익) 전기 페리를 운영 중이다. 악셀 브랑겐펠트 칸델라 비즈니스 개발 및 중동 책임자는 "해양에서 화석 연료를 미래 에너지로 전환하는 것이 미션"이라며 "보트를 전기화하려면 효율성을 올려야 했고, 저희가 발견한 것이 수중익 기술"이라고 설명했다.

칸델라는 스톡홀름 연안 도서 지역을 연결하는 30인승 전기 여객선 P-12를 지난해부터 실제 통근 노선에 투입하고 있다. 배터리는 6개의 전기차용 팩으로 구성됐으며, 시속 50km로 주행할 경우 1회 충전으로 최대 70~80km 항해가 가능하다. 소형 전기보트인 C-8은 볼보에서 독립한 전기차 브랜드 폴스타와도 협업한 바 있다.

한국에서 근무한 경험이 있는 브랑겐펠트는 '한국의 칸델라 도입 가능성'에 대해 "대화는 가능하다"라며 "교통체증에도 한강을 타고 배로 이동하면 17분이면 이동이 가능하다. e스쿠터 등과도 연결도 가능하고, 화물선에도 적용할 수 있다"고 전했다.

컨테이너선 등 한국 해운산업 등에 전기 선박을 바로 적용하긴 쉽지 않지만, 선박 운용의 효율성 극대화를 통해 화석 연료 에너지의 대안을 찾았다는 점에서 의미가 크다는 평가다.



칸델라의 P-12가 수중익선 모드를 활용해 운항하는 모습.(칸델라 누리집 갈무리)

건설장비와 트럭도 전기로..."전기차와 같은 충전 방식"

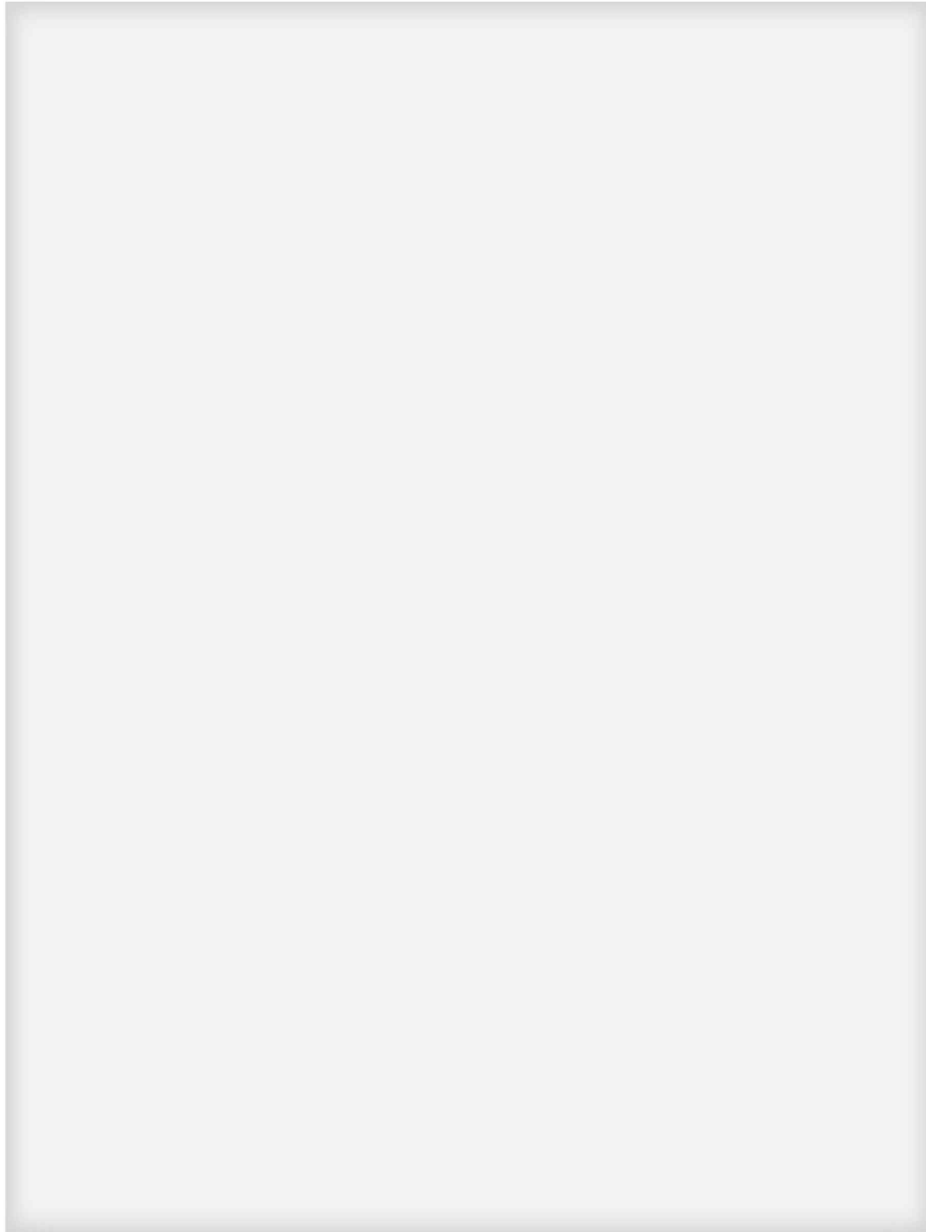
지난 17일에는 스웨덴 예테보리에 위치한 볼보 트럭 익스피리언스 센터를 찾았다. 세계 전기자동차 학술대회 및 전시회(EVS) 프로그램의 일환으로 열린 행사에서는 볼보 트럭 건설 장비의 전기화를 살펴볼 수 있었다.

볼보는 소형뿐 아니라 23톤급 중형 전기 굴착기 EC230을 운영 중이고, 해당 굴착기의 생산은 우리나라 창원공장에서 이뤄지고 있다. 또한 소형 전기 휠 로더 L25 역시 전기로 구동된다.

볼보 측 관계자는 "전기화 장비들도 기존 장비와 같은 수준의 토크와 파워를 갖출 수 있도록 디자인됐다"며 "충전기도 기존 전기차와 같은 충전 방식을 사용한다"고 설명했다.

이날 볼보의 대형 전기 트럭을 약 3.5km의 짧은 구간 시운전할 기회도 있었다. 볼보의 FH 전기 트럭은 기존 40톤급 대형 덤프 트럭과 비슷한 적재 중량을 가져가지만, 운행은 디젤 엔진보다 더 부드럽게 움직이는 듯했다.

다만 해당 트럭은 현재는 1회 충전 최대 주행거리가 300km 제품이지만, 곧 600km까지 늘린 제품 출시를 예정하고 있다. 이외에도 볼보는 수소연료전지트럭, 수소연소트럭 등 디젤 엔진을 대체할 방안을 고민하고 있다.



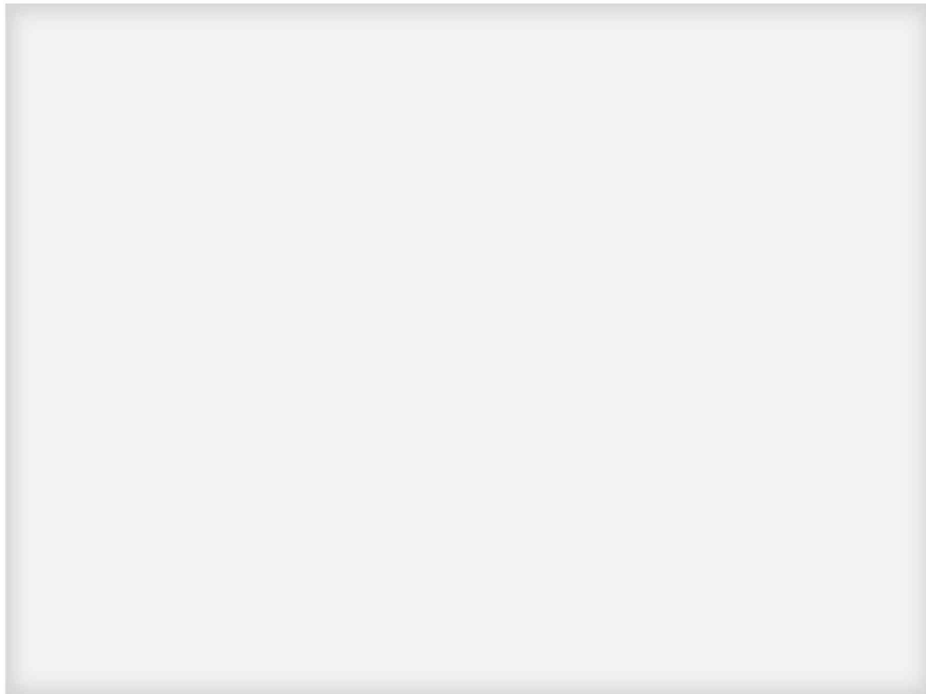
17일 볼보 트럭 익스피리언스 센터에서 시승해 본 볼보 전기 트럭. © News1 이형진 기자

"전기차, 전력 소비체 아닌 사회 연결된 유기체로 진화"

볼보는 전기차를 전력 소비체가 아닌 하나의 '에너지 자산'으로 관점을 변화하고 있다.

지난 16일 EVS 38 현장에서 만난 앤더스 벨(Anders Bell) 볼보 CTO는 "전기차는 단순히 세상을 떠도는 독립된 물체가 아니라 그리드(전력망), 클라우드, 사회와 연결된 유기체로 진화하고 있다. 전기화된 제품으로 전환하는 것뿐 아니라 동시에 소프트웨어 정의 차량(SDV)으로 변화하는 과정"이라고 설명했다.

스웨덴에 위치한 세계 최초 자율주행차 전용 시험기관인 아스타제로의 피터 자네빅(Peter Janevik) 대표는 자율주행·V2G 등을 연결하는 기술에 대해 "우리는 차량의 배터리를 재생에너지의 간헐성을 조절하는 데 사용할 수 있어야 한다"며 "많은 인터페이스 문제가 발생하겠지만, 그럼에도 반드시 극복해야 한다"고 강조했다.



앤더스 벨(Anders Bell) 볼보 CTO가 지난 16일 한국언론진흥재단 디플로마 '기후 테크' 일정으로 EVS38을 방문한 한국 취재진의 질문에 답하고 있다. © News1 이형진 기자

hjin@news1.kr

🔗 <https://www.news1.kr/industry/distribution/5828644>



"작은 원자로로 도시 데운다"...SMR, 핀란드는 '열'로 접근했다

이형진 기자

2025.06.29 오전 09:00

스테디 에너지 SMR로 지역난방...도심지서 인근에 파일럿 건설
세계 최초 핵연료 최종처분 '온칼로' 건설...원자력 높은 신뢰도



라우리 무라넨(Lauri Muranen) 스테디 에너지 대외협력 책임자가 지난 9일 한국언론진흥재단 디플로마 '기후 테크' 일정으로 스테디에너지를 방문한 한국 취재진의 질문에 답하고 있다. © News1 이형진 기자

(헬싱키,에스푸=뉴스1) 이형진 기자 = 국내에선 아직 상용화까지 거리가 먼 소형모듈원자로(SMR)가 핀란드에선 도입을 눈앞에 두고 있다. 다만 효율이 떨어지는 전력 생산 대신 열 에너지만으로 '지역난방'에 활용하는 방식이다.

현지 시간으로 지난 9일 한국언론진흥재단 디플로마 '기후 테크' 일정으로 핀란드의 스테디 에너지(Steady Energy)를 방문했다. 스테디 에너지는 핀란드 VTT 기술연구센터에서 스핀오프 해서 2023년 설립된 기업으로 SMR 기술을 활용해 지역 난방에 활용하는 방안을 개발하고 있다.



스테디 에너지의 소형모듈원자로(SMR) LDR-50.(스테디 에너지 누리집)

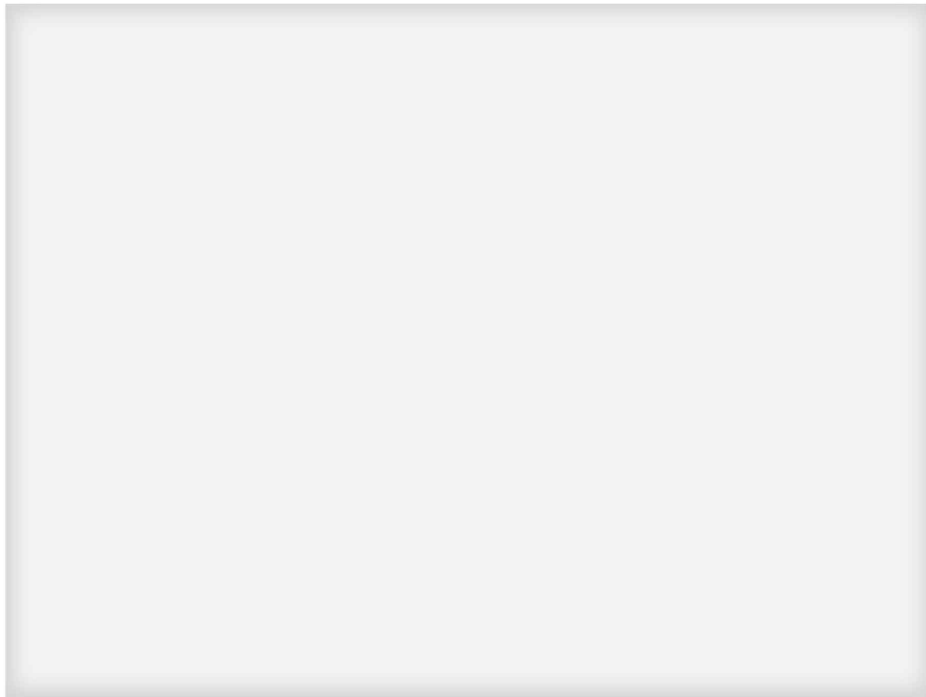
50MW 열출력 SMR로 3만명 가구 지역난방...연소 없이 열 공급

스테디 에너지는 LDR-50이라는 '저온·저압 경수로'(Light Water Reactor) 기반의 SMR을 활용해 50MW의 열출력을 발휘한다. 하나의 원자로로 약 2만명에서 3만명 규모의 가구에 지역난방 수요가 감당 가능하다.

유럽 지역은 천연가스, 목재 부산물 등의 연소에너지를 난방에 주로 활용한다. 스테디 에너지는 소형 원자로를 통해 탄소 배출 없이 열을 공급 하는 것이다.

SMR은 기존 대형 원자력 발전소와 비교해 설치 공간의 제약이 적고, 배관이 없어 사고로 인한 누출 위험성이 낮지만, 대형 원전보다 터빈 내 증기를 높은 온도로 올릴 수 없어 발전 효율이 떨어진다.

이에 스테디 에너지는 열에너지를 전기에너지로 전환하는 비효율성 대신 소형 원자로에서 발생한 열 자체를 지역난방으로 활용하는 안을 택했다.



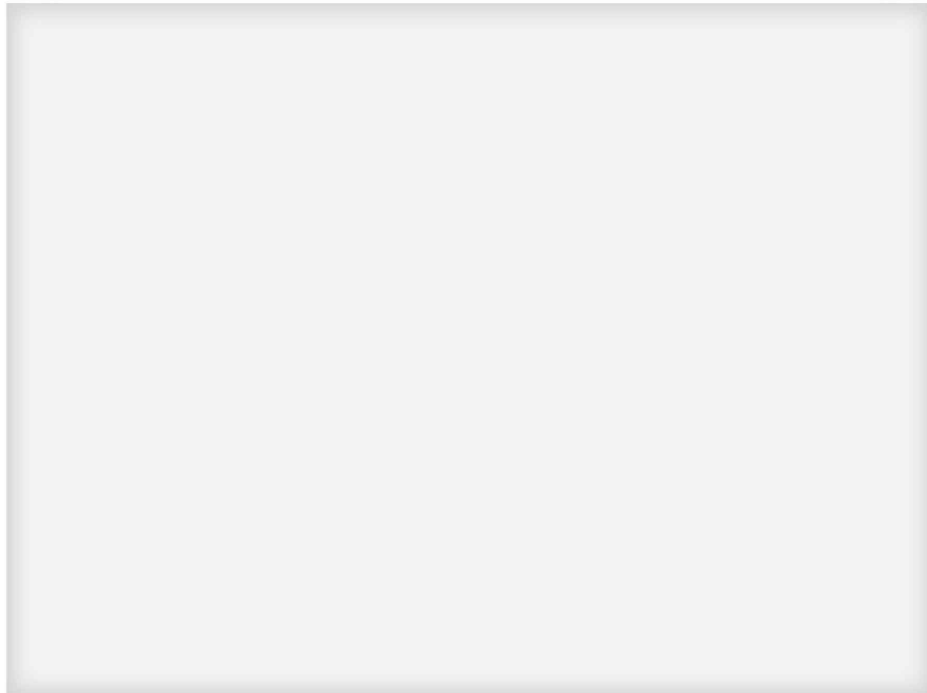
핀란드 헬싱키에 위치한 구 화력 발전소 부지. 스테디 에너지의 파일럿 원자로 건설도 이같은 화력 발전소 부지를 활용할 예정이다. © News1 이형진 기자

헬싱키 도심지서 차로 15분 거리 파일럿 SMR 건설 예정

기존 대형 원자로보다 낮은 150도, 압력은 10bar 미만 상태에서 작동해 안전성이 높고, 도심 인근에서도 설치가 가능하다. 지난해 핀란드 핵안전 당국으로부터 소형 원자로의 규정이 변경됐고, 이에 따라 안전성이 입증됐다면 시내 건설도 가능하다.

실제로 스테디 에너지는 헬싱키 시내에 있는 석탄 화력발전소 부지를 활용해 파일럿 원자로 건설을 예정하고 있다. 해당 부지는 헬싱키 도심지에서 차로 15분 가량 밖에 떨어지지 않은 가까운 곳이다.

라우리 무라넨(Lauri Muranen) 스테디 에너지 대외협력 책임자는 "올해 말에는 파일럿 플랜트의 건설을 시작할 예정"이라며 "2028년 첫 건설을 시작하는 것이 목표"라고 설명했다.



라우리 무라넨(Lauri Muranen) 스테디 에너지 대외협력 책임자가 지난 9일 한국언론진흥재단 디플로마 '기후 테크' 일정으로 스테디에너지를 방문한 한국 취재진에게 발표를 하고 있다. © News1 이형진 기자

세계 최초 핵연료 최종처분 '온칼로' 건설 중..."핀란드 국민, 원자력 오랜 경험 긍정적"

이처럼 핀란드가 SMR의 높은 수용성을 가진 것은 사용 후 핵연료에 대한 처리 신뢰도가 높은 덕이다.

핀란드는 세계 최초로 핵연료 최종처분 저장소인 '온칼로'(ONKALO)를 건설 중이다. 현재 마무리 단계로 올해 가동을 목표로 한다.

무라넨 씨는 "핀란드는 원자력 에너지에 대해 오랜 경험을 갖고 있고, 대부분 경험이 긍정적"이라며 "사용 후 핵연료 문제에 대한 해법이 이미 마련돼 있다"고 부연했다.

전력 사용량 측면에서도 지난해 핀란드는 전력 사용량의 39.1%가 원전에서 발생했고, 이는 풍력(25%), 수력(17.8%)을 크게 웃도는 수준이다.

무라넨 씨는 "유럽과 핀란드에서 가장 큰 사회적 문제는 현재 '기후 변화'"라며 "(그들은) 재생에너지만으로는 해결할 수 없고, 원자력이 필요하다는 인식을 갖게 됐다. 물론 원자력만으로도 해결은 불가능하다. 둘 다 필요하다"고 강조했다.

hjin@news1.kr

🔗 <https://www.news1.kr/industry/general-industry/5828380>

해외교육과정 사진



▲ Business Finland



▲ Fingrid



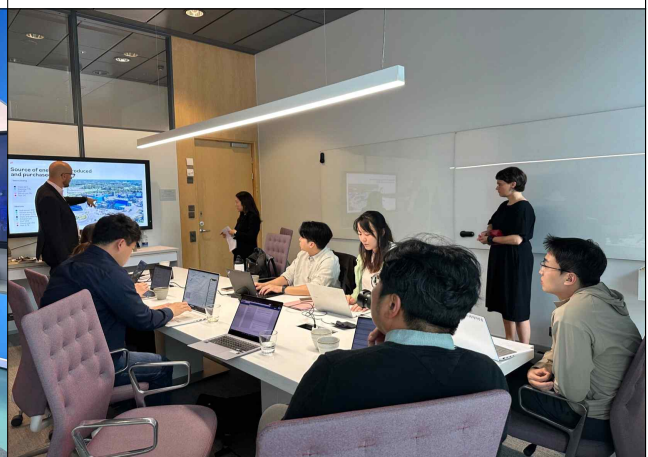
▲ VTT Technical Research Center



▲ BaseN



▲ Nokia Executive Experience Center



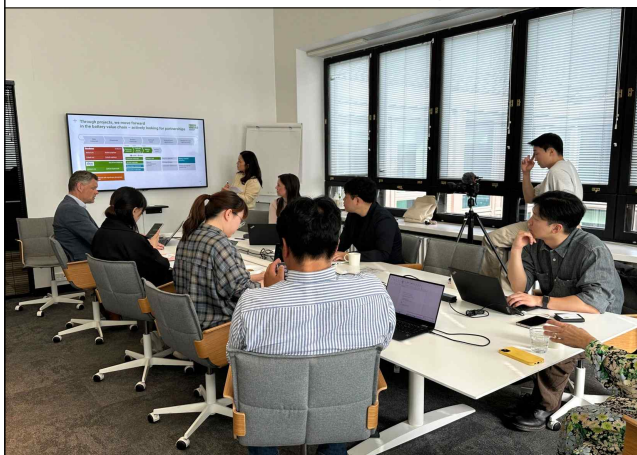
▲ Vantaan Energia



▲ Steady Energy



▲ Oilon



▲ Finnish Minerals Group



▲ BATCircle



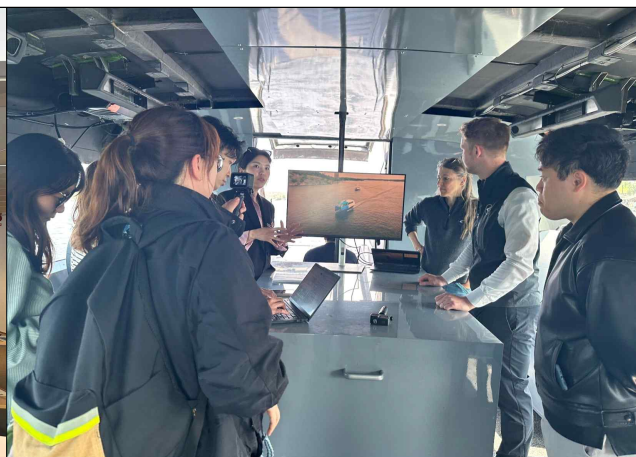
▲ Battery cluster in Vaasa



▲ Battery cluster in Vaasa



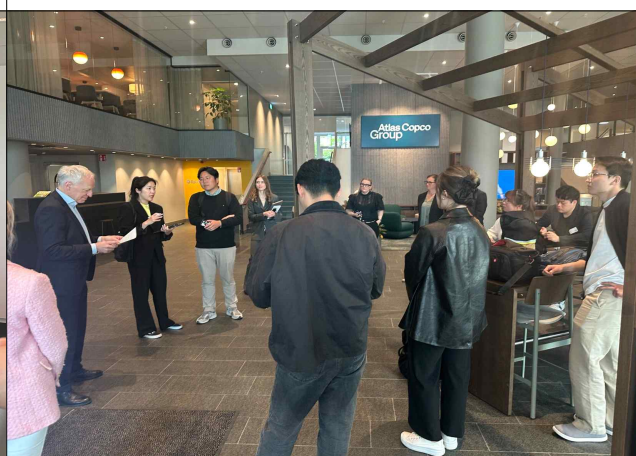
▲ RISE Research Institute



▲ Candela



▲ Hitachi Energy Sweden



▲ Atlas Copco Group



▲ Swedish Energy Agency



▲ EVS38



▲ Swedish Electric Transport Laboratory



▲ Battery Centre Gothenburg



▲ Volvo Group



▲ Port of Gothenburg