

문서번호	전국시도연구원 협의회
등록일자	2023. 7.
결재일자	2023. 7.
보존기간	년

담당	간사	전국시도연구원 협의회장	결 재
정 명 길	김 현 철	(직무대행) 조 창 완	
			협 조

기후변화 대응

탄소중립 실천방안 우수사례 벤치마킹 결과보고

2023. 7. 20.(목)

목 차

I 연수 개요

1

II 방문 국가 정보

6

III 해외연수 대상기관 현황

40

IV 연수 결과 및 시사점

55

※ <참고>

I. 연수 개요

1.

해외연수 목적

▶ 전 세계적 기후변화 위기에 대응한 주요 분야별 탄소중립 실천 우수사례 대상지 방문 및 조사를 통해 지역별 탄소중립 실천방안 모색

- 기후 위기에 따른 주요 선진국에서의 도시지역개발 계획 적용, 신재생에너지 정책 및 이와 연계한 다양한 탄소중립 실행 현황조사 및 인프라 시찰 등을 통해 지역별 탄소중립 정책의 수립 및 실행 시 적용 가능한 시사점 도출

※ 전국시도연구원협의회 2023년 공동연구과제 수행 일환으로 수행

▶ 국가별 기후위기 대응과 관련, 주요 기관들의 탄소중립 실천을 위한 분야별 우수정책 및 추진 사례 벤치마킹 추진

- 도시재생 차원의 스마트시티 조성계획 추진과 연계한 탄소중립정책 및 실천방안 운영사례 등 현장조사
- 기후변화에 따른 해수면 상승 등 위기 대응 및 해수를 활용한 대체에너지 기술개발 및 도입운영 사례조사
- 전 지구적 기후변화 위기에 대응, 극지 및 해양 생태계 간 인과관계 규명 등 지구 생태계 전반에 관한 연구추진 현황조사
- 기후변화에 따른 홍수, 태풍, 해수면 상승 등 자연재해에 대응한 도시개발 현황 및 인프라 조성 등 지속 가능한 도시 조성사례 시찰
- 해상풍력발전 및 폐기물 활용 신재생에너지 우수사례 시찰 및 시설 운영사례 등 지역참여형 탄소중립 실천 사례 벤치마킹 등

▶ 우수사례 벤치마킹 해외연수 구성

- 우수사례 기관 방문 및 추진사례 브리핑 (*현장 질의 및 응답)
- 탄소중립 추진기관, 대상 인프라 견학 및 기관 관계자 브리핑 (*현장 질의 및 응답)
- 해외연수 참여자 현지 간담회 등

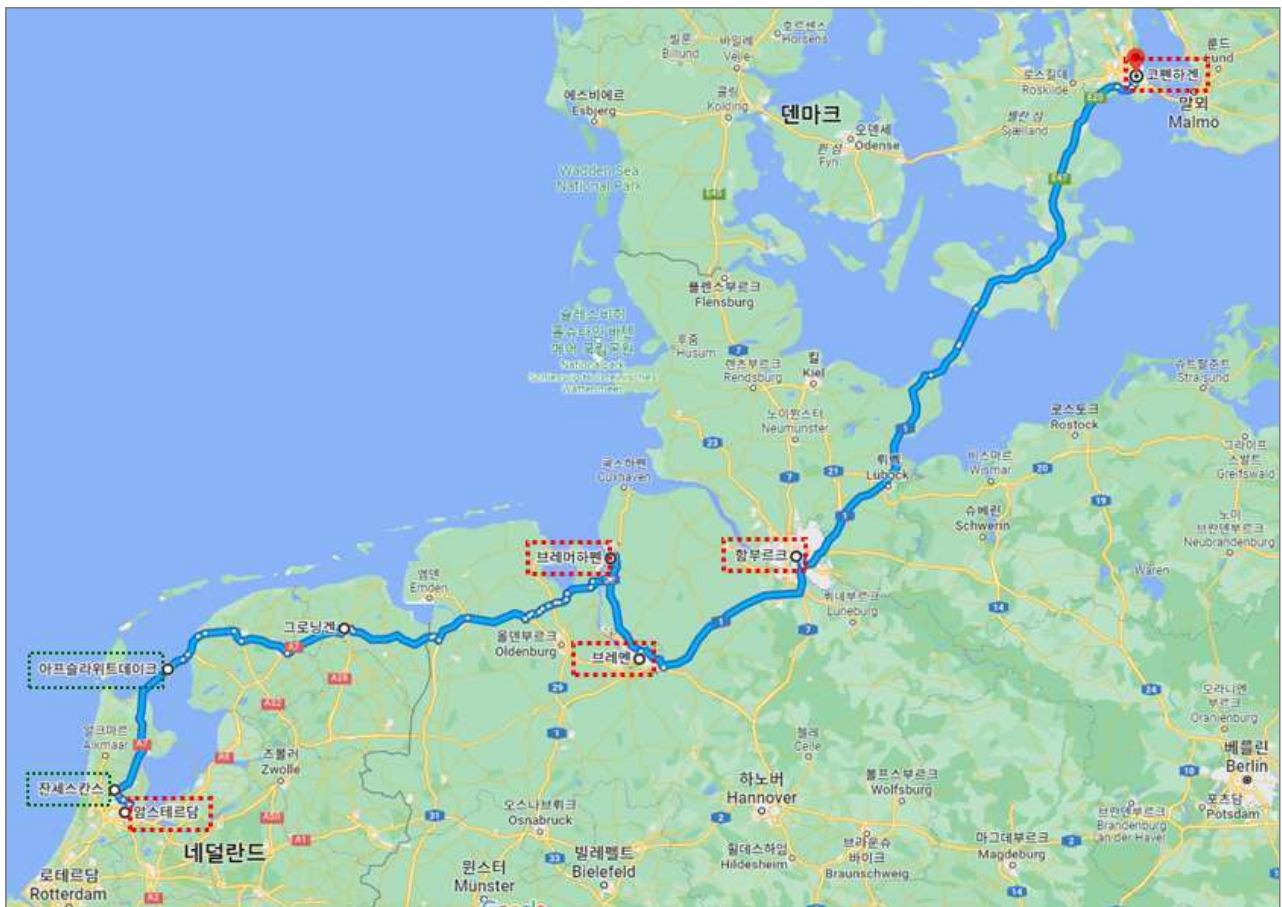
2. 해외연수 개요

- ▶ 연수기간 : 2023년 7월 5일(수) ~ 7월 12일(수), 6박8일
- ▶ 연수주제 : '기후변화 대응 탄소중립 실천방안 우수사례 벤치마킹'
- ▶ 연수지역 : 네덜란드, 독일, 덴마크
- ▶ 연수인원 : 40명
- ▶ 주 관 : 전국시도연구원협의회 (*회장기관 : 광주전남연구원)
- ▶ 시 행 : (주)준투어 (*전남관광재단 협력사)
- ▶ 연수방법 : 방문연수(브리핑, 질의응답), 현장견학, 현지 워크숍 등

3. 세부 일정

날짜	시간	체류지	구분	연 수 내 용	연 수 대 상
7/5 (수)	12:25	인천	KE925	인천 출발	-
	18:55	암스테르담		암스테르담 도착	-
7/6 (목)	10:00 ~ 12:00	암스테르담	방문연수	에너지 교통 중심 스마트도시 리빙랩 구축 사례	암스테르담 스마트시티(ASC)
	14:00 ~ 16:00		현장견학	친환경 대체에너지, 풍력 활용 사례	잔세스칸스(Zaanse Schans)
7/7 (금)	10:30 ~ 11:10	아프슬루트 다이크	현장견학	기후변화 대응 제방 구축 및 운영 사례	Afsluit dike wind power plant
	15:00 ~ 17:30	브레머하펜	방문연수	기후변화에 따른 지구 생태계 변화 등 인과성 규명 연구 추진 및 정책화 사례	Alfred-Wegener-Institut
7/8 (토)	11:00 ~ 13:00	함부르크	현장견학 (버스)	친환경 도시개발 프로젝트 추진 사례	하펜시티(Hafen city) 프로젝트
	14:00 ~ 16:30		현장견학	친환경 탄소중립도시 조성 사례(인공호수 등)	함부르크 시청 및 Alster Fountain

날짜	시간	체류지	구분	연 수 내 용	연 수 대 상
7/9 (일)	11:00 ~ 13:00	뤼베크	현장견학	친환경 수변도시 조성사례	Lübeck city
	13:00 ~ 19:00		이동	함부르크 ⇒ 코펜하겐	-
7/10 (월)	10:00 ~ 12:00	코펜하겐	방문연수	폐기물(바이오) 활용 에너지 재생 사례	아마케르바케(ARC)
	14:00 ~ 16:00		방문연수 현장견학	해상풍력발전단지 조성 및 운영 사례 (* 선상 브리핑, Middelgrund Fonden)	Middelgrunden Offshore Wind Farm
7/11 (화)	10:00 ~ 12:00	코펜하겐	현장견학	친환경 건축 등 도시개발 사례	Copenhagen city
	16:40		SK1517	코펜하겐 출발(런던 경유)	-
7/12 (수)	15:55	인천	KE908	인천 도착	-



II. 방문 국가 정보

1. 네덜란드(Netherlands)

▶ 일반현황

정식 명칭은 네덜란드 왕국(Kingdom of the Netherlands), 서유럽에 위치한 입헌군주제 국가로 국토의 25%가 해수면보다 낮으며, 독일(동쪽), 벨기에(남쪽)와 국경을 접하며 서북쪽은 북해와 접함. 수도는 암스테르담이나 정부와 각종 행정기관이 헤이그에 밀집해있고, 12개 주(province)로 이루어짐.



- ◆ 수 도 : 암스테르담(Amsterdam)
- ◆ 인 구 : 17,752,869명 (자료원 : 네덜란드 통계청, 2022.9 기준)
- ◆ 면 적 : 4만1865km² (*해안선 451km)
- ◆ 언 어 : 네덜란드어(영어 통용)
- ◆ 종 교 : 가톨릭교(19.8%), 개신교(14.4%), 이슬람교(5.2%), 기타(5.1%), 비종교(55%)
- ◆ 통 화 : 유로(EUR)
- ◆ 1인당 GDP(US\$) : 61,098\$(2023.4. IMF 기준), (vs. 대한민국 33,393\$)
- ◆ 수출규모(억\$) : 8,363억\$(2021년, KITA 기준)
- ◆ 수입규모(억\$) : 7,577억\$(2021년, KITA 기준)
- ◆ 수출 무역의존도 : 82.15% (vs. 대한민국: 35.6%)
- ◆ 교역 현황(對韓) : 159.9억\$, 수출 : 81.3억\$, 수입 : 78.6억\$ (2022년) / 교민현황 9,473명

▶ 경제동향 및 전망

○ (경제성장) 네덜란드 경제기획국에 따르면, 2023년은 전년 대비 GDP 1.6%p, 2024년은 전년 대비 GDP 1.4%p 성장할 것으로 전망

- 팬데믹 이전 유로존의 평균 성장률을 웃돌면서 비교적 높은 성장률을 보였으나, 코로나 확산으로 인해 2020년 GDP 3.9% 감소한 후 점차 회복세
- 다만, 우크라이나 전쟁으로 인한 에너지 수급 불안정은 여전히 물가 상승과 경제성장을 감소로 이어질 수 있음
- 2022년 인플레이션율이 최고치를 기록하였으나, 2023년 높은 인플레이션율을 만회하기 위해서 정부는 최저임금을 10% 인상 및 소득세율을 기존 37.07%에서 36.93%로 감소함
- 2023년 구매력 수준은 전년 대비 -2%p 수준을 기록함으로써 2022년(직전년도 대비 2.7%p 하락)에 비해 다소 구매력 수준이 향상됨

- (내수소비) 2023년 인플레이션이 2.9%로 예상되며, 구매력은 0.2% 감소 전망
- (민간투자) 팬데믹으로 2020년 -0.3%, 2021년 2.9%, 2022년 1.5%를 기록하며 2023년에도 에너지 집약적인 산업을 위주로 투자 감소가 예상됨
 - 질소를 유발하는 프로젝트의 정부 허가 필요 등 질소 정책을 둘러싼 불확실성으로 투자 감소가 예상됨
- (정부지출) 2023년에는 GDP 대비 국가채무 비율이 GDP의 50% 이하를 웃돌 것으로 전망함
 - 네덜란드의 정부 부채는 2019년 12년 만에 처음으로 GDP 대비 50% 이하인 48.5%까지 낮아져 재정 건전성을 유지해 왔음
 - 2023년 정부 총지출은 3,950억 유로이며, 가게의 구매력 유지를 위한 최저임금 인상, 저소득층을 위한 정부 가게 보조금, 소득세 인하 등에 170억 유로 예산 투입
 - 코로나 지원 정책으로 2020년 GDP 대비 54.7%, 2021년에는 52.4%까지 축소했고, 건전한 부채관리를 위해 2022년에는 49.3%, 2023년에는 48.4%까지 축소할 예정
- (수출) 주요 교역국들의 경제 회복에 따라 수출 실적도 함께 회복 전망
 - 코로나 확산과 주변 교역국들의 경제 활동 축소로 2020년 4.3% 감소된 네덜란드 수출은 2021년에는 5.2% 증가했고, 2022년에는 5.3%, 2023년에는 3.7% 증가할 예정임.
 - 러시아-우크라이나 전쟁에도 불구하고, 이들 지역의 네덜란드 수출은 2% 이하(기계류, 의약품, 화훼작물 등이 주요 수출품)로 영향이 제한적일 것으로 예상함
- (고용) 코로나 회복세로 고용률, 임금인상률 지표는 개선 전망이나, 실업률은 증가 전망
 - 실업률은 2018년 4.9%, 2019년 4.4%로 지속 감소해 2008년 금융위기 여파에서 벗어나 점차 안정화되고, 2022년 3.5%, 2023년에는 3.9%로 증가 전망
 - 2020년 코로나 위기로 인해 실업률이 4.9%로 전년에 비해 다소 올랐으나 정부 지원 정책 덕분에 2021년에는 4.2%로 감소하는 등 급격한 실업 증가를 막음

한-네덜란드 교역 동향

- 2023년 2월 기준, 對 네덜란드 수출 12.47억 달러, 수입 9.04억 달러
 - 최근 양국 간 반도체 제조 부품·장비, 자동차, 의약품 교역이 증가에 힘입어 교역 규모가 꾸준히 늘고 있음
 - 다만, 2008년까지는 큰 폭의 무역수지 흑자를 유지했으나, 최근에는 2019년을 제외하고 지속적인 적자를 보이고 있음

○ 2023년 2월 기준, 對 네덜란드 수출 12.2% 증가

- 원자재 수요 급등으로 석유·철강제품 수출이 유망한 한편, 정부의 배출규제 강화로 전기자동차 중심의 시장 확대가 이뤄지고 있음
- 무선통신기기, 컴퓨터, 화장품, 식음료 수출도 꾸준한 증가 추세임
- 한국의 네덜란드 10대 수출입 품목(1~10순위 순)
 - 수출 : 제트유 및 등유, 합금철, 전기자동차, 합성수지, 반도체 제조용 장비부품, 냉방기, 의약품, 승용차, 석유화학중간원료, 전산기록매체
 - 수입 : 반도체 제조용 장비, 반도체 제조용 장비 부품, 우라늄, 낙농품, 가축육류, 나트타, 의약품, 승용차, 기타정밀화학원료, 기타자동차

(단위: 백만 달러, %)

구분	수출		수입		수지
	금액	증감률	금액	증감률	
2023년(~2월)	1,247	12.2	904	-21.6	343
2022년	7,869	35.4	8,130	-11.3	-261
2021년	5,811	45.7	9,163	47.1	-3,352
2020년	3,987	-6.0	6,230	48.5	-2,243
2019년	4,243	-11.1	4,196	-39.2	47

자료: 한국무역협회

▶ 한-네덜란드 투자동향

○ 네덜란드발 외국인 직접투자는 우회투자의 영향으로 매년 격차가 큼

- 최근 3년간 네덜란드가 한국에 주로 투자(신규투자+증액투자)한 분야는 금융, 기계장비, 소프트웨어, 유통, 해상풍력, 반도체 장비 등임.
- 금액으로는 금융이 가장 많고 건수로는 기계장비와 유통이 각각 3건으로 가장 많음.
 - 지난 3년간(2020~2022년 11월) 네덜란드 전체 투자 신고(신규+증액투자) 중 순수 네덜란드 기업의 투자 신고는 INSC 금액 기준 13.6%에 불과하고, 나머지 투자는 타국 기업의 우회 투자임. 금액으로는 캐나다가 가장 많고, 투자기업 수로는 미국이 가장 많음

○ 주요 투자유치 분야

- (반도체) 네덜란드 최대 반도체 장비 생산 기업인 ASML사가 2021년 화성 반도체클러스터 조성에 2025년까지 2,400억원 투자를 결정, ASM International사는 원자층 증착 장비를 생산하는 제2공장 신설 및 R&D 센터증설 등 1억불 규모의 투자를 검토하는 등 반도체 생산 협력사들의 투자가 지속 확대되고 있음.
- (해상풍력) Royal Dutch Shell, Northland Power Europe 등 네덜란드 주요 에너지 기업이 남해안 및 동해안의 해상풍력 프로젝트에 활발하게 진출하고 있음.

- (석유화학) 네덜란드 주요 기업인 Royal Dutch Shell, AkzoNobel, DSM 등이 한국에 진출해 있으며 네덜란드 중소 화학기업은 아시아 시장 진출을 위한 교두보로 한국을 검토 중

○ 네덜란드 투자 진출 특징

- 한국 기업의 현지 투자는 진출 목적에 따라 크게 물류 거점형, 마케팅 거점형, 우회투자 진출로 나뉘고 있는 바,
- 물류 거점형 투자는 네덜란드의 지리적 이점과 물류 인프라를 활용하는 형태로 항만 물류 인프라가 발달한 로테르담항과 항공 물류 중심지인 스키폴공항이 중심 대상 지역임
- 마케팅 거점형 투자는 유럽 소비시장 관문인 네덜란드 시장을 중심으로 하여 서유럽을 비롯한 동유럽 지역까지 마케팅을 관할하는 형태임
- 우회투자 진출형은 네덜란드의 합리적인 조세제도와 광범위하게 체결된 국가 간 조세조약의 혜택을 활용하기 위한 법인을 설립하는 경우임

▶ 주요 산업별 투자동향

○ 대부분 대기업 위주의 판매, 물류, 및 서비스 형태 진출

- 삼성전자(물류·판매), LG(판매·서비스), 현대·기아차(판매), SK루브리컨츠(판매), 한국타이어(판매), 한솔(판매), 범한판토스(물류·운송) 등 주로 대기업 및 중견기업 위주의 진출이 주를 이루고 있음

○ 유럽의 성장 산업 시장을 겨냥한 투자 진출

- 최근 LS전선, 대한전선, 중부발전 등 유럽 풍력 프로젝트 참여를 위한 진출, 유럽의 e-스포츠 시장 공략을 위한 게임 업체의 신규 진출, 유럽 유전체 분석 시장을 겨냥한 진출 등 다양한 신규 성장 분야에 진출하는 우리 기업이 증가하고 있음.

○ 건설 및 도소매업 중심의 투자금액 유입이 활발

- 네덜란드 누적 투자금액이 가장 큰 분야는 광업으로 우회투자가 차지하는 비중 이 큰데, 석유공사의 카자흐스탄 자원개발 투자, 한전의 사우디 발전소 건설을 위한 합자회사 설립 등이 대표적인 우회투자 사례임.

○ 에너지 전환 관련 시장 및 기업 투자 증가 추세

- 한화종합화학은 수소 혼소 기술을 보유한 토마슨에너지 지분 100% 인수, SK에코플랜트는 싱가포르 TES 지분 인수를 통해 네덜란드 전기차 배터리 재활용 시장에 진출, 현대에너지솔루션 네덜란드 및 유럽 태양광 시장 확대를 위한 지사 설립 준비 등

EU의 탄소중립 정책추진 동향

1) EU 그린딜('19. 12월)

○ 지속가능한 경제를 위한 EU의 로드맵으로 “2050년까지 최초의 기후 중립 대륙 달성(to become the first climate neutral continent by 2050)”을 목표로 사회 전 분야 전환 추진

분야	주요 사업
외교	✓ 탄소국경조정제도 등 국제적인 기후행동 촉구 및 기후·환경이슈 부각
공정한 전환	✓ 피해자 지원을 위한 공정한 전환 기금 조성 ✓ 노동환경 적응을 위한 일자리 교육 등
부문별 온실가스 감축	✓ (에너지) 2050년 탈탄소화 등 ✓ (건물) 에너지 효율 개선, 건축자재 절약 등 ✓ (산업) 순환경제로 전환, 녹색전환을 위한 산업 전략 마련 등 ✓ (교통) 2050년 온실가스 90% 감축 등 ✓ (농축산) 농장에서 식탁까지 전략 추진 등
생물다양성	✓ 2020년 생물다양성 전략 제시, 유럽 산림전략 논의등
환경보호	✓ 대기·수질·토양 무오염계획(zero-pollutionplan) 마련등

자료: 이해경(2020), 유럽그린딜 논의 동향과 시사점, 국회입법조사처 외국입법 동향과 분석 제25호

2) Fit for 55(2030년 55% 달성을 위한 패키지, '21. 7월)

○ EU 집행위는 '30년까지 탄소배출량 55% 감축을 목표로 기후변화 대응정책 패키지 발표



자료: 박상욱(2021), 2026년 탄소국경세, 2035년 내연기관 스톱..EU가 쏘아올린 제법 큰 공, JTBC 뉴스

○ 주요 수단

- (탄소국경세(CBAM : Carbon Border Adjustment Mechanism)) EU가 역내 환경규제 강화에 따른 생산원가 상승으로 고전하는 역내 기업을 보호하기 위해 온실가스 배출 규제가 취약한 국가에서 생산되는 제품에 세금을 부과하겠다는 정책
 - (추진과정) '21. 7월 초안 발표 이후, '22. 1월 수정안, '22. 3월 EU 이사회 합의, '22. 4월 유럽 본회의 승인 등의 절차를 거침.
 - (시행) '23.10. 발효 후 2년 3개월간의 전환 기간을 거쳐 '26.1.1.부로 본격 시행 예정
 - ※ 전환 기간에는 인증서 구매 없이 분기별 배출량 보고 의무 有 → 본격 시행 시 CBAM 인증서 구매 의무 부여
 - (도입 형태) 수입업자가 전년도 배출량에 상응하는 CBAM 인증서(Certificate, 배출량 1t에 상응)를 구매하여 제출 의무화
 - (무상할당) '26 ~ '34년(9년)간 단계적 폐지
 - (대상 품목) 철강, 시멘트, 알루미늄, 전기, 비료, 수소 등 6개(일부 철강 하위제품인 특정 전구체, 일부 다운스트림 제품(나사, 볼트 등 철강 제품) 포함)
 - ※ EU는 전환기 종료 전 플라스틱, 유기화학품 등 적용 품목 추가 여부를 결정할 계획
 - (과세 대상) 철강·알루미늄·수소는 온실가스 직접배출량, 시멘트·전기·비료는 온실가스 직접 및 간접 배출량 모두 포함
 - ※ (국내 영향) 적용 대상 품목 기업의 탄소 배출량에 따른 인증서(배출권) 구매 의무 부여, 에너지 집약 수입품의 배출 비용에 대한 부과금 도입으로 기업 부담 가중 우려
 - ※ 무상할당 폐지 일정 완화로 우리 기업의 우려는 일부 해소되었으나, 향후 품목 확대 여부와 간접 배출 조건 등에 예의주시 필요
 - ※ 대상 품목을 플라스틱·유기화학품으로 확대 시 우리 EU 수출기업에 대한 영향 확대 우
- (자동차 탄소배출 규제) 2035년부터 내연기관 차량(하이브리드, 플러그인하이브리드 포함)의 신규 등록을 금지하고, 2050년부터 탄소를 배출하는 차량의 도로주행을 금지하도록 함
 - (추진과정) '21. 7월 초안 발표 이후 '22. 10월 CO₂ 배출 규제안 3자(EU이사회-EU의회-EU 집행위) 합의를 거쳐 '23. 3월 2035년부터 신규 내연기관차 판매 금지 최종 결정
 - ※ 의회의 최종 결정 후 EU 27개 회원국은 합성연료(E-Fuels) 예외 조항을 포함한 신규 내연기관차 판매 금지 최종 승인('23. 3.)
 - EU 집행위는 중형 상용차(5t 이상 트럭·시내버스, 장거리버스(7.5t 이상))에 대한 CO₂ 배출 기준 강화 개정안도 발표('23.2.14.)
 - ※ 모든 신규 상용차 배출량을 '19년 대비 '30년까지 45%, '35년까지 65%, '40년까지 90% 감축할 것을 제안
 - ※ '30년부터 신규 시내버스는 제로 배출 차량만 허용 예정

< EU 자동차 CO2 배출 규제안 >

(단위: CO₂/km, %)

주기	승용차	소형상용차
'21년~	95g CO ₂ /km	147g CO ₂ /km
'25년~	-15%	-15%
'30년~	-55%	-50%
'35년~	-100%	-100%

자료: EU 집행위, 독일연방환경청

▶ 네덜란드 탄소중립 정책추진 동향

○ 네덜란드 정부는 'Environment to be Climate resilient and water robust'를 비전으로, '공간 계획 및 환경 부문에 대한 국가 전략(Draft National Strategy on Spatial Planning and the Environment)' 발표('19. 8월)

- 기후변화 관련 추진사업

- ① 에너지 전환 및 기후변화 적응을 위한 공간(Space for climate adaptation and energy transition)
- ② 지속가능한 경제성장 잠재력(Sustainable economic growth potential)
- ③ 건강도시와 지역(Strong and healthy cities and regions)
- ④ 미래형 농촌 개발(Future-proof development of rural areas)

○ 네덜란드의 온실가스 감축목표(1990년 대비 2030년 49%, 2050년까지 95%)는 기후법(Dutch Climate Act)에 명시

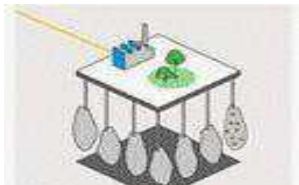
- 관련 내용을 구체화한 국가기후합의(National Climate Agreement) 채택

- (건물) 2050년까지 700만 가구 및 100만 동의 가스난방 중단, 가스난방 세금 상향 및 전기 난방 세금 하향 등
- (전력) 2030년까지 전력부문 온실가스 최소 20.2백만톤 감축, 전체 전력의 70% 재생에너지 공급, 해상풍력 대폭 확대 등
- (산업) 2030년까지 1990년 대비 59% 수준으로 감축, 250곳 이상의 기업에 톤당 30유로의 탄소세 부과 및 2030년까지 톤당 150유로로 상향 조정 등
- (수송) 2030년까지 버스와 신규 차량 넷제로 달성, 공공전기차 충전소 180만개 보급 등
- (농업) 농업용 장비의 에너지효율 개선을 위해 10억 유로 지원 등

○ 2020년 3월에는 저탄소 에너지 공급을 위한 국가 수소전략 발표

- (목표) 2025년까지 500MW 규모의 수전해 시설 확보 및 75천톤 수소 생산

- 기존 가스망의 수소 운송 가능성 조사 중
- 30~40개의 대형 도시에 이산화탄소 프리존(전기 화물 운송수단만 진입 가능) 도입

프로젝트 명	개요
Duwaal('24년 완료 예상) 	• Duwaal은 네덜란드 북서부 그린수소 경제 개발에 중점을 둔 프로젝트로, 이 프로젝트는 풍력에너지를 활용한 수소 생산으로 지속 가능하고 재생 가능한 에너지 시스템 구축에 기여하는 것을 목표로 함 • HYGRO는 비링에르메어(Wieringermeer)호에서 ENERCON 4MW풍력 터빈 및 5MW 전기분해 시스템을 이용, 수소 생산을 위한 통합 전기분해 풍력 터빈을 개발. 생산된 수소는 연료전지 전기트럭 또는 건설 현장용 발전기와 같은 수소 전기 응용 분야에 사용 예정 (참고: http://www.hy-gro.net/en/duwaal)
PosHYdon: 세계 최초 해상 수소 플랫폼 ('24년 완료 예상) 	• 파일럿 프로젝트로 북해에서 시행되는 에너지 시스템 통합 사례이며, 세계 최초로 해상에서 그린수소를 생산하는 플랫폼. PosHYdon은 북해에서 해상풍력, 해상가스, 녹색수소 등 3가지 에너지시스템 통합을 목표로 하며, 이는 Neptune Energy의 Q13a-A 플랫폼에서 탈염된 바닷물로부터 그린수소를 생산함으로써 가능 • Q13a-A는 헤이그 해안에서 약 13km 떨어진 네덜란드 북해에서 최초로 완전히 전기로 작동하는 플랫폼으로, 1MW의 전해질은 하루 최대 400kg의 그린수소를 생산할 전망 (참고: http://poshydon.com.en/home-en/)
HEAVENN('20~'25 진행) 	• '20. 1월에 시작된 HEAVEN(북네덜란드 밸리 환경을 위한 수소 에너지 응용 프로그램)은 다양한 프로젝트에서 수소 연료 전지를 사용할 수 있도록 하는 것이 목표며, 이를 달성하기 위해 최종 사용자 위치에 그린수소를 전달할 수 있는 가스 전송 인프라를 구축할 계획 • HEAVENN은 생산, 유통, 저장 및 수소의 최종 사용과 같은 핵심 요소를 H2밸리(H2V)로 통합하는 대규모 데모 프로젝트 프로그램으로, 프로젝트 클러스터 간 상호 연결을 보장하면서 프로젝트 클러스터 전반에 걸쳐 다양한 H2 연료전지의 사용을 촉진 (참고: https://heavenn.org/)
Green Shipping Wadden Sea ('20~'24년 중반) 	• Green Shipping Wadden Sea 프로그램은 2030년까지 CO₂ 배출량을 60% 감축하는 것을 목표로 함. 와덴해의 깨끗한 해양을 위해 4년 이내에 하위 10개 프로젝트에 2,580만 유로 이상을 투자할 계획 • '20년 프로그램 시작과 동시에 5개의 프로젝트가 시작됐고 수소를 운송하기 위한 다양한 종류의 선박을 개조하는 것에서부터 와덴해에서 탄소배출이 없는 운송분야 혁신 추진 (참고: https://greenshippingwaddenzee.nl/)
Hystock 	• Hystock은 네덜란드 최초로 대규모 지하 수소 저장을 진행. Hystock은 지속 가능한 수소 사용이 가능하도록 대규모 지하 수소 저장을 목적으로 벤담(Veendam)근처 Zuidwending에 소금 동굴을 개발 중 • 이 프로젝트 계획에 따르면, 첫 번째 동굴의 설치는 2028년에 시행될 예정이며, 나머지 3개의 동굴은 수소 시장 성장에 따라 2030년 이후 실현을 목표로 함 (참고: https://www.hystock.nl/en)

자료: 김소은(2023), 수소 경제를 준비하는 네덜란드, Kotra 해외시장뉴스

○ 네덜란드 로테르담 항의 탄소중립 정책

- (비전) Become zero emission port in 2050
- (온실가스 감축목표) 1990년 대비 2030년까지 55% 및 2050년 탄소중립 달성
- 탄소중립 항만 조성을 위해 스마트 에너지와 산업 로드맵(Smart Energy & Industry Roadmap) 마련
 - 2030년까지 유럽 최대 석유화학 클러스터를 화석연료가 아닌 전기에너지 기반 산업구조로 전환
 - 지역과의 협력체계(Governance of the port industrial complex and climate goals)를 구축하여 '탄소 저감 시나리오별 이행전략' 수립
 - 바이오매스 활용, 이산화탄소 포집 및 활용, 그린 수소 개발, 잔열 활용 등으로 신재생에너지 전환 확대 중
 - 에너지 효율화를 위해 인근 산업 클러스터와 연계한 에너지 공급 네트워크 마련, 마이크로 그리드, 가상형 발전소 등으로 구성되는 지능형 통합 에너지 공급 시스템 구축 등 추진

국가	항만	발표 연도	기준 연도	중간 목표지점	최종 목표시점	감축 목표
네덜란드	로테르담	2021	1990	2030	2050	• 2030년까지 온실가스 배출량 1990년 대비 55% 감축 • 2050년까지 탄소중립 달성
한국	부산	2022	2018	2030	2050	• 2030년까지 CO₂ 배출량 2018년 대비 47% 감축 • 2050년까지 탄소중립 항만 전환
	여수·광양	2021	-	-	2050	• 2050년까지 탄소중립 항만구축
	인천	2021	2010	2030	2050	• 2030년까지 CO₂ 배출량 2010년 대비 최소 45% 감축 • 2050년까지 탄소중립 달성
	울산	2021	2018	-	2050	• 2050년까지 항만 탄소배출량 '0' 달성
	평택·당진	2021	-	-	2040	• 2040년까지 탄소중립 달성

자료: KMI(2022), 항만의 탄소중립 이행 관리 표준안 연구.

☼ 현지체류 참고 사항

○ 날씨

- 네덜란드는 북위 50~53도의 고위도에도 불구하고 북해연안에 인접해 따뜻한 대서양 난류로 인해 온화한 해양성 기후를 가지고 있음
- 가을철을 제외하고 연중 건조한 편이며, 연간 강우량은 약 760mm, 눈이 내리는 날은 연평균 17일 정도임. 봄철을 제외하고는 다소 강우량이 많은 편이며, 특히 9월부터 익년 3월까지의 강한 바람을 동반한 비가 자주 내림
- 여름철 평균 기온은 17.3도 내외이나 일교차가 심한 편임. 최근 여름에는 7월과 8월 사이 폭서가 이어짐. 겨울철은 비교적 온화한 편이나, 바람이 많이 불어 체감 온도는 이보다 훨씬 낮음. 겨울철 폭설은 없으나 건조함
- 체류기간 중 날씨(암스테르담)



○ 기타

- 시차 : 네덜란드는 한국보다 8시간 느리며, 서머타임 실시 기간은 7시간 느림
 - 서머타임은 매년 3월 마지막 주 일요일부터 10월 마지막 주 일요일까지
- 근무시간
 - 관공서 및 일반기업은 주 5일 근무제(월~금)를 실시(9시~17시)
 - 개인 의사에 따라 탄력근무 제도를 도입한 회사도 상당수이며, 근무시간이 상이함에 따라 비즈니스 목적의 미팅은 금요일을 피하는 것이 바람직함
- 상점은 지역별로 상이하나 평일은 9시/10시~18시(월요일은 오전 휴무), 토요일은 9시~17시, 일요일은 폐점하는 것이 일반적임.
 - 최근 시내 중심가 상점은 토요일 연장 영업 또는 일요일에도 개점하는 사례가 있어 방문을 원할 경우 개별적으로 확인하는 게 좋음
- 전압은 220V, 50Hz이며, 콘센트 모양 역시 한국과 같아 큰 문제 없이 한국 전자제품을 그대로 사용 가능(단, 간혹 구멍이 작아 플러그가 들어가지 않는 경우가 있음)
 - 인사는 Hallo(할로), Fijne Dag(파이네 다흐, 좋은 하루), 헤어질 때는 Tot ziens(툿 씨엔, 또 만나자), 감사는 Dank je wel(당케 벨)

2. 독일(Germany)

▶ 일반현황

독일연방공화국, 약칭 독일은 중앙유럽에 있는 나라이다. 북쪽으로 덴마크와 북해, 발트해, 동쪽으로 폴란드와 체코, 남쪽으로 오스트리아와 스위스, 서쪽으로 프랑스, 룩셈부르크, 벨기에, 네덜란드와 국경을 맞대고 있음. 독일은 연방제와 의원내각제를 채택한 공화국으로 16개 주로 이루어져 있으며, 수도는 독일 최대 도시인 베를린



◆ 수 도	: 베를린(Berlin)
◆ 인 구	: 83,695,430명 (자료원 : 독일 연방통계청, 2022. 3. 31. 기준)
◆ 면 적	: 35만 7580km ² (한반도의 1.6배)
◆ 언 어	: 독일어
◆ 종 교	: 가톨릭교(28%), 개신교(25%), 이슬람교(5%), 무교 또는 기타(42%)
◆ 통 화	: 유로(EUR)
◆ 1인당 GDP(US\$)	: 51,383\$ (2023.4. IMF 기준), (vs. 대한민국 33,393\$)
◆ 수출규모(억\$)	: 1.67조\$(2022년, EU 기준)
◆ 수입규모(억\$)	: 1.58조\$(2022년, EU 기준)
◆ 수출 무역의존도	: 38.64% (vs. 대한민국: 35.6%)
◆ 교역 현황(對韓)	: 336.8억\$, 수출 : 236.1억\$, 수입 : 100.7억\$ (2022년) / 교민현황 47,428명

▶ 경제동향 및 전망

□ 독일 정부는 러-우 사태 장기화에 따른 지정학적 위기, 글로벌 경기 부진, 높은 인플레이션 등 불확실성 지속으로 '23년 0.4%, '24년 1.6% GDP 성장 전망

○ (경기현황) '22년 독일 경제는 러-우 사태에 따른 에너지 위기 및 글로벌 공급 병목현상, 높은 인플레이션, 진행 중인 코로나 팬데믹에도 불구하고 기존의 전망치(+1.4%)를 상회하며 +1.8% 성장

- 코로나19 위기 이후 처음으로 위기 이전 수준을 상회하는 성장세 기록('19년 대비 +0.7%)
- 에너지 가격 급상승, 높은 인플레이션 지속에 따른 가계 실질소득 감소 등 불확실성 증가에도 불구하고, 중국의 '제로 코로나' 정책종료 이후 경제활동 재개에 따른 공급 병목현상 완화와 더불어 '23년 초 경기 개선에 대한 기대감 고조

- '22년 러-우 사태 및 글로벌 경기 침체의 영향 속 에너지 수입 가격 급상승으로 인해 수입이 23.4% 증가하며, 독일 무역수지 흑자가 5년 연속 감소 및 50% 이상 감소('21년 1,753억 유로 → '22년 809억 유로)하며, '00년 이후 가장 낮은 수출 흑자 기록. 특히 중국과의 교역에서 843억 유로에 이르는 사상 최대 무역적자 기록(*독일연방통계청)

○ (전망) 독일 정부는 최근 공식 봄 전망에서 '23년 GDP 성장 전망을 기존 -0.4%(22.10.12.) → +0.2%(23.1.25.) → +0.4%로 상향 조정, '24년은 기존 +2.3% → +1.8% → +1.6%로 하향 조정하며 경기침체 완화 및 점진적 회복 전망 (23.4.26.)

- '23년 美 인플레이션 감축법(IRA) 등을 통한 보호무역주의 기조, 중간재 부족, 물가상승, 금리인상 등의 경기 하방 요인이 상존하나, 우려됐던 경기침체가 다소 완만하게 진행되며, 러-우 사태의 향방이 불확실한 가운데서도 생산, 소비 부문 기대감 상승
- '23년 독일 정부는 민간소비 +5.5%, 설비투자 +2.4%, 수출 +1.3%, 수입 +9.6% 등 완만한 회복세를 전망하나, 전반적으로 전망 수치 하향 조정(민간소비 외, 실질 기준)
- 독일 경제전문가협의회는 '23년과 '24년 경제성장률을 각각 +0.2%, +1.3%, 평균 물가 상승률을 각각 +6.6%, +3.0%로 전망, 쉬니처(Monika Schnitzer) 협의회 회장은 “인플레이션으로 인한 구매력 손실, 자금조달 여건 악화, 더디게 회복되고 있는 해외 수요를 올해와 내년 더 강한 경기 상승세를 가로막는 요인”으로 지목('22.3.22. Handelsblatt)
- (기계) 독일 기계및설비제조협회(VDMA), 공급망 병목현상 지속과 다수 국가의 보호주의 조치로 회귀로 '22년 +1% 실질 생산 성장 예상, '23년 -2%의 실질 생산 감소를 예상하나 독일 산업은 견조하다고 밝히고, 특히 독일 및 EU 차원에서 추구하는 기후 중립 경제를 기계산업을 위한 기회로 평가
- (자동차) 독일 자동차산업협회(VDA), '23년 약 270만 대 판매(전년 대비 +1.9%) 전망, 예년 수준 회복은 역부족(코로나 팬데믹 이전 역대 최고 실적을 기록한 '19년(361만 대 판매) 대비 여전히 약 1/4 낮은 수치), 업계 내 공급 병목현상은 예년 대비 소폭 완화될 전망이며, 전기차, 자율주행차 등을 위시한 차세대 기술 부품 시장 수요

○ (소비) 코로나19 방역 규제 완화 이후 경기회복세를 주도한 민간소비는 고물가 지속과 더불어 실질 소득 감소 우려에도 불구하고 '23년 +5.5%의 회복세 전망, '24년에도 +2.2%로 완만한 증가세 예상

- (물가) 러-우 사태에 따른 에너지 가격 상승과 코로나 팬데믹으로 중단된 공급망 가격 상승 효과로 '23년은 +5.9%, '24년도 +2.7% 전망으로 '24년에서야 비교적 안정세 진입 전망
- '23.2.이래 식품 가격 상승세가 인플레이션의 주요인인 에너지 가격 인상을 추월하며, 가장 큰 물가상승 요인으로 부상 (독일 연방통계청)
- (내수 수요) '23년 러-우 사태 장기화를 위시한 경기 불확실성에도 불구하고 비교적 안정적인 고용과 수출 경기 속 내수 수요도 소폭 회복세 기대 ('23년 +4.9%, '24년 +2.4% 전망)

○ (러-우 사태 영향) 러-우 사태 및 대러 제재 확대 여파로, 대러 석탄, 석유 및 가스 금수 조치 시행이 물가상승 압박 요인으로 작용하며, 에너지 가격 상승세 지속 및 민간소비 압박

- '22.4.8. EU는 러시아산 석탄 수입 금지 등을 포함한 제5차 대러 추가 제재 채택, 3개월 유예기간 후 8월부터 러시아산 석탄 수입 전면 중단, '22년 말까지 러시아산 원유 수입 전면 중단, 현재 EU의 10차 대러 제재 시행 중('23.2.25. 승인)

- 브레멘 대학교 경제학과 교수 로흐릿츠(Michael Rochlitz), “서방의 대러 제재에 따른 피해는 이미 치명적”이라고 밝히고, “특히 IT를 위시한 미래 산업에서 그 결과가 엄청날 것이며, 군수산업도 큰 문제에 직면하고 있다”고 밝힘 (‘23.2.24. Tagesschau)
- 독일연방은행은 對 러 석유 및 가스 금수 조치 시, 독일의 급격한 경기침체 및 물가 상승세 지속 예상, 약 1,650억 유로에 이르는 부가가치 손실과 더불어 GDP가 약 2% 감소할 것으로 전망한 바 있음 (‘22.4.28. Handelsblatt)

○ (고용) 러-우 사태 및 높은 인플레이션 등 경기 하방 요인에도 '22년 독일 실업률은 5.3%로 전년 5.7% 대비 소폭 하락 (‘23.1.25. 독일 정부)

- 독일 연방노동청(BA)은 '22년 가격 인상, 경기 불확실성, 난민 이주 등 우크라이나 사태의 결과가 고용시장에 뚜렷한 영향을 남겼으나, 실업은 감소했다고 전함
- '23.3. 실업률은 5.7%로 전월과 동일하나, 실업자 수는 소폭 감소한 총 259만 명 기록, 전월 대비 +0.0%p, 전년 동기 대비 +0.2%p 증가
- '23년 실업률은 난민 유입 및 경기침체 등의 우려로 5.4%로 소폭 상승할 전망이나, 예년 대비 대체로 안정세 예상, '24년에는 5.2%로 소폭의 회복세 기대(‘23.4.26. 독일 정부)

□ (금융시장) ECB, 지난 '22.7월 이래 여섯 번째 연속 기준금리 인상 시행 및 자산 매입 프로그램 규모 축소 발표

○ (정책금리 인상) 유럽중앙은행(ECB)은 3월 정책위원회에서 기준금리(3.0→3.5%), 한계대출금리(3.25→3.75%), 수신금리(2.5→3.0%) 등 주요 정책금리 모두 0.5%p 인상 (‘23.3.16.)

- ECB는 유로존 내 높은 인플레이션에 대한 대응조치로 지난 '22.7. 이래 여섯 차례 연속 기준금리 인상 단행
- 이는 이미 전문가와 투자자가 예상한 인상으로, 지난 '23.3.7. 실리콘밸리은행 파산에 따른 영향으로 계획 변경에 대한 일부 이견도 예상되었으나, 계획대로 진행

○ (물가 상승률) 유로존의 물가 상승률은 지난 '22.11월 이래 하락세가 지속되고 있고, '23.3월 예상치(+7.1%)를 크게 밑도는 +6.9%를 기록했으나, 중기 목표인 +2%대를 훨씬 상회

- '22.10. +10.6% → '22.11. +10.1% → '22.12. +9.2% → '23.1. +8.6% → '23.2. +8.5% → '23.3. +6.9% (Eurostat, 수정 발표 수치 기준)
- 최근 인플레이션 증가폭 감소는 에너지 가격 하락세(-0.9%)에 기인 (Eurostat / '23.3.31. Handelsblatt)

○ (자산매입프로그램) 자산매입프로그램(APP)은 종전 결정 유지

- 만기채권 원금의 전액 재투자 종료 (‘23.2월말까지만 전액 투자 결정, '22.12.)
- '23.3월부터 자산매입 포트폴리오는 종전 결정대로 '23.6.까지 월평균 150억 유로씩 축소 예정, 하반기 이후 축소 규모는 추후 결정

○ (긴급자산매입 프로그램) 팬데믹 긴급매입프로그램(PEPP)은 종전 결정 유지(21.12.)

- 만기채권의 원금 재투자는 적어도 '24년 말까지 지속 예정
- 재투자 관련 포트폴리오 조정은 팬데믹과 관련한 정책 파급경로 상의 리스크에 대응할 수 있도록 유연하게 적용

○ (전망) 향후 통화정책은 최근의 금융시장 불안 등 불확실성 확대를 반영하여 운용 예정

- 최근 확대된 금융시장 불확실성 등을 감안해 기존에 포함되어 있던 추가 금리 인상 예고 및 충분히 긴축적인 금리 수준 유지 방침에 대한 문구 등은 통화정책 결정문에서 삭제
- 금융시장 불안 대응과 관련해서는 금융안정 및 통화정책 파급경로 확보를 위해 필요한 경우 유동성 공급 등 가용한 모든 정책 수단 활용 방침
- 3월 정책 결정 이후 ECB 최종금리에 대한 시장의 예상치가 낮아진 가운데 향후 1~2차례 추가 금리 인상 예상 (수신금리 기준 3.25~3.50%) (ECB, 독일연방은행, 한국은행 프랑크푸르트 사무소, 기타 언론자료)

▶ 한-독일 교역동향

□ 수출입 동향

○ (수출) '22년 對 독일 수출은 전년 대비 -9.4% 감소한 100.7억 USD 기록

- '22년 코로나 팬데믹이 완화되며, 코로나19 위기로 수출 효과가 두드러졌던 농약 및 의약품 수출이 큰 폭으로 감소하며 수출 감소세의 주요인으로 부상
- 또한, 러-우 사태 발발과 더불어 코로나발 공급망 병목현상이 장기화되며 독일 내 생산 중단 사태 및 단축 근무에 따른 자동차부품 수출이 크게 감소
- 이 외에도, 전반적인 반도체 칩 수요 감소 및 가격 하락세에 따른 반도체 수출도 부진
- '23.2. 누계 기준 對 독일 수출은 전년동기 대비 1.0% 감소한 15억\$를 기록하며 다소 부진한 편이나, 자동차, 무선통신기기, 자동차부품 등 수출이 비교적 높은 증가세를 기록

○ (수입) '22년 對 독일 수입은 전년 대비 7.4% 증가한 236억 USD 기록

- '22년 코로나 팬데믹 완화 움직임에도 농약 및 의약품 수출이 크게 상승, 아울러 축산가공품, 산업용 전기기기, 자동차 등에 대한 수요가 큰 폭으로 상승하며 증가세 견인
- '23.2. 누계 기준 전년 동기 대비 +20.7% 증가한 41억\$를 기록, 항공기 및 부품, 반도체 제조용 장비, 농약 및 의약품 등이 높은 증가세를 나타내고 있으며, 특히 7위를 기록한 항공기 및 부품은 +3,095%의 증가율로 수입 견인

○ (무역수지) '22년 무역수지는 총 -135억 USD로 전년대비 적자 폭이 약 27억 USD 확대되며 지난 '15년 이래 최대 무역적자 기록

- '23.2월 누계 무역수지는 높은 수입 상승세 영향으로 -26억 USD로 예년 대비 높은 수준

< 한-독일 교역동향 >

(단위: 백만 달러, %)

구분	수출		수입		수지
	금액	증감률	금액	증감률	
2023년 2월	1,536	-1.0	4,184	20.7	-2,648
2022년	10,068	-9.4	23,615	7.4	-13,547
2021년	11,110	16.0	21,996	6.4	-10,886
2020년	9,576	10.3	20,681	3.7	-11,105
2019년	8,686	-7.3	19,937	-4.4	-11,251

자료: 한국무역협회

□ 주요 품목별 수출현황

○ '22년 코로나 팬데믹 완화에도 불구하고 러시아-우크라이나 사태의 여파에 따른 부품 병목 현상과 중국의 코로나19 Lock down 영향 속 독일 산업 생산 부진과 더불어 한국의 對 독일 수출은 금속공작기계(+29.5%), 무선통신기기(+18.1%), 합성수지(+5.2%) 등의 수출 증가세에도 뚜렷한 감소세 시현

- 특히 수출 주력 품목인 반도체가 '22년 말부터 스마트폰 및 가전 등 하방 산업수요 감소에 따른 전반적인 수요 부진 및 메모리 반도체 가격 하락 지속으로 감소세(-5.4%)로 전환
- 코로나 팬데믹과 더불어 '20년 및 '21년 수출 1위로 부상했던 농약 및 의약품 역시 기저 효과로 -9.7%의 감소세를 나타내며, 수출 7위로 하락
- 한편, 산업수요 회복 움직임에 따라 금속공작기계(+29.5%), 합성수지(+5.2%), 건전지 및 축전지(+4.9%), 기계요소(+4.6%) 등을 중심으로 증가 추세
 - 10대 수출품목: 자동차, 건전지 및 축전지, 자동차부품, 반도체, 무선통신기기, 합성수지, 농약 및 의약품, 금속공작기계, 고무제품, 기계요소

□ 주요 품목별 수입현황

○ '22년 코로나 팬데믹 완화와 더불어 농약 및 의약품(+57.5%), 축산가공품(+46.0%), 산업용 전기기기(+37.3%) 등에 대한 수요가 큰 폭으로 상승하며 수입 증가세 견인

- 수입 1위 품목인 자동차를 중심으로 반도체 등도 수요를 뒷받침하며 각각 +14.7%, +10.0%로 안정적인 증가세 기록
- 특히 반도체 제조용 장비도 +8.5% 증가하며 '21년 8위 → '22년 6위로 상승
- 한편, 전년도 +46.6%의 높은 증가세 이후 기저효과와 더불어 원동기 및 펌프는 -9.7%를 기록, 11위를 기록한 정밀화학원료도 -4.8%를 기록하며 부진
 - 10대 수입 품목: 자동차, 농약 및 의약품, 반도체, 반도체 제조용 장비, 계측제어분석기, 자동차부품, 항공기 및 부품, 원동기 및 펌프, 산업용 전기기기, 기계요소

▶ 한-독일 투자동향

□ 독일의 對 한국 투자

○ '22년 투자 현황

- (꾸준한 대한 투자 유지) '21년도 딜리버리 히어로의 대규모 투자를 제외하고, 독일의 對 한국 투자는 50건 내외, 5억 달러 내외의 일정한 규모를 유지하고 있음
- (바이오산업 투자 확대) '22년도에는 자동차 판매에 따른 금융서비스 분야와 반도체 제조에 필요한 장비, 제약산업 소재 장비 기업의 투자가 지속됨
- 한국 정부의 정책변화에 따라 풍력발전 등 신재생에너지 부문 투자는 예상보다 부진
 - '22년 주요 투자사례 : P사 반도체 생산설비 관련 7,000만 달러, S사 바이오제약설비 관련 3억 달러, L사 첨단소재 생산 분야 2,500만 달러, R사 신재생에너지 분야 1,300만 달러 등

○ 투자 전망

- (중국 투자 대안 가능성) 중국의 제로 코로나 정책의 여파로 독일 기업들은 중국 대신에 다른 ASEAN 국가들을 대상으로 투자처를 물색하고 있으며, 한국도 그 대안으로 거론되고 있음
- (중국 리스크 대응) 또한 독일 정부는 대중 경제의존도 낮추기에 집중, 향후 지정학적 리스크 지역 내 독일 기업의 투자 대상 안전장치 강화, 중국의 독일 주요 인프라 투자 감독 강화 예고
 - 독일은 중국이 매력적인 경제환경 및 광대한 자원을 글로벌 정치적 영향력 행사를 위한 수단으로 사용함을 비판하고, 조만간 정치, 경제, 기술, 그리고 생태계 분야를 중심으로 독-중 관계 재정립을 위한 '중국 스트레스 테스트(China Stress Test)' 시행 예고
- (첨단산업 분야의 투자유치 경향) 한국이 강점을 보이고 있는 반도체와 이차전지와 관련한 소재, 부품, 장치 기업들의 한국 투자는 지속될 것으로 예상되나, 유럽의 IPCEI(유럽 공동 관심 분야에 주요 사업) 추진에 따른 유럽 내 대규모 프로젝트들이 예정되어 투자의 우선 순위를 두고 한국 투자가 유보될 가능성도 有
- 바이오산업의 경우 BioNTech의 對 싱가포르 투자에서도 보여지듯 아시아 국가 간의 유치 경쟁이 치열함

□ 한국의 對 독일 투자

○ (투자동향) 우리 기업의 對 독일 투자는 총 75억 달러, 854개의 법인 진출

- 코로나19 영향으로 '20~'21년 신규법인 설립 감소 ('19년 41건→ '20년 38건→ '21년 3건)
- '22년에는 코로나 규제 완화로 전년 대비 13건 증가 ('21년 32건→ '22년 45건)

○ (진출유형) 유럽 시장 공략을 위한 판매 · 영업거점 구축이 주요 목적

- 판매법인(44%), 서비스법인(21%), 지점(18%), 연락사무소(15%), 생산법인(2%) 순
 - 동유럽은 생산기지(유럽진출 한국 생산법인의 94%), 독일 포함 서유럽은 마케팅거점 중심 (KOTRA 해외진출 한국기업 디렉토리 DB 기준)

- 유럽 최대 내수시장, 현지 및 한국인 고급인력 수급 용이성, 한국 및 다른 유럽 국가와의 교통·물류 편리성으로 독일은 판매 및 서비스거점으로서의 강점 보유
- (진출업종) 자동차부품·화학·기계류 순으로 진출, 최근에는 전자정보통신·의료기기·소비재 분야로 확대
 - 현대 Cradle(자율주행, 로봇, 인공지능 투자CVC), 노타(온디바이스 AI 스타트업), 해준(에너지, IT), Neofect(뇌졸중환자용 재활의료기기), CJ제일제당(만두 생산공장) 등
- (최근 트렌드) 독일 내 공급망 재편 가속화·유럽 역내 GVC구축 중요성에 따라 현지 거점 확보를 위한 우리 기업의 독일 투자진출 확대 전망
 - 독일 정부의 배터리셀 유럽 생산허브 구축 목표('30년까지 유럽 전체 생산량의 25% 점유) 등 디지털·그린 전환 정부정책과 연계한 공급망 재편 분야 투자 진출 확대
 - 독일 내 폐배터리 재활용 공장 설립, 폴크스바겐의 '25년 전기차 배터리공장 설립 연계 한국 설비기업의 진출 등
 - 시장 조기 진입을 위해 독일기업 인수합병을 통한 투자 진출도 증가세
 - '19년 4건, '20년 4건, '21년 0건, '22년 4건 (각 연도별 상반기 기준, 한국수출입은행)
 - 현대캐피탈(독일 렌터카기업 Sixt의 자회사 Sixt Leasing 지분인수), 연성정밀화학(독일 제약 원료 기업인 Arevi Pharma 인수), 캡스톤자산운용(프랑크푸르트 공항사무실 건물 지분인수)

▶ 독일 탄소중립 정책추진 동향

□ 독일 탄소중립 추진 방향

○ 온실가스 배출현황 및 감축 목표

- 독일은 온실가스 배출량 세계 11위 국가로 '96년 이후 전반적인 감소추세
- 제조업 중심 국가의 특성상 에너지 부문의 배출량이 88%로 가장 높으며, 농업(8%), 산업공정(3%) 순으로 나타남
- 독일은 '30년까지 1990년 대비 온실가스를 65% 감축한다는 목표를 수립
- '21년 「재생에너지법」 개정을 통해 재생에너지 비중을 '30년까지 전체소비전력 중 65%까지 확대할 예정이며, '38년까지 석탄화력발전 폐쇄, 탈탄소 전력원 발전 비중을 100%로 달성할 계획을 수립

○ 탄소중립 관련 주요 정책 (자료: KOTRA 2022)

① 기후보호 프로그램 2030

- 목표 : 1990년 대비 '30년까지 부문별 탄소배출량 감축목표를 에너지(61~62%), 운송(40~42%), 산업(49~51%), 농업(31~34%) 등으로 수립
- 에너지 부문
 - (석탄화력) '38년까지 현 시설 모두 폐쇄

- (재생에너지) '30년까지 소비전력 중 재생에너지 비중 65%까지 확대
 - (풍력) '30년까지 해상풍력 에너지를 20GW로 확대
 - 에너지 효율화 부문
 - '30년까지 탄소 배출량을 7,000~7,200만 톤으로 제한
 - 에너지 효율을 높이는 건물 보수에 투자비용 20% 지원, 친환경 난방시스템 교체 시 비용의 40% 지원 등 재정 혜택 강화
 - 운송 부문
 - (전기차) '30년까지 700만~1,000만 대 전기차 및 100만 개 전기차 충전소 보급 목표, 전기차 차량세 면제 '25년 말까지 연장
 - (탄소세) '21년부터 EU 배출권거래제에 포함되지 않은 난방과 운송 부문에서 탄소세 도입
- ② 기후보호 긴급프로그램
- 온실가스 감축속도를 가속하기 위해 도입된 프로그램으로, '22년까지 기후보호 긴급프로그램을 위한 법제화 절차를 마무리할 예정

< 독일의 업종별 온실가스 배출 현황 >

분야	감축 방법
재생에너지법 개정	'30년까지 전체 전력의 80%를 재생에너지원으로 공급
태양열 에너지	신규 상업 건물에는 태양열 집열판 설치가 의무화
풍력 에너지	국가 면적의 2%에 해당하는 토지에 육상풍력 발전시설을 구축
전기요금 인하	'23년부터 재생에너지 부담금을 연방예산에서 부담
기후보호계약 법적, 재정적 근거 마련	저탄소 생산공정에 투자하도록 유도
난방 전략	'30년까지 난방 에너지의 50%를 재생에너지로 생산
건물 에너지법 개정	'25년부터 신규 난방시스템은 최소 65%의 재생에너지로 운영
수소 전략	기존 계획인 2030년 5GW 대비 그린 수소 2배 증산

자료: KOTRA(2022)

- ③ 재생에너지법 개정
- '30년 재생에너지 확대 목표 달성을 위한 신규 증설량 조정, 지능형 측정 스마트시스템 설치 의무화, 재생에너지 쿼터 도입, 풍력발전 확대를 위한 지자체 재정지원, 재생에너지 부담금 면제 등 내용 포괄
 - 재생에너지 확대
 - (육상풍력) '30년까지 115GW에 달하는 풍력발전소 설치
 - (태양광 발전) 연간 22GW씩 증설해 '30년까지 215GW 규모 설비 설치
 - 지능형 측정 스마트시스템 도입
 - (25kW 이상) 시스템 병입 전력을 단계별로 조절하거나 원격 제어를 통해 단계를 거치지 않고(stepless) 조절할 수 있는 전문장비 설치

- (7kW 이상 25kW 이하) 시스템을 통해 실제 병입 전력을 검색할 수 있는 전문장비 설치
- (7kW 미만) 시스템 설치 의무 없음
- (기타) 수소 및 태양광 재생에너지 부담금 면제를 통한 도입 활성화 유도

< 독일의 주요 기후기술 산업 동향 >

산업	세부 내용
태양광	• (설비규모) '21년 기준 58.94GW를 보유하고 있으며 태양광 발전시장이 육상풍력의 누적 설치 용량을 추월하며 확장 중 - '21년 생산 전력(555.22TW) 중 9.1%(50.5TW)가 태양광 발전을 통해 공급 • (보조금 지원) 발전 차액 매입제도(FIT)의 지원 규모와 범위를 확대, '30년까지 215GW 규모의 태양광 발전설비 구축 계획 • (공급망 이슈) 중국산 태양광 모듈 사용 비중이 90%에 육박하자 자체적인 태양광 발전 설비 생산증대를 위한 투자를 결정
풍력	• (설비규모) '21년 기준 총 64.04GW의 풍력발전소 설치 완료 - 육상풍력 56.27GW, 해상풍력 7.77GW 설치 - '21년 생산 전력 중 15.8%(87.6TW)가 육상풍력으로, 4.3%(24.0TW)가 해상풍력 발전을 통해 공급 • (전망) '30년까지 총 115GW 규모의 육상풍력 발전설비 및 30GW 규모의 해상풍력 발전설비 구축 추진 중
송배전 시스템	• (현황) 독일은 에너지 전환에 있어 선도적 국가이나, 송전망 확충에 대한 지역사회의 반대, 복잡한 인허가 과정 등으로 신규 건설이 지연 - 해상풍력단지 건설 등은 주로 독일 북부나 남부, 서부 지역으로, 북부에서 남서부로 이어지는 송배전 인프라가 추가적으로 필요 • (확충계획) 연방네트워크산업청(BNetzA)과 경제에너지부(BMWi)의 전력망 프로젝트 등을 통해 송전망 인프라 구축 추진 중 - (전력망확대촉진법) 전력망 승인 절차 간소화, 전력망 확장 작업 중 고의 지연 유발 당사자에 불이익 처벌 등으로 재생에너지 발전 확대에 따른 병목현상 방지와 비용 절감을 도모
수송 효율화	• (전기차) 독일의 전기차 산업 매출액은 약 421.8억 달러로 예상되며 이는 유럽 내 1위, 세계 2위 시장 규모일 것으로 추정 - '20년 기준 독일 내 전기차 판매량은 19만 4,163대이며 '22.4월 기준 BEV 68만 대, PHEV 62만 대가 신규로 등록되어 높은 증가세를 보임 - 독일은 정부-완성차 기업이 보조금을 공동 부담하여 최대 9,000유로까지 지원할 예정이며, '25년까지 구매지원을 연장 - 아울러, EU는 '35년부터 내연기관 자동차 판매를 금지하기로 결정하여 전기차 관련 산업은 더욱 확대될 것으로 예상 • (전기차충전소) '21년 기준 총 41,867개 충전소가 설치되어 있으나 북부지역에 비해 남부 지역, 서독 지역에 더 많은 충전소가 설치되어 지역별 편차가 큼 - 전기차 충전인프라 마스터플랜에 따라 '30년까지 100만 개 충전소 증설 예정 • '21년 '해상풍력산업 경쟁력 강화를 위한 기술로드맵'을 통한 '조사·풍차·착상식 기초 제조 및 설치 기술' 및 '부유식 기초 제조 및 설치기술, 시스템·O&M 관련 기술개발' 추진, '25년 상용화 목표

자료: KOTRA(2022)

□ 독일의 기후중립 및 탈탄소화 기조에 편승한 정부 주도의 그린·디지털 전환 본격화
(자료: KORTA 무역관 2023)

○ (공공기술 사업 본격 추진) 코로나19 이후 전반적인 구조적 여건 변화 속 자국 산업에 대한 국가 주도의 전략과 산업정책 추진 강화 움직임이 부각되며, 독일 및 EU 차원의 공공 부문 기술 사업 추진 본격화 양상

- 특히 지속 가능하고 기후 중립적인 對 유럽 투자를 위한 EU 경제회복기금(RRF) 집행 본격 추진 전망
 - EU 경제회복기금의 총예산은 7,238억 유로(무상 보조금 3,380억 유로 + 대출금 3,858억 유로), '26년까지 국별 기금 이행 예정, 그린 및 디지털 전환에 최소 할당 비중을 각각 37%, 20%로 책정
 - '22.3. 독일 정부에 자문을 제공하는 '경제 현인'으로 불리는 경제전문가 위원회, 긍정적인 추진력은 특히 EU 차원의 경제회복기금 이행으로 공공 지출 확대 전망
- 독일은 그린 및 디지털 전환에 중점 지원 예정이며, 총 263.6억 유로의 보조금 중 각각 47.7%, 53.4%를 배정해 향후 '26년까지 집행 예정
- 독일은 탄소중립 시대 탈 탄소화를 선도하기 위한 수소를 비롯한 에너지 분야 선제적 기술 혁신과 에너지 시스템 전환에 역량 집중
- 코로나 팬데믹 이후 구조적 개혁 가속화와 더불어 신성장 수요 및 에너지 수급 위기와 더불어 에너지효율 제품 수요 견인 전망
 - 독일 정부는 수소를 탄소중립 패러다임의 핵심역량 분야로 지목, '21.5.28. 수소 지원 프로그램(IPCEI)을 통해 생산, 인프라, 산업 활용, 모빌리티 분야 62개 프로젝트에 총 80억 유로 지원 중. 특히 (해양·항공 부문 포함) 연료전지시스템 및 차량 개발 및 생산, 그린 수소 생산 및 충전 인프라 구축에 박차
- 특히 독일 정부는 '23~'26년 에너지 공급과 기후 보호를 위해 1,775억 유로 투자 예정 ('23년 354억 유로 배정), 주로 전기 충전소 건설, 수소산업 확충, 에너지 효율성 및 건물 리모델링 지원 등에 투자 예정(독일 정부 '22.7.27. 발표 기준)
- 독일은 산업별 디지털 역량 강화, 디지털 인프라 구축, 데이터를 활용한 산업 기반 구축(5G, 클라우드 등) 등 디지털 전환 분야에 집중 투자 예정
 - EU, '26년까지 디지털 및 친환경 전환 관련 다수 프로젝트(총 2,800여 개) 발주 전망 등 기금 집행 순항

○ (기회요인) 정부 주도의 그린·디지털/스마트 전환 공공 수요에 편승한 수출 기회 확대

- 특히 신성장 산업용 소재, 부품, 장비 수요 및 우리 기업의 경쟁력 분야 발굴을 통해 고부가가치 시장 선점 및 수출 포트폴리오 구축 기회
- 아울러 에너지 수급 위기 속 트렌드로 부상 중인 에너지효율 제품과 지속가능한 소비 등 대체 및 틈새시장 적기 공략을 비롯해 저탄소 기술을 중심으로 한 혁신 역량개발로 신산업 생태계 구축에 적극 참여 및 시장 선점 효과 제고
 - '23.3.14. KOTRA 프랑크푸르트 Global Partnering(GP) '유럽 미래차 시장동향 관련 웨비나' 개최에 이어 국내 기업-바이어간 온-오프라인('23.6.28.) 상담회 개최

○ (에너지 안보) 러-우 사태에 따른 석유 금수 조치와 더불어 높은 對 러 수입 의존도에 따른 에너지 수급 위기로 에너지 공급의 안정성 유지를 목표로 위기 대응에 총력

- 러시아의 對 독일 가스공급이 '22.6.에 이어 '22.7. 연이어 감축(각각 총용량의 40%, 20%)된 데 이어 '22.9월 초 공급이 전면 중단
- (화석연료 부활) '22.6.19. 독일 경제·기후보호부 장관(Robert Habeck)은 에너지 공급 확보를 위해 '24.3월까지 가동 중단된 석탄발전 재가동 계획 발표
 - 최신 보도에 따르면, 총 14개 석탄발전소와 1개의 광물유 발전소에서 다시 전기 공급 중, 일부는 24시간 가동 중 (자료원: '23.3.10. Tagesschau)
- (에너지 절감) '22.9.1. 독일 정부는 에너지 절감 조치('22.9.1.~'23.2.28.)를 발표하였으며, 이 조치는 이후 '23.4.15.까지 그 기간을 연장하게 됨
 - (목표) 신에너지 절감법에 따라 전력 소비 감축 및 전력 공급 확보, '22년 겨울 에너지 사용 20% 감축
 - (주요 방안) 공공건물의 실내 사무실 온도 최대 19°C 유지(의료기관, 유치원, 학교 예외), 공공건물 내 복도, 대형홀, 기술실 미난방, 상점 창문 및 옥외 전광판 광고 조명 소등(오후 10시~오전 4시), 역사기념물 외부조명 소등, 개인 야외 수영장 난방 금지 및 추가 조치 시행
 - 특히 연간 에너지 소비량이 10GWh인 기업의 에너지효율 조치 시행 의무화 시행
- (LNG 터미널 구축) 독일 정부는 총 7개의 부유식 액화천연가스(LNG) 터미널 건설 계획 추진('22.11.15.), 빌헬름스하펜(Wilhelmshaven) 소재 제1호 LNG 터미널 완공('22.12.21.)으로 최초 가스 공급 개시를 포함해 Lubmin, Brunsbüttel 등 현재까지 총 3개 가동 중(독일경제·기후보호부, '23.4.5. NDR)
 - '23년 말까지 정부 참여 및 민간 주도 프로젝트로 건설되는 각각 5개, 2개의 부유식 LNG 터미널이 가스 공급망에 연결될 예정, 총 연간 공급 용량은 300억㎥를 상회할 것으로 추산, 이외에도 '25년과 '26년 각각 1개와 2개의 육상(고정식) LNG 터미널 착공 예정 (Handelsblatt, '22.11.21.)
- (에너지파트너십) 對 러 에너지 의존도 감축을 위한 협력 강화
 - EU·미 에너지 부문 협력 강화를 위시해 독일은 미국, 노르웨이, 프랑스, 아랍에미리트, 캐나다, 카타르 등과 발생하는 고부가가치 LNG 선박 수요에 따른 한국 조선업체 수혜 기회 부각
 - FSRU(부유식 가스 저장 및 재기화 설비 : Floating, Storage, Re-gasification Unit)

○ (脫 플라스틱 기조 지속 강화) EU는 플라스틱 생산량 감소, 재활용 비율 확대, 대체재 개발 등을 통한 '순환경제'로 이행을 목표로 플라스틱세, 플라스틱 폐기물 수출 규제 등 추진

- EU는 순환경제 패키지('15.12.) 발표 후 순환경제 실행계획('20.3.) 추진
 - 일회용 플라스틱 사용 규제 지침 : 플라스틱병 재활용 수거율 '25년 77% → '29년 90%
 - 플라스틱 폐기물 지침 : 생활폐기물 재활용 '25년 최소 55% → '30년 60% → '35년 65%
 - 포장재 지침 : 플라스틱 포장재 재활용률 '25.12.31.까지 65% → '30.12.31.까지 70%

○ (일회용 플라스틱 규제) '21.7.3.부로 EU 플라스틱 감축 규제(Directive on single-use plastics) 본격 시행, 역내 일회용 플라스틱 소재 제품 유통 금지

- EU는 '25년까지 1인당 연간 플라스틱 봉투 사용량을 40개 이하로 감축 목표, '21.7월부터 대체 가능한 소재가 있는 일회용 플라스틱(산화분해성(oxo-degradable) 플라스틱 제품과 면봉, 접시, 식기류(포크·숟가락·ナイ프 등), 빨대, 음료수 막대, 풍선막대, 폴리스티렌(polystyrene) 소재 식품 용기 등 사용 금지
- 독일은 '22년 1월 1일부터 '일회용 플라스틱 봉투 사용 금지법' 전격 시행으로, 위반 시 최대 10만 유로의 벌금 부과
- 기간을 1년으로 연장해 '21년 말까지 유예기간 적용 후 '22.1.1일부터 시행, 두께 15~50 마이크로미터(μm), 과일 및 채소용 얇은 플라스틱 봉투는 제외

○ (플라스틱세) EU, '21.1.1. 재활용이 불가능한 플라스틱 폐기물 1kg당 0.8유로 세금 부과

- 탈탄소사회를 지향하는 EU의 노력 외, 영국의 브렉시트에 따른 예산 감축 보완 및 코로나19 발생 경기 부양책 자금 확보를 위한 일거양득의 효과를 노린 조치로 평가
- 부과 세금 유형과 부담 주체 관련 구체적 계획은 불분명하나, '21년 연정 협약에서 다른 국가에서와 마찬가지로 플라스틱세를 제조기업과 유통기업에 전가한다는 내용만 포함
- 특히 독일 환경·자연보호연합(BUND)은 재활용되지 않은 폐기물에 대한 독일의 EU 지불액 부담이 연 14억~20억 유로에 이를 것으로 추산
- 국가별로 부과시기, 대상 및 방법은 상이한 가운데, 독일은 연방회의에서 일회용 플라스틱법(EWK FondsG)을 승인('23.3.31.)한 후 발표('23.5.15.)함에 따라 '24년 1월 1일부터 적용될 예정이며, '25년 봄부터 일회용 플라스틱을 시장에 출시하는 기업에 특별 부과세(포장 유형에 따라 편차, 일례로 음료수 컵, 뚜껑 등의 경우 0.245유로/kg, 물티슈의 경우 0.06유로/kg, 담배 필터의 경우 8.945유로/kg) 부과 예정

☼ 현지체류 참고 사항

○ 날씨

- 독일은 전반적으로 서유럽의 해양성 기후로 높은 위도에 비해 상대적으로 온화한 반면, 북서부와 남동부는 대륙성기후를 보여 강수량도 적고 서부보다 기온이 낮음
- 평균기온은 3.3~19.8도 사이며, 강수량은 30~125mm 정도인데 기온과 강수량 모두 남북과 동서 지역간 차이가 있음
- 함부르크의 1월과 7월의 평균기온은 각각 0℃와 19.4℃이고, 연간 강수량은 720mm로 전반적으로 2~4월에 비가 집중적으로 내림('22년 연평균 기온은 10.5도)
- 한국과 유사하게 사계절이 있으나, 한국보다 기온이 대체로 낮으므로 출장 시 좀 더 따뜻한 복장 준비 필요, 봄, 가을, 겨울에 비가 자주 오는 편이며, 여름에도 아침, 저녁으로 선선하므로 긴팔 옷을 준비하는 것이 좋음
- 체류기간 중 날씨(브레멘, 함부르크)



○ 기타

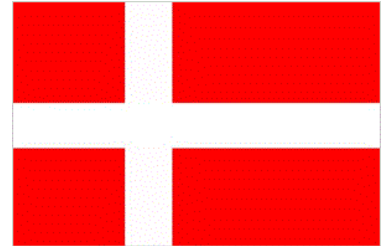
- 시차 : 독일 한국보다 8시간 느리며, 서머타임 실시 기간은 7시간 느림
 - 서머타임(Summer-time)제가 시행되고 있으며, 매년 3월 마지막 일요일과 10월 마지막 일요일 새벽 2시에 시간이 조정됨
- 다소 실용적인 음식문화로 조리 과정은 단순하지만 다양한 종류의 음식들은 풍부한 맛을 가지고 있어, 각 지방의 특색이 음식에 그대로 나타남
 - 동부 지역은 강한 향신료를 많이 사용하며, 바닷가를 접한 북부 지역은 스칸디나비아 반도의 영향으로 청어와 같은 생선을 많이 먹음
 - 세계 1위의 맥주 소비국이자 5,000종 이상의 맥주를 생산하고 있으며, 식수 부족으로 독일 국민들은 맥주를 일상적인 음료이자 액체 빵으로 여김
- 전압은 230V, 50Hz이며, 한국 전자제품을 그대로 사용해도 되지만 간혹 전압차이로 고장나는 경우도 있음
 - 인사는 Hallo(할로), 헤어질 때는 Tschüs!(츄스), Auf Wiedersehen(아우프 비더제헨), 감사는 Danke schön (당케 쉐인)

3.

덴마크(Denmark)

▶ 일반현황

정식 명칭은 덴마크왕국(Kingdom of Denmark)이며, 덴마크 본토와 페로 제도, 그린란드 세 자치체로 이루어진 입헌군주국이다. 북유럽의 유틀란트반도와 씨일랜드(Zealand) 등 500여 개의 부속 도서로 구성되었으며, 해안선의 길이는 7314km에 달한다. 이 나라는 입헌군주제의 내각책임제로서, 의회는 임기 4년의 단원제(179석)이다.



- ◆ 수 도 : 코펜하겐(Copenhagen)
- ◆ 인 구 : 5,910,577명 (자료원 : 덴마크 통계청, 2022 기준)
- ◆ 면 적 : 4만 2934km² (한반도의 약 1/5) * 그린란드 페로제도 등 자치령 제외
- ◆ 언 어 : 공용어: 덴마크어/ 상용어: 영어
- ◆ 종 교 : 루터복음교(국교, 74.7%), 이슬람교, 카톨릭, 침례교, 유대교 등
- ◆ 통 화 : 덴마크크로네(DKK, Kr)
- ◆ 1인당 GDP(US\$) : 68,827\$(2023.4. IMF 기준), (vs. 대한민국 33,393\$)
- ◆ 수출규모(억\$) : 1,250억\$(2022년, UN Comtrade Database))
- ◆ 수입규모(억\$) : 1,217억\$(2022년, UN Comtrade Database))
- ◆ 수출 무역의존도 : 31.46%, (vs. 대한민국: 35.6%)
- ◆ 교역 현황(對韓) : 15.67억\$, 수출 : 10.56억\$ 수입 : 5.11억\$ (2022년) / 교민현황 8,694명

▶ 경제동향 및 전망

○ 덴마크는 대외 무역 의존도가 높으며, 국가에서 의료와 교육을 보장하는 복지국가로서의 국가 특성으로 인해 행정, 교육, 보건과 같은 공공서비스 비중이 높은 편임

- 특히, 교역 및 운송업의 비중인 매년 증가하고 있으며 전체 산업의 23%, 공공서비스 21%, 제조업이 14%차지

○ 유럽 의존적 경제구조

- 덴마크는 유로화를 사용하지 않고 자국 통화인 덴마크 크로네(DKK)를 사용하지만 유로화 대비 고정환율을 적용하고 있어 유럽의 통화정책에 직접적 영향
- 전체 교역액의 70%가 유럽 역내 교역으로 유럽 의존적인 경제구조이며, 특히 독일 경제 의존도가 상대적으로 높음

○ 친환경, 디지털 정책 강화

- 덴마크 총선('22.10월) 이후 구성된 신정부는 기존 정부정책인 녹색전환의 가속화와 디지털 국가로의 개혁의지를 지속 추진
- IMD 국가별 디지털 경쟁력 순위 1위('22.10월)를 기록하는 등 사회 디지털 인프라 우수

○ 온라인 소비재 시장 확대

- 코로나를 계기로 덴마크 e-Commerce 시장 급성장
- 2025년까지 매년 12% 성장세 지속 예상
- 1인당 전자상거래 소비규모는 유럽 최대
- 넷플릭스 등에서의 한국 콘텐츠 성장과 이에 따른 한국 소비재 품목 수요 증가
- K-Pop 콘서트 개최빈도 확대, K-Beauty, K-Food 등에 대한 관심 증가
 - 對 한국 화장품 수입은 매년 30% 이상의 고성장

○ 러-우 사태로 인한 높은 인플레이션의 영향으로 경제 둔화

- 우크라이나 전쟁의 영향으로 2023년 GDP 성장률에 부정적인 영향을 미치게 될 것이며, 에너지를 비롯한 원자재 가격 상승으로 구매력 저하
- 러시아와 우크라이나와 무역관계가 제한적으로 다른 유럽국가에 비해 영향이 상대적으로 낮은 편이나, 유럽 의존적 경제구조와 높은 인플레이션으로 경제성장 둔화는 불가피
- 2022년 GDP 성장률은 2.5~3.0%를 기록할 것으로 추정하고 있으나, 2023년에는 0.8%로 하락 전망
- 인플레이션을 주도했던 에너지가격 인상과 구매력 약화로 민간소비는 2022년 1.6% 하락에 이어 2023년에도 0.2% 하락 전망
- 다만, 경제성장을 위한 강력한 재정지원으로 공공소비는 2022년 0.8% 하락에서 2023년에 0.6% 상승할 것으로 전망

< 주요 경제지표 전망 >

구분	2022(추정)	2023(전망)	2024(전망)
GDP 성장률(%)	3.0	0.8	1.5
민간소비(%)	-1.6	-0.2	1.9
공공소비(%)	-0.8	0.6	2.5

자료: EIU

○ 향후 대외교역 전망

- 2022년 러시아-우크라이나 사태, 글로벌 경기둔화 등의 부정적 환경 속에서도 덴마크의 대외교역은 역대 최고치 기록
- 2023년에도 덴마크의 대외교역은 5% 내외의 증가세를 보일 것으로 전망되면서 역대 최고치를 갱신할 전망

▶ 한-덴마크 교역동향

○ 한국-덴마크의 교역량은 한국 전체 교역량의 0.1% 가량

- 독일 등을 통한 간접수출을 포함하더라도 교역량은 많지 않은 편으로 한국-덴마크의 교역량은 한국 전체 교역량의 0.1% 가량

○ (對 덴마크 수출) 매년 수출액 변동 폭이 큰 편이며, 이는 선박 인도시점에 대규모의 선박 수출 금액이 반영되기 때문

- 2021년에는 선박 1대 인도분이 반영되었으며, 2022년에는 인도분 없음
- 덴마크의 코로나 검사 불요 정책으로 국내 코로나 진단키트의 수출 급감
- 전기자동차 등 차량, 선박용엔진 및 부품, 합성수지, 철강제품이 주요 수출품목
- 일반 내연 자동차의 수출은 지속적으로 감소
 - 10대 수출 품목: 중후판, 전기자동차, 합성수지, 선박용엔진 및 부품, 기타자동차, 승용차, 의약품, 철구조물, 식물성액즙, 인쇄회로

< 對 덴마크 수출 추이('20~'22) >

(단위: 백만 달러, %)

순위	품목	'20	'21	'22	
				금액	증가율
	총계	439	744	511	-31.4
1	중후판	34	8	106	1204.9
2	전기자동차	82	124	81	-35.0
3	합성수지	28	26	34	30.6
4	선박용엔진 및 부품	36	31	33	7.9
5	기타자동차	0	0	33	824784.7
6	승용차	60	69	22	-68.0
7	의약품	9	102	18	-82.9
8	철구조물	25	21	14	-34.8
9	식물성액즙	5	5	11	96.4
10	인쇄회로	7	10	10	2.5

자료: 한국무역협회

○ (對 덴마크 수입) 주로 의약품과 돼지육류, 기계류가 대부분

- 당뇨치료제 세계 1위 제약기업인 Novo Nordisk, 펌프 기업인 Danfoss, Grundfos 등 다수의 글로벌기업 보유
- 덴마크는 세계에서 가장 큰 돼지고기 수출국 중 하나이며, 생산량의 약 90%를 수출
 - 사육, 품질, 안전, 동물복지 등 세계에서 최고의 사육 환경을 제공
- 10대 수입 품목 : 의약품, 가축육류, 펌프, 밸브, 기타 섬유제품, 단백질류, 낙농품, 꿀 및 로 알제리, 선박용 부품, 곡분

< 對 덴마크 수입 추이('20~'22) >

(단위: 백만 달러, %)

순위	품목	'20	'21	'22	
				금액	증가율
	총계	936	1,070	1,056	-1.3
1	의약품	190	155	216	39.1
2	가축의류	35	120	87	-27.3
3	펌프	55	44	56	28.7
4	밸프	35	44	51	16.1
5	기타 섬유제품	40	50	46	-8.7
6	단백질류	26	27	46	70.5
7	낙농품	49	43	43	0.2
8	꿀 및 로얄제리	30	36	31	-15.1
9	선박용 부품	12	12	25	107.0
10	곡분	21	18	24	29.1

자료: 한국무역협회

▶ 한-덴마크 투자동향

○ (투자유치) 2022년 덴마크의 對 한국 투자는 12건의 105백만 달러였으나, 덴마크 기업이 네덜란드 등 다른 유럽 국가를 통해서도 한국에 투자

- 국내 해상풍력 사업의 추진으로 덴마크 해상풍력 글로벌기업의 국내 투자가 확대되는 추세

< 덴마크의 연도별 한국 투자 추이('20~'22) >

(단위: 건, 백만 달러)

	'20		'21		'22	
	건수	금액	건수	금액	건수	금액
총계	8	94	12	28	12	105
제조업	1	8	3	14	2	100
서비스업	5	67	5	0.4	5	1
전기가스·건설 등	2	19	4	13	5	4

자료: 산업통상자원부 외국인투자유치통계

○ (투자진출) 2020년에 의학/약학 연구개발업 분야에서 32백만 달러 투자로 큰 폭으로 증가하였으나, 2021년에 큰 폭으로 하락하여 2012년 이후 최저치를 기록

- 덴마크 진출기업은 8여개사로 조선, 물류, 케이블, 바이오식품 기업으로 구성

< 최근 10년간 덴마크 투자진출 추이('13~'22) >

(단위: 백만 달러)

	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22
투자액	43	27	3	22	11	1	3	34	1	31

자료: 한국수출입은행

▶ 덴마크 탄소중립 정책추진 동향

□ 기후목표 상향 및 재생에너지 확대 계획 (자료: 주덴마크 대사관)

○ 탄소중립 목표 상향 및 필요 조치

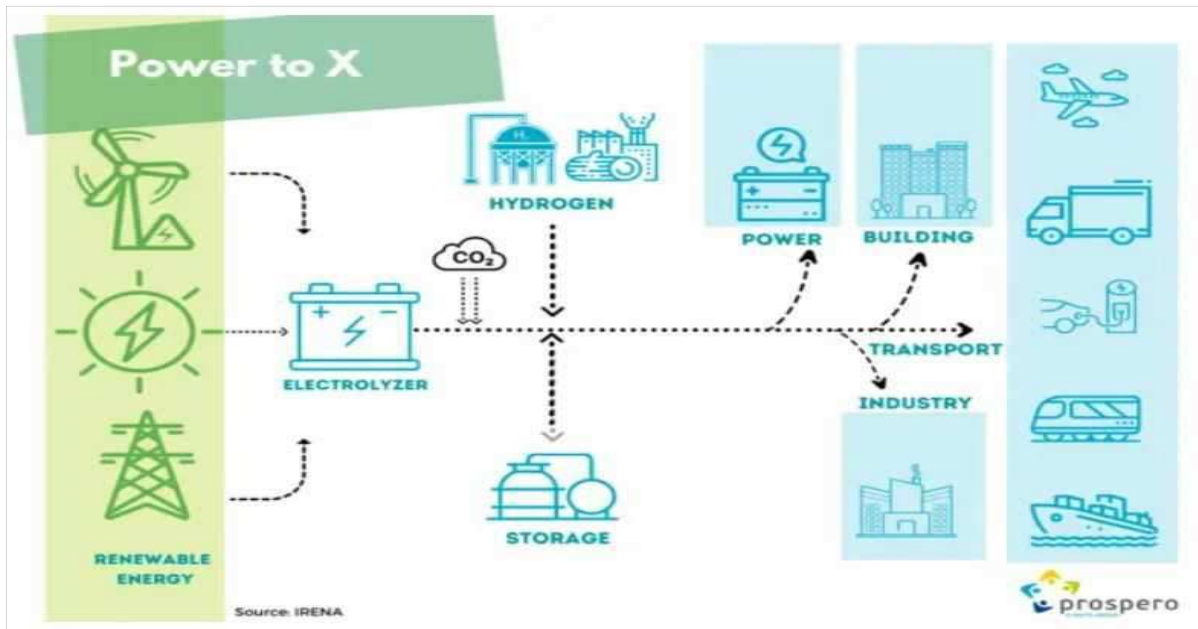
- 1990년 대비 2025년까지 50-54% 규모의 온실가스 배출량을 감축하고, 2030년까지 70%를 감축 달성
- 탄소중립 목표 달성 기한을 2050년에서 2045년으로 앞당기고, 2050년 온실가스 감축목표를 1990년 대비 110%로 상향
 - (2025년까지의 이행계획) 탄소 포집 및 저장(CCS) 사업 적극 추진, 차량 연료 관련 “탄소 대체 요건(CO₂ displacement requirement)” 상향('22년 3.4% → 23년 5.2%), 연료 공급자들의 그린 연료 공급 확대 촉진, 보다 중량이 많고 긴 화물 트럭(heavier and longer truck) 이용 촉진 등
 - (2030년까지의 이행계획) 농업 및 임업 분야 탄소 감축을 위해 농업 관련 기후세 도입 추진, 친환경 가스 이용을 현 75%에서 100%로 확대 등

○ 해상풍력 개발 확대

- 시장의 자유를 존중하여 2030년까지 해상풍력 단지 개발 목표를 현 6GW 규모에서 10GW 규모로 확대
 - 해상풍력 등 재생에너지를 위해 할당된 해상 면적 비율을 현재 15%에서 30%로 확대
- 본홀름 에너지 섬 개발을 위한 정부 입찰 준비 및 시행
- 자연, 인간, 미래에 대한 고려를 강화하여 해상풍력 개발시 사회적 및 환경적 책임감을 제고
- 덴마크 수출입 기금(EIFO) 등의 금융 지원 확대를 통해 자국 기업의 해외 진출 적극 지원 (EIFO 수출금융 규모를 현 33억 유로에서 67억 유로로 확대 / EIFO 재보험 한도를 현 18억 유로에서 32억 유로로 확대)

○ 그린수소 및 P2X(Power-to-X) 연료 생산 확대

- 수소 및 P2X 연료는 항공기, 선박, 트럭, 중공업, 농업 분야의 녹색전환에 핵심적 역할 담당 / 덴마크 정부는 2030년까지 4-6 GW 규모의 수전해 시설 건설을 목표로 설정
- 그린수소 생산을 위해 12.5억 DKK(1.7억 유로) 규모의 정부 입찰 추진 예정
- 자국내 수소 인프라 구축을 위해 주요 정당간 협의 추진
- 덴마크-독일간 육상 기반 수소 파이프라인 건설을 위한 협력



자료: IRENA, Prospero

[P2X(Power to X) 개념도]

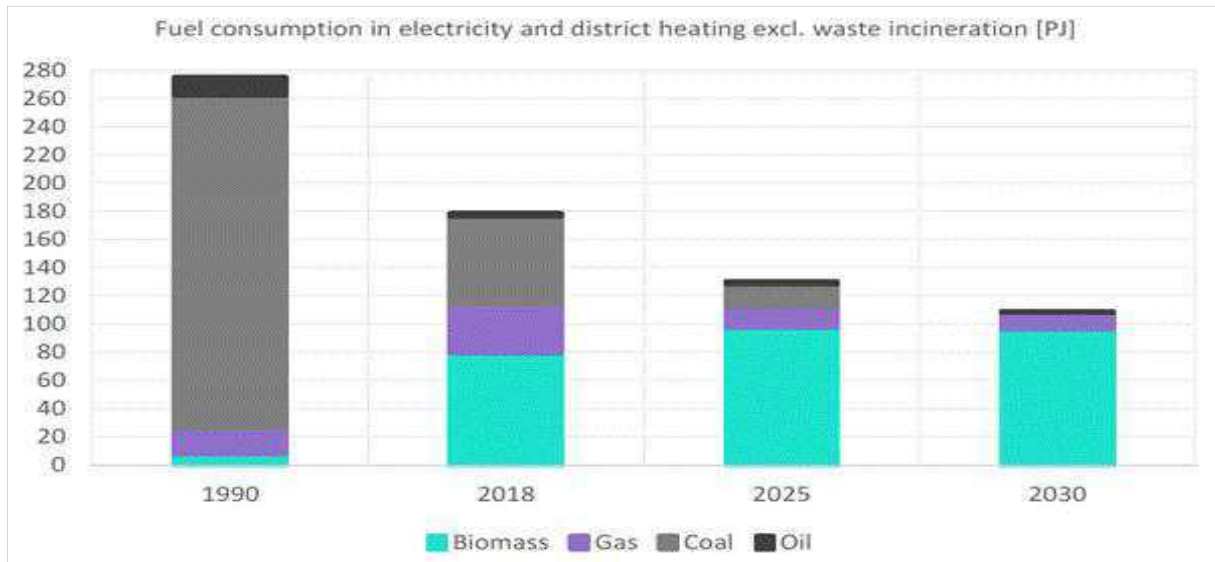
○ 육상 재생에너지 개발 확대

- 2030년까지 태양광, 풍력 등 육상 기반 재생에너지 생산량을 4배 확대
- 금년 상반기 중 대규모 에너지 공원 조성 관련 주요 정당 간 합의 마련 예정

□ 에너지 전환 정책

○ 덴마크는 화석연료 사용을 점차 줄여나감과 동시에 화석연료 대체 방안을 위해 에너지 분야 개혁 시도

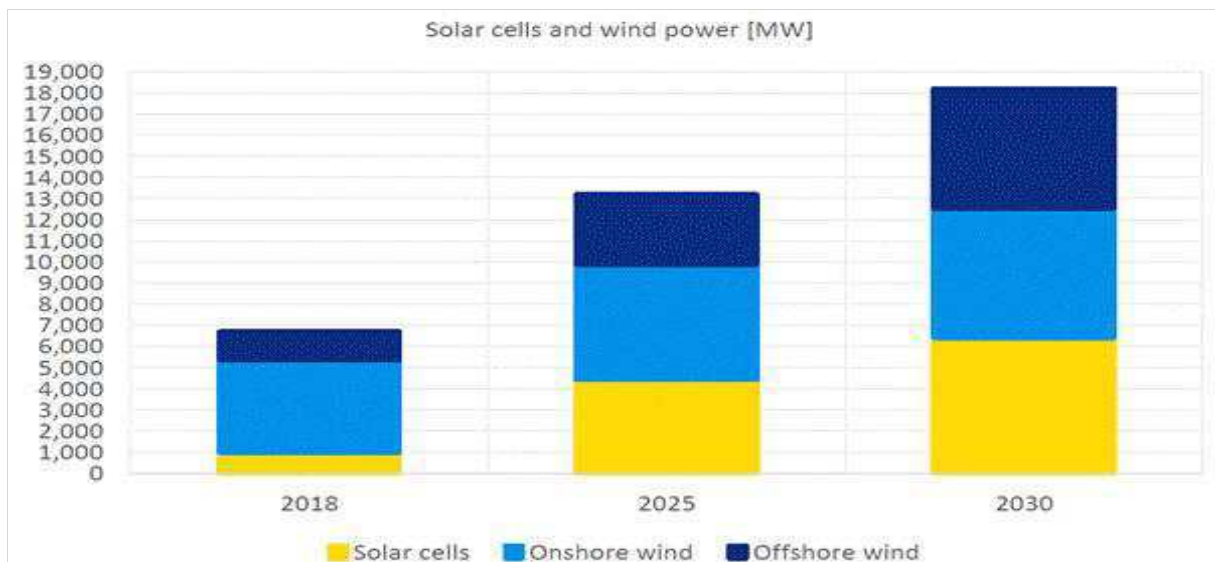
- 이를 위해 에너지 및 기후 관련 연구와 신기술 개발에 예산을 증대하여 2020년부터 약 5억 8천DKK를 투자하기 시작하여 2024년부터는 매년 10억 DKK 투자 계획
- 1990년 기준 덴마크 전기 사용 및 지역난방에 사용되는 에너지의 대부분을 차지했던 석탄 연료는 2030년까지 사용 중단 계획
- 가스의 경우 2018년 대비 2030년까지 50%까지 줄일 예정(*전기 및 지역난방 수요가 피크에 달하는 시기에만 제한적으로 사용)



자료: 덴마크 에너지청 / (단위: PJ)

[덴마크 전기 생산 및 지역난방 소비량]

- 덴마크의 태양 에너지 및 풍력 에너지를 통한 전기 공급 역량은 2018년 7,000MW를 밑도는 수준에서 2030년에는 19,000MW에 가깝게 증가할 것으로 예측
 - 특히, 해상풍력발전소의 경우 2018년에서 2030년 사이 7개의 새로운 설비가 건설되어 운영 예정
 - 2021년 9월 완공되어 운영에 들어간 Kriegers Flak 해상풍력발전소는 현재 스칸디나비아 국가 내 가장 큰 풍력발전소로 덴마크 연간 전기 생산량을 약 16% 증가시킬 것으로 전망



자료: 덴마크 에너지청 / (단위: MW)

[덴마크 태양에너지 및 풍력에너지 전기 생산 역량]

○ 수소산업 생태계 조성

- 2030년까지 6GW 규모의 전기분해 용량 확보를 위해 현재 21개의 P2X 프로젝트 발표
 - 수소업계는 덴마크가 2030년까지 10GW의 전기분해 용량을 실현할 수 있는 잠재력을 보유하고 있다고 추산
- 수소산업은 현재 680개 이상의 직접적인 일자리를 창출하고 있으며, 2030년까지 최대 5만 3000여 개의 일자리 창출 전망
- 수소산업 비즈니스 조직인 Hydrogen Denmark 구성·운영 중
 - 덴마크에서 활동 중인 30개 기관 및 기업으로 구성되어 있으며, 덴마크 수소산업의 전체 가치사슬 대표



자료: Hydrogen Denmark, <https://brintbranchen.kd/en/members/>

[Danish Hydrogen Association 구성원]

- 수소업계의 분석에 따르면 덴마크 재생에너지는 수소와 액체 연료 탱크로 정제된 고부가가치 제품의 형태로 수출까지 이어질 것으로 보고 있음
- 한편, 덴마크 의회에서 대규모 인공섬 건설 프로젝트 승인
 - 덴마크 육지에서 80km 떨어진 북해에 위치
 - 축구장 18개에 해당하는 12만㎡의 인공에너지 섬으로 약 2100억 DKK(약 320억 달러)의 비용 소요 예상(300만 가구의 전력 소비 총당)
 - 최종적으로 64개의 축구장에 맞먹는 규모로 1,000만 가구의 전력 소비를 총당할 계획
 - 잉여전기는 수소로 전환해 항공기, 선박, 중공업 등에서 사용될 수 있는 에너지원으로 활용

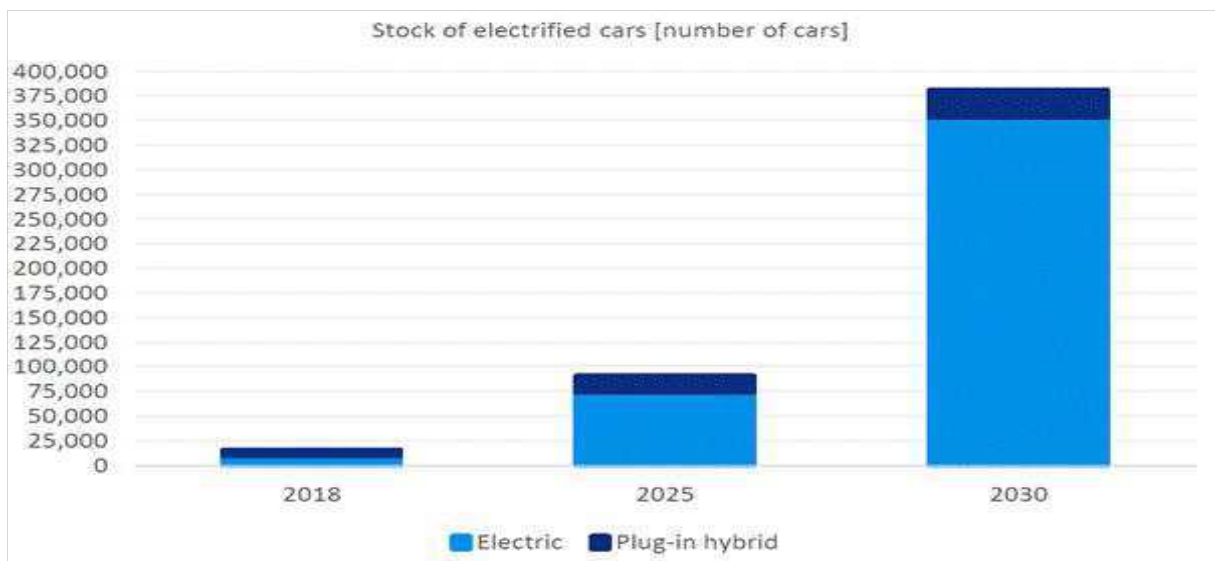
□ 운송분야 탄소중립 정책

○ 2018년 기준 덴마크 탄소배출의 25% 차지

- 수요 증가로 2025년에 정점을 찍은 후 감소세로 돌아서 2030년에는 32%에 이를 것으로 추정
- 2030년 운송분야 온실가스 배출량 중 도로 운송이 92% 차지 전망

○ 2030년까지 휘발유와 경유를 연료로 사용하는 자동차 판매를 중단 계획

- 전기 자동차 등록세 감면 및 전기 자동차 충전소 확대 시행
- 전기 자동차 기술의 발달과 낮은 가격 형성이 기대되는 2025년 이후로 전기자동차의 판매가 크게 증가할 것으로 예측



자료: 덴마크 통계청 / (단위: 대)

[덴마크 전기자동차 공급량 현황 및 전망]

☞ 현지체류 참고 사항

○ 날씨

- 덴마크는 북위 56도에 위치하여 평균적으로 추운 날씨지만 겨울에도 대체로 온화하며 연중 고른 강우량을 보이는 전형적인 해양성 기후
- 겨울은 위도에 비해 온난하고, 여름은 서늘하여 연교차가 적으나, 연중 바람이 많고 겨울의 기후변화가 심하며, 5월부터 8월은 낮 시간이 거의 18시간 지속되지만 12월 즈음부터는 15시~16시면 해가 저물어 계절간 차이가 큼
- 체류기간 중 날씨(코펜하겐)



○ 기타

- 시차 : 한국보다 8시간 느리며, 서머타임 실시 기간은 7시간 느림
 - 서머타임(Summer-time)제가 시행되고 있으며, 매년 3월 마지막 일요일과 10월 마지막 일요일 새벽 2시에 시간이 조정됨
- 덴마크 포함 유럽은 전반적으로 서비스가 느린 편으로 식당, 카페 등에서 인내심을 가지고 기다릴 필요가 있음
 - 종업원을 부르는 경우가 거의 없으며, 부를 때도 큰 소리를 내지 않고 눈짓이나 작게 손을 들어 알림
- 개인의 공간을 중요시하므로 줄을 서거나 대중교통 이용 시 너무 가까이 붙어 서지 않도록 유의
 - 덴마크는 자전거 도로에서 멈춤, 우회전, 좌회전 시에 수(手)신호를 주는 것이 원칙이며, 길에서 마주친 다른 사람의 애완동물을 허락 없이 만지는 것은 예의에 어긋나는 행동
- 덴마크 전압은 220V로 우리나라 전자제품 기기를 사용하는데 문제가 전혀 없지만, 주파수가 다르기 때문에 오래 사용하면 무리가 갈 수 있음
- 덴마크인의 76%가 모국어인 덴마크어와 함께 영어를 구사하며, 코펜하겐 지역은 영어만으로 일상생활이 가능한 수준
 - 인사는 Hej(하이), 감사 표현은 Tak(탁)이나 Mange Tak(망헨탁)

III. 해외연수 대상기관 현황

1

암스테르담 스마트시티 (Amsterdam Smart City)

네덜란드 수도이자 최대도시인 암스테르담은 정부와 기업, 학계, 시민 등 다양한 참여자들이 함께 집단지성을 활용하여 도시의 다양한 문제를 해결하기 위해 암스테르담 스마트시티 조성 계획을 2009년 시작하여 유럽 최고의 스마트도시 중 하나가 되었으며, 2016년 유럽 위원회에 의해 유럽 혁신 수도(European Capital of Innovation)로 선정됨

▶ 지속 가능한 도시를 위한 스마트시티 프로젝트 추진

암스테르담은 ASC 플랫폼(Amsterdam Smart City Platform)을 중심으로 정부뿐만 아니라 기업, 학교, 지역주민들이 함께 참여하는 개방형 도시 혁신 플랫폼을 지향함과 동시에, 혁신 도시 디자인과 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT) 등 스마트기술 융합을 통한 시민들의 편의성과 안전성 등을 목표로 하는 ‘암스테르담 2040 도시 마스터플랜’을 수립·추진

암스테르담의 ASC 플랫폼은 디지털 도시, 순환 도시, 에너지, 모빌리티, 시민·생활, 스마트도시 아카데미의 6가지 분야를 선정하여 다양한 스마트시티 프로젝트를 추진하고 있으며, 스마트도시 추진 방향은 다양한 데이터를 활용한 Connectivity Digital Platform 서비스를 제공하는 서비스 혁신 전략과 신뢰와 투명성 제공을 위한 도시 지능화 프로젝트 추진, 도시 순환 경제 및 기후 회복 탄력성을 위한 인프라 측면의 확대 전략으로 구분됨

서비스 혁신성	도시 지능화	지속 가능성
		
다양한 정형/비정형 데이터 기반 Connectivity Digital Platform 서비스 확대	신뢰와 투명성 제공을 위한 도시 지능화 추진	도시 순환경제 및 기후 회복탄력성을 위한 균형적 개발

자료: smartcitiesindex.org/amsterdamsmartcity

▶ 개방형 웹기반 플랫폼 운용 전략

ASC는 2009년 암스테르담 지방자치단체 및 경제위원회와 민간기업(KPN, Alliander)이 참여하여 시작되었으며, 결국 ASC를 통해 개발·운영되는 모든 프로젝트는 시민과 지역사회를 중심으로 관련 기업, 정부 등이 플랫폼 조직에 참여하게 됨

암스테르담의 스마트시티 운영은 혁신 기술을 사용하고, 지속 가능한 투자를 통해 소규모의 지역

프로젝트를 수행하는데 중점을 두고 있으며, 지역 프로젝트는 지방자치단체, 관계기관, 민간기업, 지역사회(지역민) 등 모든 당사자 간의 협력을 통해 추진됨. 이는 ASC 전략인 'Learning by doing' 하에 도시 자체를 다양한 프로젝트를 테스트하고 확장할 수 있는 실험실로써 다양한 도시문제를 해결하기 위한 프로젝트를 실행

ASC는 전략 방안으로 순환경제 및 기후 회복 탄력성을 핵심으로 한 도시경제 모델인 '도시 도넛 모델(the Amsterdam City Doughnut)'을 제시함으로써, 암스테르담을 포함한 기존 도시들이 GDP 중심 성장모델로 지구환경을 파괴하는 경제성장이 목표였다면 COVID-19 이후 순환경제와 기후 회복 탄력성을 위한 '균형'을 정책 방향의 중요한 키워드로 설정함

또한, ASC는 개방형 웹기반 플랫폼을 사용하여 시민과 조직 간의 협업을 통해 천연자원을 더 잘 사용하고 온실가스 배출을 줄이기 위한 솔루션을 찾는 것을 목표로 하며, 이를 위해 ①인프라와 기술, ②에너지, 물, 폐기물, ③이동성(mobility), ④거버넌스 및 교육, ⑤시민, ⑥삶 등 6가지 주제에 중점을 두고 시민, 커뮤니티 및 민간기업이 공동으로 참여하여 프로젝트 추진

특히 ASC 조직 운영의 4가지 핵심 사항으로 첫째, 모든 프로젝트는 실행 가능한 성공적인 결과 달성을 위해 최종 사용자를 포함한 모든 관련 당사자 간 협력을 기반으로 하는 집합적 접근 방식을 활용하고, 둘째, 프로젝트는 혁신적인 기술뿐만 아니라 이의 실현을 통해 최종 사용자의 행동 변화를 유도해야 하며, 셋째, ASC 플랫폼을 통해 경험을 공유함으로써 이해관계자 간 지식 교환과 전파가 가능해야 하며, 넷째, 보다 확장된 기회 창출을 위해 경제성을 확보해야 함을 제시

▶ 온·오프라인 스마트시티 리빙랩 네트워크

현재까지 ASC 플랫폼은 4천여명 회원으로 구성된 커뮤니티를 기반으로, 암스테르담의 정주환경 개선 및 경제적 번영을 위해 개발, 파일럿, 실행 등 다양한 단계에 있는 240여개 프로젝트를 진행 중인 가운데, 운영 주체는 정부 14.2%, 기업 40.1%, 스타트업 14.9%, 연구기관 13.9% 등 민간 주도로 운영 중

온·오프라인을 통해 시민참여 및 의견수렴을 진행하고 있는 ASC는 온라인 홈페이지를 통해 시민들의 혁신적인 아이디어를 수집할 수 있는 채널을 제공하고 있으며 1차 시민 투표, 2차 시 당국 검토를 통해 최종 아이디어 선정 및 프로젝트 실증을 수행함.

오프라인에서도 '암스테르담 스마트시티 체험 랩'을 운영하여 시민들이 다양한 프로젝트에 직접 참여할 수 있는 환경을 조성하여 생활 속에서 이용자가 테스트하는 체험형 프로젝트 진행

▶ 민간 주도형 프로젝트 성공사례

2025년 CO₂ 배출량을 '90년 대비 40% 감축 목표로 설정한 암스테르담 시는 스마트시티 분야 중 에너지 및 교통 분야에 집중 투자하고 있으며, 에너지 절감을 위해 지속가능한 이웃, 카고호퍼, City-zen 등 다수 프로젝트를 운영(*자료: 성지은이유나(2018), 스마트시티 리빙랩 사례 분석과 과제, STEPI)

【‘지속가능한 이웃’ 프로젝트】

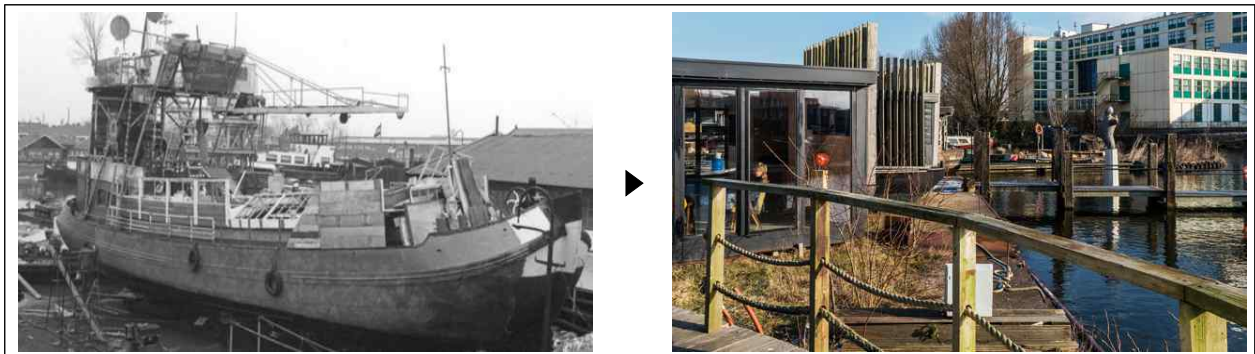
가정에서의 에너지 소비 절감을 위해 시민들이 스마트미터기 등을 통해 구체적인 에너지 소비량을 확인함으로써 자발적인 에너지절약 행동을 유도하고, 기업은 스마트미터기의 테스트베드 확보를 통해 기술의 보급·확장하는 계기를 마련

전력망 회사 리안더(Liander)를 중심으로 ASC의 인지도를 활용해 거주민들의 참여를 확대하는 한편, 암스테르담 대학교, 파벨라 패브릭(Favela Fabric)과 협력관계를 통해 교육활동을 실시하고, 구축된 네트워크를 기반으로 마케팅 실시

쥬젠벨드(Geuzenveld) 지역 730개 가정에 총 1,460대의 스마트미터기와 디스플레이를 설치하여 에너지 사용량을 직접 확인토록 하였으며, 기술 보급과정에서의 문제 해결을 위해 에너지·기후변화 이슈에 대한 교육과 토론을 지속함으로써 기술기업(영국)들의 시장 진출을 위한 테스트베드로 활용

【‘더 퀴블(De Creuvel)’ 프로젝트】

ASC가 수행한 ‘더 퀴블(De Creuvel)’은 20세기 초 조선소, 군용 비행기 생산공장 등이 있던 산업시설지구를 조선소 폐업 이후(2010년) 지역재생 프로그램을 통해 사무공간, 공연장, 카페 등 창조 산업 종사자를 위한 혁신 공간으로 변화시킨 사례임. 시민을 대상으로 폐조선소 활용 아이디어를 공모하고, 선정된 컨소시엄에 프로그램을 실행할 권한과 책임을 부여함과 동시에 프로젝트 진행 과정에서 발생한 해상가옥(boat house), 오수 처리 및 태양광 마이크로그리드 구축 등과 관련한 법적 규제를 지방정부가 지원함으로써 성공적인 성과를 달성함



자료: 조선일보(2018), 도시재생, 네덜란드에 배우다.

독일의 극지 탐험가이자 대륙 이동의 발견자인 알프레드 베게너(Alfred Wegener)의 이름을 따서 명명된 알프레드 베게너 연구소는 18개 과학기술 및 생물의학 연구센터가 연합한 독일에서 가장 큰 과학단체인 헬름홀츠(Helmholtz) 연구센터협회 일원으로 1980년 설립되었으며, 수많은 국내외 파트너들과 함께 기후변화로 인한 극지방과 해양환경 등 지구 시스템의 복잡한 변화과정을 연구하는 등 지구 기후 시스템의 중심적인 역할 수행

▶ 일반현황

○ 인력 구성

구 분	인원(명)	여성비율	구 분	인원(명)	여성비율
연구(과학자)	473	41%	기술지원 엔지니어	231	56%
행정 · 물류	365	55%	박사과정생	147	56%
연습생 · 조교	168	52%	총 계	1,384	50%

자료: Annual Report 2021(www.awi.de)

○ 논문

총 논문	789편
제1저자	285편
'Nature Index' 저널 논문비율	13%

자료: ibid.

○ 주요 재정

프로그램 자금	143.0백만€
프로젝트 펀딩	46.0백만€
투자수익 외.	33.6백만€
합계(수익 및 소득 상계)	197.5백만€

자료: ibid.

○ 위치



▶ 기후환경의 중심, 해양과 극지방에 대한 과학적 도전

극지 및 해양 연구에서 국제적으로 인정받는 연구기관으로 기후변화로 인해 영향을 받는 북극과 남극을 비롯해 북해와 독일 해안지역을 대상으로 대기에서 해저에 이르기까지 지구 시스템의 모든 영역을 과학적으로 조사분석

지구의 기후 역사에 대한 단기 변동과 장기 추세분석에 기반한 미래 기후 예측을 위해 장기간에 걸쳐 측정 데이터를 수집하는 수많은 관측소를 운영 중에 있으며, 대기, 얼음(빙하), 바다 및 해안을 비롯해 심해의 바다, 빙상 및 극지방의 영구 동토층 토양에 대한 탐사를 진행

연구소는 다수의 생명과학자, 지구과학자 및 기후과학자 등 인적자원과 북극과 남극의 여러 연구 선박, 연구 항공기 및 연구 기지 등 인프라를 보유하고 있으며, 인도네시아의 쓰나미 조기경보 시스템 개발에 참여하는 등 세계 각지에서 기후변화에 따른 현상을 탐사하고 연구를 수행

▶ 공동연구 프로그램, '변화하는 지구, 지속 가능한 우리의 미래'

헬름홀츠 연구센터협회와 함께 육지에서 바다, 가장 외딴 극지방에 이르기까지 기후변화, 중 멸종, 환경 오염 및 지질학적 위험 등을 체계적으로 조사연구하는 공동연구 프로그램 참여

○ **(글로벌 기후변화)** 지역적으로 효과적이며 적용 가능한 글로벌 변화요인의 영향력 완화 및 적응 조치를 위한 과학적 기반 구축을 위해 기후변화(대기, 해양, 빙하권, 지표면 및 생물권 등)와 관련된 모든 지구 시스템 구성요소 간의 결합 과정 및 상호작용에 대한 모델링

○ **(기후변화에 따른 해양과 빙하권)** 해양 및 빙하권 등을 대상으로 기후 온난화, 극한기후 및 변동성 등과 관련한 해수면 변화에 대해 기후 시스템의 과거, 현재를 토대로 미래 변화 예측

○ **(글로벌 변화 시기의 해안지역)** 기후변화와 함께 지속 가능한 해안지역에 대한 다양한 시나리오 분석을 통해 지역 간 에너지, 생태계 기능 및 인간사회에 미치는 영향 등을 연구하며, 세부적으로는 온실가스 배출량을 단계적으로 감축함으로써 기후변화에 대응한 해안의 적응대책(파리협정), 인간 공동체와 해안에 의존하는 생태계에 대한 재해위험 경감 역량 강화 및 이행전략(센다이프레임워크), 도시화(SDGs) 증가 및 가속화로 인한 해안의 미래와 지속 가능한 이용보존을 위한 계획 수립

○ **(생물다양성, 수자원 및 생태계 보존)** 생태계 유지를 통한 생물다양성 확보와 함께 인간 삶에 필수적인 담수, 식량, 거주 가능한 생활공간 확보 및 사회적 대응을 위한 거버넌스 및 정책 개발

○ **(해양 및 극지 생물다양성)** 해양 생태계의 역할과 기능 및 인간에게 미치는 영향을 개선하고 완화하기 위한 대안을 마련함으로써 해양의 지속 가능한 관리를 위한 과학적 기반 마련에 중점. 특히 운송, 어업, 오염, 지구 온난화 및 CO₂ 배출 증가 등으로 인한 해양 및 극지 서식지의 생물다양성과 생태계가 제공하는 서비스에 대한 영향 등에 대해 과학적 데이터에 기반한 분석 수행

○ **(지속 가능한 바이오경제)** 대기, 토지, 물, 영양분, 해양, 해안, 생물 등 천연자원의 지속 가능한 이용 및 재생 가능한 에너지자원의 활용을 통한 순환경제 지원을 목표로 생태계 기능 및 시스템의 영향관계, 통제·관리, 피드백 등을 통한 지속 가능한 바이오경제 시스템 연구

함부르크의 함부르크-미테(Hamburg-Mitte) 지구에 위치한 독일 제1의 항구도시인 하펜시티(HafenCity)는 자유무역항으로 쓰이던 곳이었으나, EU가 자유경제지역이 되면서 경제적 중요성과 그 기능이 쇠퇴하게 됨. 이에 옛 항만지역의 기존 건축물을 철거하지 않고 주거·문화·상업지구가 어우러진 첨단도시로 바꾼 대표적인 항만 재개발 성공사례로 평가되고 있음

▶ 첨단 항만기능과 산업·주거·문화 등이 결합된 복합항만

하펜시티 프로젝트는 오래된 항구 인근의 창고나 공장들을 사무실이나 호텔, 상점, 사무실과 거주 공간으로 되살려 새로운 친환경도시를 만들어내겠다는 목표로 유럽 전역에서 가장 큰 도시재생 프로젝트로, 2001년 항만 재개발에 착수해 2025년 완공을 목표로 현재 진행 중으로 단절된 도심과 항만을 연계하는 것과 복합적 토지이용을 통한 주거와 여가, 문화, 레저, 상업시설 등이 들어선 새로운 도시를 창조하고 있음

○ 개발 과정 및 현황

하펜시티 유한회사(HafenCity Hamburg GmbH) 중심으로 1997년 시작된 프로젝트는 마스터플랜 구상이 2000년 2월 시작되어 2001년 착공했으며, 개발 순서는 서쪽과 중앙에서 동쪽으로 단계적으로 진행되고 있음. 총 사업비는 한화로 약 18조 2,035억 원, 이 중 민간자금은 14조 원 공공자금은 4.2조 원에 달함(*자료: 인천항만공사)

연도	주요 개발 과정
1997년	▶ 하펜시티 프로젝트 고지 (*'96. Prof. Volkwin Marg 도시개발 연구발표)
2001년	▶ 하펜시티 프로젝트 착공 (*2005년부터 지역민 이동 시작)
2010년	▶ 하펜시티 동부 마스터플랜 개정 완료 (*하펜시티대학(HCU) 건설 시작)
2012년	▶ U4 지하철 개통(Billstedt~HafenCity) / '13. 바켄하펜(Baakenhafen) 다리 완공
2014년	▶ HafenCity University 개교 (*건축 및 광역도시개발)
2017년	▶ 엘프필하모니(Elbphilharmonie) 콘서트홀 개관
2021년	▶ 엘브타워(Elbtower) 건설 시작 (*245m 높이로 '25년 완공 예정)
2023년	▶ 복합용도구역(Überseequartier) 완공 예정
2025년~	▶ 하펜시티 프로젝트 완성

자료: <https://www.hafencity.com/ueberblick/zeitleiste>

○ 토지이용 등 마스터플랜

하펜시티 프로젝트는 주거와 상업, 문화, 레저 등 시설들이 복합적으로 조성된 친환경도시 창조를 목표로 효율적인 에너지 개발과 환경 측면에 대한 고려를 중시하고 있으며, 유서 깊은 건물과 항만시설을 파괴하는 대신 현대적인 감각의 디자인을 접목시켜 하펜시티만의 역사적이고 독창적인 건축물로 재탄생시키는데 방점을 두고 있음. 특히 마스터플랜 개정으로 매립지가 123ha에서 127ha(총면적 157ha)로 증가했으며, 약 8,000명을 위한 약 1,700개의 아파트를 조성할 계획임

토지이용계획(Distribution of land areas)			건물이용계획(Buliding areas)		
구분	면적(m ²)	비율(%)	구분	면적(m ²)	비율(%)
건물(Buliding areas)	356,000	32	업무용지	880,000	39
도로 및 교통	253,000	23	주거용지	880,000	35
공원, 광장	264,000	24	상업용지	240,000	10
사유공원	226,000	21	기타	400,000	16

자료: <https://incheonport.tistory.com/>

○ 하펜시티의 지속가능성

하펜시티는 현재까지 92개 프로젝트를 완료하고 50개 프로젝트를 건설 중이거나 계획 중인 가운데, 지금까지 약 45개 대기업을 포함한 930개 기업이 입주했으며, 현재 약 15,000여개인 일자리는 사무직 35,000명을 포함 약 45,000개 일자리가 창출될 것으로 예상

더불어 하펜시티는 환경적인 측면을 고려해 기존의 토지 형태를 유지하는 대신 홍수와 태풍 등 자연재해를 대비해 땅을 대략 7.5m 정도 높였으며, LPG가 아닌 연료전지와 증기터빈, 태양열전지 등을 이용한 혁신적인 에너지 사용에 중점을 두고 거의 모든 건물이 HafenCity v3.0 에코라벨의 높은 표준에 따르고 있음



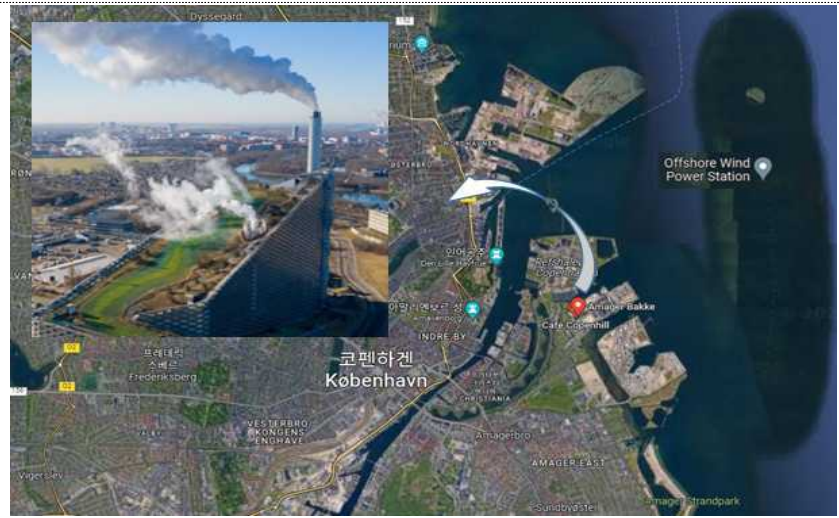
자료: <https://www.hafencity.com>

[HafenCity 전경]

코펜하겐 지역 5개 지자체(Dragør, Frederiksberg, Hvidovre, Copenhagen, Tårnby)가 소유한 비영리공기업인 Amager Resource Center(ARC)는 645,000명의 시민과 68,000개 기업을 대상으로 폐기물 관리 서비스를 제공하는 한편, 80,000가구를 대상으로 한 전기 공급 및 90,000개 아파트 대상의 지역난방 서비스를 제공 중

【 개 요 】

위치	: 코펜하겐
착공	: 2013년
운영개시	: 2017. 3. 30.
건설비용	: 670백만USD
소유	: ARC
연료	: 고형폐기물
열병합발전	: 190MW



▶ 아마게르자원센터(ARC; Amager Resource Center)

사업영역은 가정용 폐기물 및 재활용품 수거, 재활용을 비롯해, 열병합발전을 통한 에너지변환(Waste-to Energy) 시설인 Amager Bakke(Copenhill) 운영

설립 당시 코펜하겐 2개 지방자치단체(Dragør, Tårnby)의 폐기물 및 도시 폐기물 수거, 컨테이너 서비스 및 청소 등을 수행해오다, 2023년 1월부터 코펜하겐시 전역의 쓰레기 및 생활 폐기물 수거로 확대하였으며, Møllevej 6(Dragør 소재)에 있는 에너지 발전소의 운영 및 유지 보수, 발전소에서 생산되는 전기 및 지역난방을 포함한 연료 구매 및 에너지 판매를 담당하고 탄소 포집 개발과 협력을 수행하는 한편, 지자체 재활용 센터 운영 및 개발까지 담당

특히 코펜하겐 항구의 오래된 폐기물 소각장의 리뉴얼을 통해 경제적, 환경적, 사회적으로 수익성을 확보하는 한편, 산업적 요구와 시민들의 여가가 결합되어 지역민 삶의 일부가 될 수 있는 새로운 유형의 폐기물 에너지 플랜트 조성사업인 Amager Bakke 조성 프로젝트 추진

동 프로젝트를 통해 항구 지역은 스릴을 추구하는 사람들을 위한 케이블 웨이크보딩, 고카트 경주, 암벽 등반과 같은 익스트림 스포츠단지로 변모됨과 동시에, 새로운 시설은 폐기물을 재사용하고 에너지를 얻기 위해 바이오매스를 사용함으로써 발생하는 배출량을 크게 줄이는 등 2025년 탄소중립 도시 달성을 위한 이니셔티브로 자리매김

<참고> ARC 주요 성과(2021년)

폐기물 소각량(톤)	383,000	열 생산(MWh)	1,197,000
바이오매스 소각량(톤)	152,000	에너지 생산(MWh)	1,507,000
재활용센터 이송 폐기물(톤)	101,000	순 매출(백만USD)	110.6

자료: <https://a-r-c.dk/>

▶ 아마게르 바케(Amager Bakke)

Amager Slope 또는 Copenhill로도 알려진 Amager Bakke는 덴마크 코펜하겐 Amager에 있는 열병합발전 폐기물 에너지 플랜트 및 레크리에이션 인프라가 복합된 시설로, 2013년 건설을 시작하여 2017년 완공되어 운영을 시작함

석탄에서 바이오매스 활용으로 전환한 인근지역의 오래된 소각장과 함께 2025년까지 탄소제로 실현을 위한 주요 에너지 발전시설로, 645,000명의 지역민과 68,000개 기업의 폐기물을 처리하고 있으며, 2020년 기준 599,000톤의 폐기물을 열과 전기로 전환함. 소각되는 폐기물 연료의 약 23%는 가정에서 발생하는 폐기물이며 나머지는 상업 및 산업 폐기물이나, 폐기물 처리용량이 크기 때문에 상대적으로 폐기물이 적은 겨울에는 타 국가 및 타 지자체의 폐기물까지 처리

동 시설은 기술적으로 지역의 열 수요 및 전력 가격에 따라 0~63MW의 전기와 157~247MW의 지역난방을 생산하는 작동 모드를 변경하도록 설계되었으며, 여과 및 관련 기술을 통해 다이옥신과 염화수소(HCl) 뿐만 아니라 유황 배출량은 99.5%, NOx는 약 95%를 저감시키는 세계에서 가장 깨끗한 소각장으로 알려짐

또한, 굴뚝에서 배출되는 배기가스는 간헐적으로 방출하는 한편, 실제 연기가 아닌 수증기로 구성된 연기 링(smoke ring) 형태로 방출되도록 의도하는 등 친환경성을 더함

이러한 소각 및 발전기능에 더해 2018년 5월, 스키 활주로(dry), 하이킹 코스, 암벽 등반 등 레크리에이션 시설을 조성함으로써 연간 4~6만명의 방문객이 방문하고 있으며, 동 시설은 제14회 세계건축페스티벌에서 2021년 올해의 세계적 건축물로 선정됨



총 670백만달러에 달하는 건설 비용으로 완공된 시설은 2017년 3월 운영이 시작되었으며, 연간 40만톤의 지역 내 고형폐기물을 소각. Bjarke Ingels Group이 설계한 인공 스키 슬로프와 Wall-topia가 제작한 세계에서 가장 높은 높이 85m의 암벽 등반 시설은 2019년 10월 개장함

▶ 아마게르 바케의 기술성, 경제성, 환경성

Amager Bakke는 1970년대에 지어진 기존 발전소를 대체함으로써 환경적 기능과 에너지 효율 및 안전성 측면에서 세계 최고의 공장으로 자리매김하고 있으며, 향후 처리해야 할 폐기물의 양을 추정하여 연간 40만 톤이던 처리용량을 56만 톤으로 증가시켜 시간당 25~35톤의 폐기물 처리능력을 확보하는 한편, 연소 보일러를 비롯한 가스 응축시스템, 증기터빈(Siemens) 등을 통해 1년 365일 24시간 운영 중

특히 CO₂ 포집기술을 플랜트에 결합하여 2022년부터 하루 12톤의 CO₂를 포집하며 지속 확장하는 상황으로, 이는 매년 배출되는 약 50만 톤의 CO₂를 포획하여 대기로 배출되는 양을 최소화함으로써 덴마크가 2030년까지 온실가스 배출량을 70% 줄이고 2025년까지 코펜하겐이 최초의 탄소중립도시로 탄생하는데 기여하고 있음

건설을 위한 총 투자액은 약 5억 유로로 이는 장기 재정계획 수립과 함께 5개 지자체 보증을 통한 Kommune Kredit로부터 자금을 조달받았으며, 주된 수입원은 폐기물 반입시 발생하는 게이트 수수료와 발전을 통해 발생한 열과 전기의 판매수익(*폐기물 처리 수수료는 톤당 약 60유로로 약 60%가 세금)

발전소는 향후 30년간의 운영 기간을 고려하여 유럽의 엄격한 배출 표준을 준수할 수 있도록 하였으며, 주거지역에 위치한 특성상 건물 상부를 레크리에이션 공간으로 조성하는 등 환경적 요소를 고려하여 건설함. 또한, 폐기물 운송으로 인한 냄새나



자료: <https://a-r-c.dk/>

[옥상에 조성된 레크리에이션 공간]

먼지를 없애는 한편, 시설에서 가능한 낮은 배출가스를 발생시키고 레크리에이션을 즐기는 지역민에게 안정적 환경을 제공함으로써 조성에 따른 지역민들의 불만이 거의 발생하지 않음

▶ '내 집 뒷마당은 안된다', 커뮤니케이션을 통한 지역의 합의

주거지역에 건설되는 Amager Bakke는 지역민의 동의 및 지원이 필요했으며, 이에 따라 2013년 3월 건설이 시작되기 전에 시민, 전문가집단, NGO 등을 대상으로 관련 계획을 공개하였으며 의견반영을 통해 도시계획에 이를 반영하고 피드백을 받음. 또한 건설과정 내내 발생 가능한 문제에 대해 지역민과 협의와 소통을 진행함으로써 갈등을 미연에 방지할 수 있었음

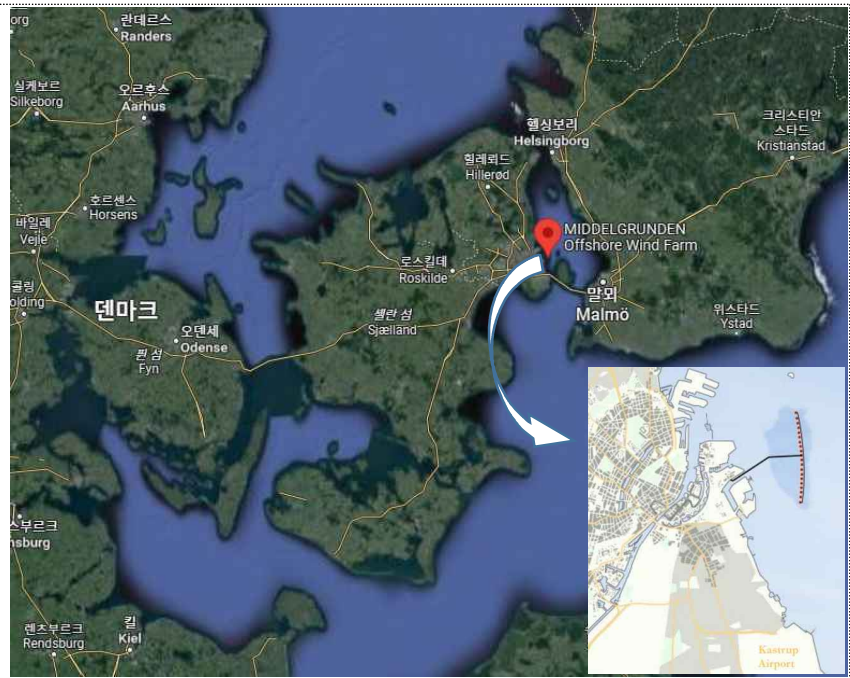
이러한 과정에서 시설을 지역사회와 분리하는 울타리로서가 아닌 공유를 위한 공통의 공간으로 조성하게 되었으며, 약 30여 개의 지역 스포츠 조직이 참여하여 490m의 인공 슬로프, 하이킹 및 산책로를 비롯한 다양한 서비스 공간이 조성되게 됨

5

미들그룬덴 해상풍력단지 (Middelgrunden Offshore Wind Farm)

코펜하겐 해안에서 3.5km 거리에 있는 외레순(Øresund)의 항로 사이에 위치한 해상풍력 발전지역으로, 2001년 당시 세계 최대 해상풍력발전단지로 개장하여 연간 최대 85,000MWh의 전력을 생산하며, 이는 코펜하겐 전체 전력 소비의 약 3%를 차지하고 있음

【 개 요 】	
터빈 개수	: 20×2MW (최대 전력 40MW)
타워 높이	: 64m
로터 직경	: 76m
총 높이	: 102m
주축 깊이	: 수심 4~8m
주축 중량	: 1,800ton
풍속	: 7.2m/s (해수면 기준 50m)
기대 생산량	: 100GWh/년
단지 효율성	: 93%
건설연도	: 2000년
투자금액	: 4,800만€



▶ 신재생에너지 프로젝트의 추진

Middelgrunden 풍력 프로젝트의 아이디어는 1993년 구상되었으나, 해상 풍력발전단지가 현실화 되기까지는 7년여 시간 동안 각종 절차가 진행됨. 이는 Middelgrunden(암초)이 해상풍력 활용 가능성이 있는 지역으로 수 차례 거론된 후, 코펜하겐 환경에너지기구(Copenhagen Environment and Energy Office, CEEO)에 의해 시작되었으며, 특히 지역주민들은 CEEO 단체를 통해 코펜하겐 지역에 전력을 공급하는 공익사업 추진을 위해 미들그룬덴 풍력터빈 협동조합(MWTC)을 설립함

Middelgrunden 풍력발전단지 추진 제안은 1996년에 제출되어, 덴마크 에너지청의 재정 보조금을 사용하여 프로젝트에 대한 타당성 조사가 수행되었으며, 풍력발전단지 조성 프로젝트는 1997년부터 1999년까지 공청회 등을 거친 후 1999년에 최종 승인을 받음(*공청회 등 공론화를 통해 최초 3열로 27개의 터빈에서 20개 터빈을 곡선으로 배치하기로 결정함)

개발 주체인 코펜하겐시(市) 소유의 코펜하겐에너지(Københavns Energi)와 민간 협력 파트너인 미들그룬덴풍력조합(Middelgrundens Vindmøllelaug)이 총 4,800만 유로를 1/2씩 공동으로 투자하였으며, MWTC(Middelgrunden Wind Turbine Cooperative)와 Copenhagen Energy Wind가 개발한 20개의 현대식 2MW 풍력 터빈이 있는 40MW 풍력발전단지는 코펜하겐 지역 40,000가구 이상

을 위한 전기를 생산 중에 있음

과거 건축자재 투기장으로 사용됐던 위치에 건설된 풍력발전단지의 수심은 4~8미터까지 다양하며, 터빈은 각각 2MW, 터빈 사이 간격은 180m인 곡선 배열로 설치되었으며, 배열(array)은 바다에 3.4km 길이로 1헥타르(ha)를 차지

터빈은 고급 내식성 외부 페인트를 사용하여 부식으로 부터 보호되며, 내부 온도 조절 장치와 빌트인 서비스 크레인 을 갖추고 있음. 특히 나셀(nacelle¹⁾)에 장착된 이 유압식 크레인을 사용하면 터빈을 쉽게 정비할 수 있으며, 타워의 높이는 약 64m, 로터 직경은 76m에 이릅니다



<참고> 해상풍력발전단지 구축 주요 과정

2000년	4~7월	▶ 기초용 콘크리트 주조	
	10~11월	▶ 타워 하부를 포함한 주축(foundation) 배치	
	11~12월	▶ 로터를 포함한 터빈의 상부 배치	▶ 터빈 간 해저케이블 연결
2001년	1월~	▶ 터빈 테스트 및 에너지 생산 시작 ▶ 침식 방지시설 구축	

자료: Copenhagen Environment and Energy Office

▶ Øresund의 Middelgrunden 건설

Middelgrunden 풍력발전단지 건설은 2000년 말 완료되었으며, 풍력발전단지의 기초는 코펜하겐에 있는 Burmeister & Wain의 드라이도크에서 프리캐스트(precast)되었으며, 특별히 제작된 크레인을 통해 도크에서 이동됨. 더불어 터빈 부품은 항구에서 조립되어 바지선을 통해 설치 현장으로 배송되었으며, 잭업(Jack-up) 플랫폼에서 80m 크레인을 사용하여 각각의 위치에 설치되었음

1) nacelle : 풍력 발전기를 구성하는 부분의 하나로, 로터에서 얻은 회전력을 전기 에너지로 변환시키기 위한 발전장치로, 기어 없이 로터의 동력이 발전기와 직접 연결되는 직접구동형과 유도발전기와 로터를 기어로 연결하는 간접구동형으로 구분됨

▶ 송배전 및 기술적 요소

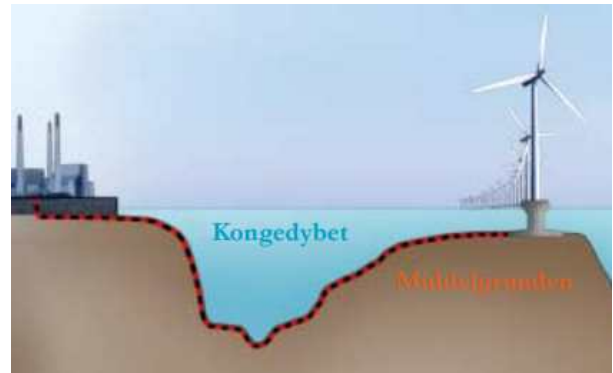
각각의 터빈에서 생산된 전력은 먼저 중앙 터빈인 10번째 터빈으로 전달되며, 중앙 터빈은 30kV 해저 케이블을 통해 3.5km 떨어진 아마게르(Amager) 섬 동부 해안의 Amager 발전소 변압기로 전송

해상 Middelgrunden 풍력발전 터빈에는 유지관리 서비스를 줄이기 위해 베어링을 윤활하는 자동 그리스(grease) 주입/윤활 시스템이 장착되어 있으며, 윤활에 사용되는 오일은 특수 기어박스 오일 필터를 터빈에 장착함으로써 냉각 및 가열 시스템에 의해 한계 내에서 유지됨

특히 터빈의 공기 냉각 시스템은 기어 및 발전기와 같은 구성요소를 냉각하는데 사용되는 공기를 재활용하는 열 교환기로 구성되며, 냉각을 위한 외부 공기의 양을 크게 줄여 터빈 내부의 부식을 줄임과 동시에 타워와 나셀 룸에 제습장치를 장착하여 터빈 내부의 부식을 최소화하고 결로로 인한 주요 전기부품의 부식 방지를 위해 히터도 설치됨

또한, 터빈과의 통신은 각 터빈에 설치된 인터넷 연결 컴퓨터를 통해 가능하며, 각 터빈에는 고유 이메일 주소가 있어 유지·보수 또는 수리 담당자가 부품 공급업체 등과 통신을 가능케 함

*자료: <http://www.renewable-technology.com>



【참고. 덴마크 해상풍력발전단지 현황】

○ 해상풍력단지 위치



○ 해상풍력단지 일반현황

단지(운영)	용량(MW)	조성비	효율(%)	수심(m)	해안까지 거리(km)	소유
Tunø Knob (1995)	5	£ 10m	29.7	3~7	6	Ørsted
Middelgrunden (2000)	40	€ 47m	25.7	3~6	4.7	50% private 50% Ørsted
Horns Rev I (2002)	160	€ 272m	39.9	10~20	18	Vattenfall 60% Ørsted 40%
Frederikshavn (2003)	7.6	-	29.3	1~4	0.3	Ørsted
Nysted(Rødsand I) (2003)	166	€ 248m	36.1	6~9	11	Ørsted 50% PensionDanmark 50%
Rønland 1 (2003)	17.2	-	44.1	0~2	0.1	THV (Vestas), Dansk Vindenergi ApS (Bonus)
Samsø (2003)	23	€ 30m	38.9	10~13	4	Municipal / private
Avedøre Holme (2009)	10.8	€ 25m	29.2	0~2	0.1	50% Ørsted 50% private
Horns Rev II (2009)	209	€ 470m	48.4	9~17	32	Ørsted
Sprogø (2009)	21	-	36.5	6~16	10	Great Belt Link
Rødsand II (2010)	207	€ 400m	42.1	6~12	9	E.ON
Anholt (2013)	400	DKK 10b	46.7	15~19	23	Ørsted / others
Nissum Bredning Vind (2018)	28	€ 40m	35~40	1~6	1.1	Jysk Energy A/S, Nissum Brednings Vindmøllelaug I/S
Horns Rev III (2019)	406.7	€ 1bn	-	10~20	30	Vattenfall
Kriegers Flak (2021)	604.8	0.372 D KK/kWh	-	15~30	25	Vattenfall
Vesterhav (2023 예정)	344	€ 769m	-	16~28	4~10	Vattenfall
Thor (2027 예정)	1,000	DKK 15.5b	-	-	20	RWE

자료 : EWEA(The European Wind Energy Association)

IV. 연수 결과 및 시사점



▶ 암스테르담 스마트시티
(Amsterdam Smart City)

Gebouw 002A, Kattenburgerstraat 5,
1018 JA Amsterdam, Netherlands
<https://amsterdamsmartcity.com>
Cont : Cornelia Dinca
Tel : +31 6 1995 6465

네덜란드

암스테르담

2023. 07. 06.(THU) 10:00~12:00

▶ 방문 개요

- 암스테르담 스마트시티는 정부, 기업, 학계, 시민 등의 다양한 참여자들이 함께 집단지성을 활용하여 도시의 문제를 해결하는 플랫폼 역할 수행
- 정부, 기업, 연구기관, 시민사회 등의 다양한 행위자들이 참여하는 암스테르담 스마트시티의 전반적인 개요와 현재 추진 중인 기후변화 대응 프로젝트 소개 및 시사점 도출

▶ 방문 내용(기관방문)

- (개요) AMS는 2009년에 시작되어 암스테르담과 주변 지역의 도시문제 해결을 위한 플랫폼으로 운영되면서 다양한 프로젝트를 진행하고 있으며, 유럽에서 진행되는 다양한 프로젝트에도 참여
- (참여자) 지역 커뮤니티와 정부, 기업, 연구기관이 함께 참여하는 파트너십 플랫폼으로 초기에는 도시의 작은 문제에 대한 해법을 제시하면서 확대되기 시작함. 암스테르담과 주변 도시의 시 정부, 주 정부가 참여하며, 기업은 참여와 자금을 지원하고 연구기관은 지식을 제공하고 있음. 현재까지 프로젝트 운영에서 정부의 역할이 주를 이루고 있으며, 각 참여기관에 소속된 전문가들과 함께 문제를 논의함
- (펀딩) 초기에는 민간협력을 통한 보조금을 확보하기 위한 프로젝트들을 운영하였으며, 현재는 정부 지원이 60%, 기업체 지원이 40%를 차지하고, 연구기관은 지식·정보를 제공
- (AMS와 경제위원회 역할) AMS는 현장에서 프로젝트의 실행 부분을 담당하는 한편, 암스테르담 경제위원회(Economic Committee)를 중심으로 참여기업 등 개별 행위자들을 조정하며, 암스테르담 지역의 혁신을 위한 방향성을 제시함
- (대표 프로젝트) 최근에는 친환경이슈와 관련되어 친환경재생에너지, 순환경제, 디지털 모빌리티, 물순환 및 재이용 프로젝트들이 진행

[프로젝트 1_시민중심 대기질 측정] 시민들이 간이측정장치를 이용하여 대기질을 측정하고, 이를 통해 수집된 정보를 시내의 3개 기상센터에서 수집하여 활용함

[프로젝트 2_암스테르담 축구경기장 보조전력 시스템 운영] 아약스 홈구장의 지속가능한 이용을 위해 재생에너지를 활용하는 보조전력 시스템을 구축하기 위해 천장에서 자동차재생 배터리를 재사용하는 태양광패널을 설치하여 전력을 생산함

[프로젝트 3_플로팅 하우스] 과거 조선업이 쇠퇴한 지역의 도시재생 방안으로 물위에 집을 짓는 플로팅하우스 프로젝트를 진행함. 기술적인 문제와 법률적인 문제를 해결하기 위해 노력하고 있으며, 친환경에너지를 공유 및 관리하는 에너지 공동체를 조직함

▶ 시사점

- 암스테르담 스마트시티 프로젝트는 주민들의 자발적인 참여와 참여자들의 파트너십에 기반한 프로젝트를 진행하고 있으며, 프로젝트 성공을 위한 명확한 목표와 대상 범위를 설정하여 구체화된 프로젝트를 적용
- 사회문화적 특성상 Top-down 방식보다는 에너지 분야를 비롯한 디지털화, 모바일기술 적용, 순환 경제 등 제 부분에 걸쳐 시민 중심의 상향식 정책 실현
- 기업, 연구기관이 함께 참여하면서 과학적인 전문지식과 혁신기술이 현장에서 활용될 수 있도록 견인하는 가운데, 다양하고 특성화된 여러 프로젝트가 파일럿 형태로 진행됨으로 인해 대상지역을 확대(Upscaling)하거나 비즈니스 모델로 성장시키는데 많은 시간이 소요되는 부분을 고려해야 함.



[ASC 추진 프로젝트 브리핑]



[아이디어 발굴의 장, ASC 미팅룸]



▶ 잔세스칸스
(Zaanse Schans)

<https://www.dezaanseschans.nl>

네덜란드

노스홀란드

2023. 07. 06.(THU) 14:00~16:00

방문 개요

- 암스테르담 북쪽 15km 지점의 잔(Zaan) 지방에 있는 마을로 네덜란드 풍차마을로도 잘 알려져 있으며, 18세기와 19세기 전성기에는 기름, 염료, 종이 등을 생산하는 700개가 넘는 풍차가 곳곳에 있는 중요한 산업지역이었으나 현재는 10개 미만의 풍차만 운영되고 있음

방문 내용

- 지역 특성상 해수면보다 낮은 육지부에서의 안정적인 삶 영위를 위해 고안된 풍차는 처음에는 거주민들의 생필품 생산에서 시작되어, 기본적인 산업기능 역할을 수행해 오다 산업단지 등 개발로 인해 그 기능이 쇠퇴하면서, 최근에는 체험형 관광문화상품이자 지역특산물 판매의 장으로 그 역할이 축소됨
- 잔세스칸스에 현존하는 주요 풍차
 - De Huisman(관리인) : 1786년부터 향신료 전용 풍차로 사용
 - De Kat(고양이) : 1664년에 지어졌으며 지금도 고품질의 페인트와 안료 생산
 - De Gekroonde Poelenburg(왕관을 쓴 폴렌뷔르흐) : 1869년부터 제재소로 사용(63년 移轉)
 - De Zoeker(탐구자) : 1610년 정유공장으로 출발, 염료→석유를 거쳐 현 오일공장(68년 移轉)
 - Het Jonge Schaap(어린 양) : 1680년 잔 지역 350개 제재소 중 하나로 출발, '07년 재건축
 - De Bonte Hen(반점이 있는 암탉) : 1693년부터 현 위치에서 여전히 오일공장으로 사용
 - De Os(황소) : 1663년 이전 지어진 가장 오래된 오일 추출 전용 풍차(31년 디젤로 전환)
 - Het Klaverblad(네잎클로버) : 1973년 시작하여 2005년에 세워진 목재 제재소
- 12세기 서유럽에서 처음 등장한 풍차는 바람의 힘을 이용해 동력을 얻는 기계로 과거에는 현대의 풍차처럼 풍력을 전기로 바꾸는 장치가 아닌, 풍력을 이용해 토지 배수 및 양수장 등 물을 펌프질하거나 곡식을 갈기 위해 이용되었음. 네덜란드에는 천 개가 넘는 풍차가 있으며, 주로 땅에서 작물을 경작할 수 있도록 저지대의 물을 펴내는 용도로 활용됨

- 중세 후반부터 주로 농업용이나 토지 배수용으로 주로 이용되었던 풍차는 네덜란드와 영국 등에서 광범위하게 사용되며, 회전식 풍차를 비롯해 탑형, 다각형 풍차가 순차적으로 나타남

【회전식 풍차(Post mill)】

- 유럽 풍차의 초기 유형인 포스트 밀은 수직축 풍차의 한 종류로 건물 자체가 지면에 고정된 수직의 중앙 기둥을 바탕으로, 기둥엔 날개가 부착되어 있어 날개에 가해지는 바람의 힘으로 회전. 바람의 방향에 따라 회전이 가능함에 따라 초기 서유럽을 중심으로 경제적으로 사용

【탑형 풍차(Tower mill)】

- 석조나 벽돌탑으로 이뤄진 수직축 풍차의 한 종류인 타워 밀은 회전 날개를 덮고 있는 캡이 회전하며 날개가 바람을 정면으로 받는 구조. 16세기 중반부터 제작되었으며 건물을 높이 올릴 수 있고 견고하며 내구성이 뛰어나 해안가의 강한 바람을 견디는데 장점이 있으나, 건설비용이 단점

【다각형 풍차(Smock mill)】

- 건설비용을 줄이기 위해 목재 방앗간을 6면이나 8면의 탑으로 만들어 내구력을 더함으로써 강풍에 훨씬 잘 견디고 무게 또한 회전식 풍차보다 가벼워 습한 지역에도 건설이 가능. 다만, 목재 구조의 단점인 썩는 문제 해결을 위해 건물 바닥을 돌이나 벽돌로 만들게 됨

▶ 중세시대 지역경제를 지탱했던 풍차

- 과거 네덜란드를 비롯해 영국, 미국 등 여러나라에서 발전해 가던 풍차는 산업혁명 도래로 1차 에너지원으로써 바람과 물의 중요성이 감소되며 증기와 내연기관으로 대체가 되며 풍차 또한 줄어들게 됨. 그러나 1970년대 산유국의 석유수출 제한 및 가격상승으로 인한 제1차 오일쇼크가 발생하면서 다시 친환경에너지로 관심을 받기 시작하게 됨. 이런 가운데 네덜란드는 풍차를 동력을 얻는 기능적 가치와 역사적 가치를 위해 지속 보존하고 있으며, 관광산업과도 연계



【 잔세스칸스의 풍차 】



【 지역특산품 전시·홍보 및 판매 연계 】

▶ 아프슬루트다이크
(Afsluitdijk)

<https://theafsluitdijk.com/>

네덜란드

노스홀란트

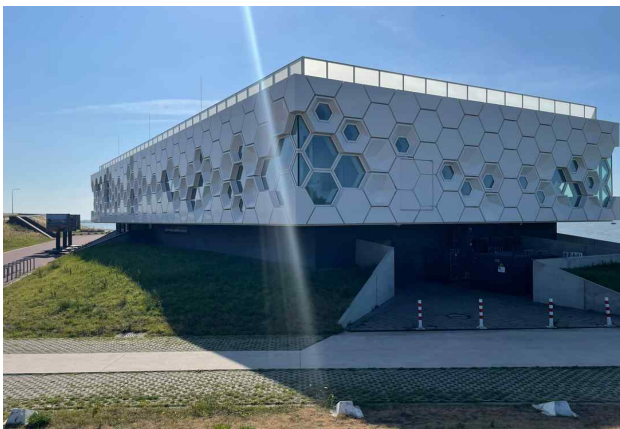
2023. 07. 07.(FRI) 10:30~11:10

방문 개요

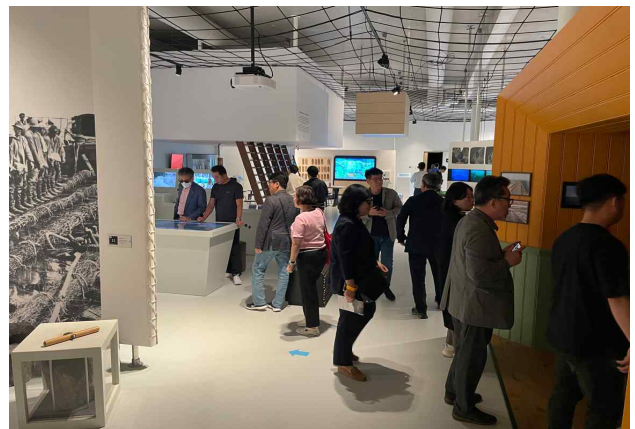
- 네덜란드 북부 홀란트(North Holland) 지방의 덴 오버(Den Oever)에서 프리슬란트(Friesland) 지방의 취리히(Zurich) 마을까지 이어진 제방이자 댐으로 길이는 32km, 너비는 90m, 높이는 7.25m이며, 1927~1932년까지 진행된 자위더르해(Zuiderzee) 간척사업의 일환에 따라 건설되어 북해 입구에 위치한 자위더르해는 담수화되었으며, 에이설호로 명명되어 깨끗한 물을 공급하게 됨

방문 내용

- 과거 암스테르담을 비롯한 주요 항만의 진출입로였던 자위더르해는 1876년 북해 운하 개통으로 역할이 줄었으며, 19세기 후반 네덜란드 인구의 폭발적 증가와 함께 농업과 축산업을 위한 토지의 필요성이 증가함에 따라 1891년에 자위더르해를 간척지로 전환하기 위한 계획을 수립하게 되었으며, 경제성을 비롯해 어업인 등 이해관계자들과의 갈등 조정을 거쳐 1927년 간척사업이 시작되게 됨
- 1932년 5월 28일 완료된 간척사업은 총 10,000명의 작업자, 27개의 대형 준설선, 13개의 플로팅 크레인, 132개의 바지선, 88개의 예인선 등이 투입되었으며, Friesland와 North Holland를 연결하는 고속도로(A7/E22)가 완성된 1933년 9월 25일 공식적으로 개장함



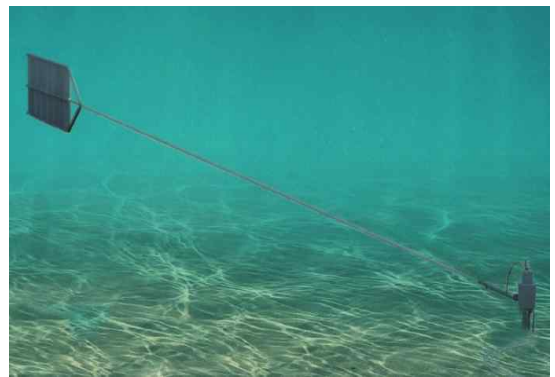
[아프슬루다이크 와덴센터]



[아프슬루다이크 제방 소개 및 체험장]

▶ 태양, 바람, 조수 등 친환경에너지를 활용한 기후위기 대응

- 해수면 관리를 위해 설계된 총 25개의 배출 수문과 펌프에서 사용되는 에너지는 아프슬루트 다이크와 주변의 태양열 발전을 사용하여 지속 가능한 방식으로 생성되며, 브리잔다이크 (Breezanddijk)에 있는 에이설호(해안에서 약 6.5km)에 세계 최대의 풍력 공원인 Wind Park Fryslân은 총 89개의 풍력터빈(4.3MW/터빈 당)으로 382.7MW를 공급함으로써 프리슬란 트(Fryslân) 주의 약 50만 가구에 친환경에너지를 공급할 예정임
- 또한, 풍력 공원을 통한 수익의 일부를 환경기금으로 활용하여 지역민을 위한 정주환경 개선에 활용한다는 계획임과 동시에 지역민에게 그 일부를 이전하는 방안도 고려 중에 있음
- 이외에도 Tidal-Kite를 이용해 조수의 운동에너지를 전기에너지로 생성하기 위해, 높이 7m, 길이 12m의 연을 바다 속의 실린더에 연결해 수직 운동에너지를 통한 인장력을 발전기에 공급하여 전기를 생성하는 조수에너지 생성을 진행 중(*2000년 시연모델을 통해 테스트한 결과, 연 하나는 약 700가구에 전기를 공급할 수 있을 것으로 나타남)



[조수에너지 생성을 위한 Tidal Kite]

▶ 알프레드 베게너 연구소
(Alfred-Wegener-Institut)



Am Handelshafen 12,
27570 Bremerhaven, Deutsch
<https://www.awi.de>
Cont : Annika Kropp
Tel : +49 (0)471-4831-1537

독일

브레머하펜

2023. 07. 07.(FRI) 15:00~17:30

방문 개요

- 대륙 이동을 발견한 독일의 알프레드 베게너의 이름을 따서 1980년에 설립된 연구소로 헬름홀츠 연구센터협회의 일원으로 활동하고 있으며, 기후변화로 인한 극지방과 해양지역의 지구적 시스템의 변화과정을 연구
- 극지방과 해양의 기후변화 현상에 대한 과학적 연구 과정과 결과를 소개

방문 내용

- (개요) 현재 1,500여명이 연구진이 수많은 국내·외 협력 프로젝트를 진행하고 있으며, 국가에서 비용의 90%의 재정을 지원하면서 장기간 연구를 진행하고 있음
- (연구내용) 극지방과 해양 지역의 기후변화 영향을 주로 연구하고 있으며, 이를 위해 기후학, 생물학 등의 다양한 분야의 연구진들이 참여한 공동연구를 수행함. 북극지역의 빙하감소가 미치는 영향을 연구하기 위해 현지 조사를 진행하고 있음. 최근에는 북극 저위도 지역의 빙하감소와 이산화탄소의 교환과정의 영향을 중심으로 연구를 진행함.
- (실험 중심 연구 수행) 극지방의 빙하에서 채취한 시료를 화학과정을 통해 분석하여 과거의 기후변화 특성을 분석하고 있으며, 현재와 기후 수준이 유사한 500만 년 전까지의 데이터를 확보하여 분석하고 있음. 이를 통해서 자연스러운 기후변화의 영향을 파악하고, 현재 인위적인 요인으로 나타나는 기후변화와의 비교를 진행함. 또한 탄소물질을 채취하여 과거에 어떠한 생물들이 살고 있었는지를 연구하면서 기후변화와 생물종의 서식과의 연관성도 파악하고 있음
- (연구자료 공유) 많은 국제협력 연구프로젝트를 진행하고 있으며, 확보된 데이터들은 연구목적으로 공유되고 있음

시사점

- 극지방과 해양 지역의 나타나는 기후변화 현상이 지구에 미치는 영향을 조사·분석하는 연구 과정과 결과 공유를 통해서 전 지구적 기후변화 대응의 중요성이 강조, 과학적인 연구 결과에 근거한 기후변화 대응 방안을 마련하기 위해 지속적이고 체계적인 연구 필요성 확인
- 18개 연구소 운영 및 연구 소요 비용의 90%가 국비 보조금(2억 8천만 유로)에 의해 이뤄지고 있으며, 실험 등 연구에 필요한 선박, 항공기, 현지 기지 등 인프라 확충을 통해 안정적이고 장기적인 연구 수행에 집중 가능
- 공동연구 네트워크 활용을 통해 전 세계적 기후위기 문제에 대한 체계적 연구를 수행하고 있으며, Post-doc, 인턴십 등 다양한 미래 연구인력 양성도 병행(*북극 생태분야 연구에 한국의 남성일 박사 참여 중)



[알프레드 베게너 연구소 방문]



[AWI 수행 프로젝트 소개_01]



[AWI 수행 프로젝트 소개_02]



[AWI 수행 프로젝트 소개_03]



▶ 하펜시티 프로젝트
(HafenCity Project)

<https://www.hafencity.com/>

독일

함부르크

2023. 07. 08.(SAT) 11:00~13:00

방문 개요

- 함부르크-미테지구에 위치한 하펜시티는 과거 쇠퇴한 무역항 일대의 도시재생을 추진하면서 기존 건축물과 신규 건축물들이 조화된 첨단도시로 바꾸고, 홍수와 하천범람 방지 대책을 마련한 항만 재개발 사례 전학
- 기후변화에 따른 빈번한 자연재해 등 사전 예방을 목적으로 조성된 하펜시티 일대의 인프라 조성 현황 답사와 유럽 3대 항구인 함부르크 하펜시티의 도시재생사업 현황을 통해 항구 중심 도시의 도시재생 등 지역계획 추진시 시사점 도출

방문 내용

- (개요) 하펜시티는 함부르크 북부 항만지역의 10% 정도의 면적에 해당되는 공간을 도시재생을 통해서 첨단도시로 변모시킴. 토지매립비 등을 포함한 대부분의 비용은 함부르크시에서 부담하였으며, 국제도시공모전을 통해 개발계획과 마스터플랜 마련
- (함부르크 항만지역 특징) 함부르크 시내와 항만 지역은 삼각지에서 흘러든 흙이 쌓이면서 사질토양이 많고, 지질 자체가 단단하지 않아 전체적으로 건물 높이를 낮게 조성(예외적으로 현재 250m 규모의 주상복합건물인 엘프타워가 건설 중임)
- (함부르크 항만 물류현황) 함부르크는 유럽의 3대 항구의 하나로 규모화되고 자동화된 항만 인프라와 철도 연결성 또한 우수하기 때문에 브레머하펜 항구와 함께 독일 전체 항만 물량의 90%를 담당. 다만, 엘베강의 수위가 14m에 불과하여 수위가 낮아지는 시기에는 큰 배들의 유입이 어렵다는 한계 보유
- (함부르크 침수 피해 저감방안) 함부르크가 위치한 엘베강 하류 지역은 수위 차이가 연간 4m에 달하기 때문에 과거 홍수와 침수 피해가 빈번하게 발생함. 함부르크시는 도심부의 하천 범람을 방지하는 홍수보호벽을 설치하여 피해를 저감하고, 수문을 설치하여 도심지역의 수위를 조절하며, 침수 위험지역에는 경고판을 설치함. 또한, 도시재개발이 진행된 지역에서도 홍수보호벽과 방파제 등을 설치

- (친환경적 도시재생) 하펜시티는 장기 도시재생 프로젝트로 진행되면서 주거, 상업, 문화 등이 어우러진 복합적인 도시재생을 추진하면서 주거, 사무실, 관광지 등을 연계시킴. 보행자와 자전거 중심의 공공공간을 네트워크로 구성하여 주변 지역과의 연계도 강화시킴. 또한, 함부르크 주민들의 주거수요를 반영하여 수변공간을 활용하는 주택단지, 편의시설을 마련

시사점

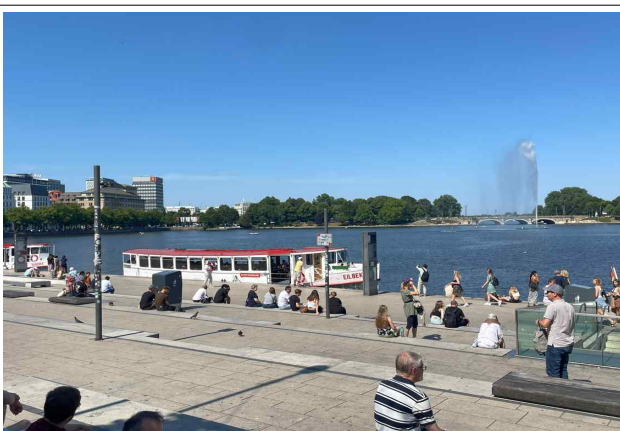
- 하펜시티는 시 정부가 주도적으로 추진한 대규모 도시재생 사례로 주거, 상업, 문화를 함께 고려하면서 보행자와 자전거가 중심이 되는 친환경적 도시설계를 추진한 사례로 우리나라와 같은 공공주도의 도시재생사업 추진시 참고사례가 될 수 있음.
- 상습적인 침수가 발생하는 문제를 해결하기 위해 수문, 방파제, 보호벽 등을 설치하여 하천의 범람을 방지하고 수위를 조절하고, 보호벽 상부공간은 활용한 부분은 기후변화시대의 도시홍수 대응 사례
- 특히 과거 항만지역의 노후화된 인프라를 활용하여 항만물류 및 연관 시설로의 전환을 통해 미래 기술을 접목한 물류시스템 구축과 함께 주거·문화시설을 비롯한 업무시설을 집적화시키는 등 첨단지구로 성장하면서 코로나 위기에도 오히려 호황을 이룸



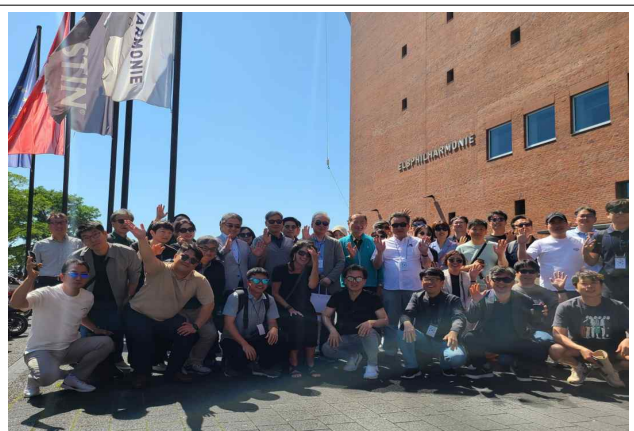
[하펜시티 상업 및 주거지구 전경]



[함부르크 항만물류 연계 철도망]



[Alster Fountain]



[ElbPhilharmonie]

▶ 아마게르바케

(Amager Bakke, Copenhill)



Vindmøllevej 6,

2300 København, Denmark

<https://a-r-c.dk/amager-bakke/>

Tel : +45 71 96 71 97

덴마크

코펜하겐

2023. 07. 10.(MON) 10:00~12:00

방문 개요

- 폐기물을 처리하는 열병합발전소인 아마게르바케(코펜힐)는 흔히 도시 외곽지역에 소재하는 여느 폐기물 처리시설과 달리 코펜하겐 도심지 인근에 위치하면서, 주변 가구에 전력과 난방 에너지를 공급하고, 이에 더해 창의적 건축물 설계를 통해 지역민이 이용하고 싶은 다양한 레저활동이 가능한 복합시설로 운영
- 아마게르바케 시설 및 운영방식 등에 대한 소개와 함께 지역민들의 산악생태자원에 대한 동경과 레저활동 등 편의성 제공을 위한 인프라 조성 과정 소개를 통해 시사점 도출

방문 내용

- (개요) 아마게르바케는 도시지역에서 배출된 폐기물을 에너지자원으로 활용하는 동시에, 발전소 공간을 주민들의 편의를 위해 스키장으로 운영하고 있으며, 이외에 패션쇼 등의 다양한 문화활동 공간으로 활용하고 있음
- (공모 및 사업진행) 공모 과정에서 덴마크 유명건축가 그룹인 Bjarke Ingels Group이 제안한 아이디어가 채택되어 발전소와 주민들에게 스키장, 하이킹, 클라이밍 활동을 위한 복합공간으로 마련
- (상부 스키장 조성) 상부 스키장은 플라스틱 합성조새로 표면을 조성하여 4계절 스키를 탈 수 있도록 하며, 이용자 수준에 맞게 등급별 코스를 구분함. 또한, 스키장 주변에 수목을 식재하고 자전거길과 산책로를 함께 마련하였으며, 수목은 비슷한 높이의 산을 참고하여 자연스러운 형태로 조성함과 동시에 클라이밍 활동을 위해 외벽에 80m 높이의 인공암벽 조성
- (폐기물 처리현황) 초기 설계시 연간 60만톤 이상을 처리할 수 있는 규모이며, 연간 43만톤 이상의 폐기물을 처리하면 주변 9만 가구에 안정적으로 전기와 지역난방을 공급할 수 있음. 현재 코펜하겐 시의 폐기물 배출량이 예상보다 적기 때문에 현재는 주변 도시에서 폐기물을 가져와 충당

- (오염물질 관리) 소각과정에서 배출되는 대기오염물질(SOx, NOx)를 엄격하게 관리하여 99%가 수증기로 배출되고 있으며, 관련 정보에 대한 주민들의 신뢰도도 높음. 배출되는 수증기는 포집이 가능하나 이를 위한 에너지 소비와 탄소배출을 고려하여 그대로 배출함(EU권고치보다 낮아 문제가 없음). 현재는 탄소포집 기술도 시범적으로 운영을 추진하고 있음

■ 시사점 : 아마게르바케에서 배우는 탄소중립 실현

1) 도심지에 건설된 폐기물발전소

- Amager Bakke는 폐기물 활용시설의 본원적 기능과 역할에 대한 새로운 개념을 보여주는 사례로, 기술 활용을 통해 지역민의 여가 활동과 폐기물 관리가 함께 이뤄질 수 있는 안전하고 건전한 환경을 제공할 수 있으며, 도심의 더 나은 생활, 폐기물 운송의 저감, 지역난방 네트워크 연결, 고효율 및 환경적인 성과 등을 가져오는 특징을 보여줌

2) 지역민과 소통으로 수용도를 높임

- 소셜미디어 그룹을 통한 소통이나 주민자치단체와의 정기모임 등 프로젝트의 주체, 지역민, 지역 사회단체 및 연관기업 등이 참여하는 지속적인 정보 공유 및 교환과정을 통해 주거지역에 관련 시설을 조성함에 있어 반드시 수반될 수밖에 없는 갈등 및 논란의 여지를 최소화. 결국 지역민과의 긴밀한 협력이 우선되어야 하며 지역민이 수용할 만한 혜택 또한 제시될 필요가 있음

3) 선도기술 도입·활용을 통한 높은 환경적 성과 창출

- 가장 깨끗한 폐기물 에너지 발전소임을 당당하게 표방한 Amager Bakke는 첨단장비와 선도적 기술 활용을 통해 발전시설의 기능에 부합한 효율성을 제고시킴으로써 에너지를 포함한 환경분야의 성과를 달성하는 등 공익성과 수익성을 확보하게 되었으며, 특히 대기오염물질인 질소산화물을 제거하기 위한 촉매와 연간 50만t의 이산화탄소를 포집하는 등 친환경 처리능력과 성과에 대해서도 지역민의 높은 지지가 가능하였음

■ 한계점

1) 자체 폐기물에 더한 수입 쓰레기 활용

- 당초 건설에 있어 ARC는 지자체와 주민을 설득할 때, 타 지역 쓰레기는 수입해서 태우지 않기로 약속했으나, 태울 쓰레기가 충분하지 않아 영국 등 인접 국가에서 쓰레기를 수입

2) 설계 및 기술적 결함 발생

- 2016년 쓰레기를 태우는 노(태우는 곳)에 결함이 발견되어, 사업추진이 지연되었고 수백만 유로의 손실이 발생하였으며, 대규모 소각시설로 생산된 열과 전기는 초과 생산시 운영효율성 확보를 위해 자의적 운영제어로 인해 수익이 감소하는 결과를 가져올 수 있었음

3) 탄소중립 2025 실현 가능성에 의문

- 코펜하겐은 2012년에 탄소중립도시 목표를 선언하였으며 탄소포집장치를 이용해 이산화탄소를 처리하고 지하에 저장할 수 있다고 했으나, 2022년 8월 코펜하겐은 국가에서 정한 기준을 맞추기 힘들다고 발표하였으며, 국가와 협정한 양(量) 이하로 탄소배출 관리가 이뤄져야 하는 제약조건을 맞추지 못해 펀딩 대상에서 탈락됐다고 발표



[Amager Bakke 방문]



[Amager Bakke - 암벽클라이밍(85m)]

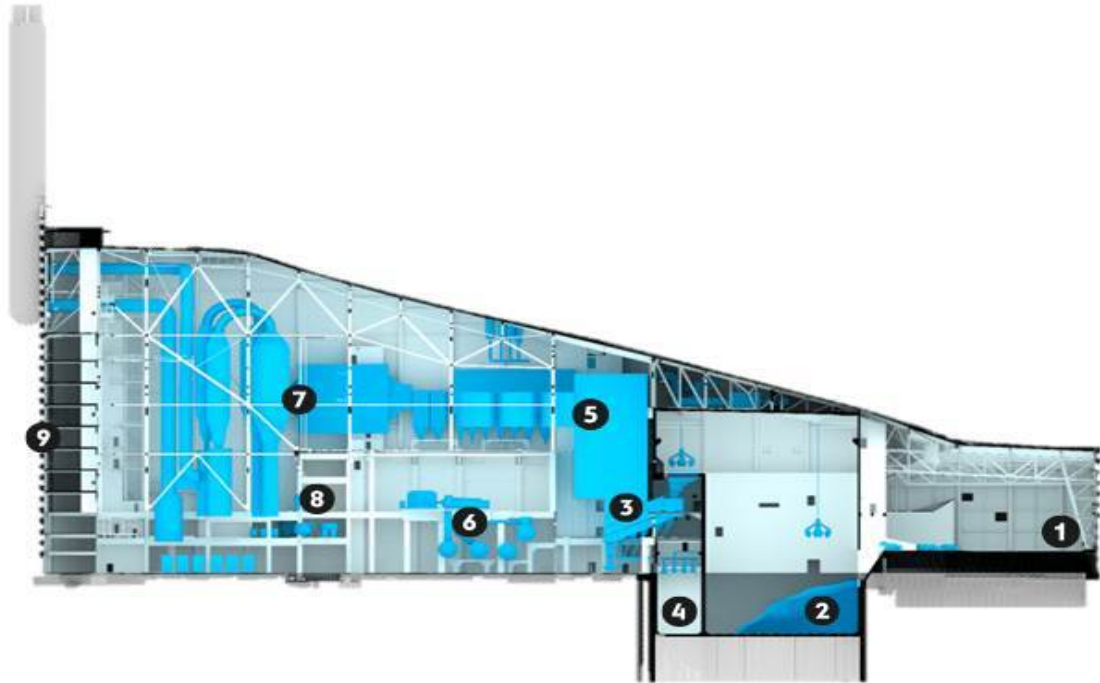


[Amager Bakke 현장 설명]



[Amager Bakke 상층부 스키 슬로프]

【참고. Amager Bakke 내부 기술】



❶ 가연성 쓰레기 도착

- ARC는 약 600,000명의 시민과 68,000개의 기업으로부터 가연성 폐기물을 받고 전기 및 지역 난방을 도시에 다시 공급하며, Amager Bakke 소유주인 5개 지자체로부터 받는 가연성 폐기물의 약 50%가 개인 주택에서 나머지는 기업에서 재활용할 수 없는 폐기물만 가져옴
- 폐기물을 운반하는 트럭 250~300대의 무게를 매일 측정하고 등록하며, 이 중 약 5%를 무작위로 선택하여 소각에 적합한지 확인

❷ 폐기물 사일로

- 하역장에서 잔류 폐기물은 36m 높이의 30×50m 사일로에 직접 투입되며, 사일로는 약 22,000톤의 폐기물을 담을 수 있으며, 이는 Amager Bakke 소유 지자체에서 3주간의 폐기물과 동일. 두 개의 자동 그랩이 폐기물을 균일한 덩어리로 혼합함으로써 소각 공정의 안정성 확보
- 폐기물이 섞이면 최대 15톤을 이동시킬 수 있는 그랩이 폐기물을 소각로 공급 호퍼로 들어 올리며, 폐기물 약취를 줄이기 위해 적재실은 대기압보다 낮은 압력으로 유지, 홀에서 추출된 공기는 소각로에서 사용

❸ 소각로

- 두 개의 동일한 소각장은 시간당 25~42톤의 폐기물을 처리할 수 있으며, 폐기물이 피드 호퍼에 공급되면 샤프트 아래로 떨어지며 소각로에서 부압을 유지하기 위해 밀폐된 플러그를 형성. 24열의 타공철판으로 이뤄진 소각로 바닥은 아래로 경사져 있으며, 폐기물이 이동하면서 950~1,100℃ 온도에서 1.5~2시간 동안 폐기물 완전 소각
- 폐기물 톤당 Amager Bakke는 2.7MWh의 지역 난방과 0.8MWh의 전기를 생산

④ 폐슬래그 및 비산재

- 폐기물 소각 후 남은 슬래그(중량의 17~20%)는 폐기물, 자갈, 모래, 금속 및 기타 불연성 물질의 재로 구성되며 이는 별도 슬래그 사일로에 수집되어 선별 시설로 이송. 3~4개월 동안 물을 이용해 숙성시킴으로써 중금속 입자가 슬래그 입자에 결합하여 세척되지 않도록 하며, 숙성 후 금속은 재활용을 위해 제거시킴(슬래그 200kg당 10~15kg의 금속 추출 재활용). 이후 슬래그를 체질하여 하드 코어와 동일한 속성을 부여하고 건축 및 건설 프로젝트에 사용
- 필터에 의해 연기에서 추출된 비산재에는 고농도의 중금속 및 기타 미량 원소가 포함되어 있으며, 배터리, 비산회 및 연기 정화의 기타 부산물은 다른 산업의 잔류물을 중화하기 위해 석회 대신 사용되는데 혼합물은 시멘트와 같은 경도를 지님

⑤ 보일러

- 2개의 보일러는 고압의 물을 운반하는 파이프로 구성되어 있으며, 각 보일러가 통합되어 소각로에서 나오는 뜨거운 연기가 상승하여 열에너지를 파이프의 물에 직접 전달하는데 생성된 증기의 압력은 69bar이고 온도는 440도에 달함. 각 보일러는 시간당 최대 137톤의 증기를 생산할 수 있으며, 두 보일러의 증기는 증기 레일이라고 하는 공통 증기 파이프에 수집되어 증기 터빈으로 연결됨(폐기물 에너지의 90%는 고압 증기로 변환)

⑥ 터빈 및 열교환기

- 증기가 임펠러를 통해 팽창함에 따라 운동에너지가 생성되고 에너지를 전기로 변환하는 발전기에 연결된 샤프트가 회전하며 최대 63MW의 전기를 생산. 터빈이 증기에서 압력과 열에너지는 지역난방 교환기에서 사용되며, 난방수는 교환기에서 가열된 다음 지역난방 네트워크로 전달(최대 247MW)

⑦ 연도 가스 정화

- 전기 필터, 촉매, 3개의 스크러버 및 먼지 필터로 구성된 소각로의 연기 정화시스템을 통해 비산재라고 부르는 연기 속의 먼지와 재(전기 필터) 및 NOx(촉매) 등 제거(1차 스크러버는 염산, 수은 등, 2차 스크러버는 석회를 이용해 이산화황을 제거)
- 3차 콘덴싱 스크러버는 수증기가 물방울로 응축되어 열 펌프가 연기의 잔열을 활용할 수 있어 남은 열을 열 교환기를 통해 지역난방 네트워크로 보내지며(지역난방의 약 20%는 연기 정화 시스템에 연결된 열 펌프에서 생산), 마지막 습식 먼지 필터로 연기의 마지막 잔여물 제거
- * 정화된 연기가 굴뚝에 도달하기 전 오염물질 함량을 지속적으로 등록하는 측정 스테이션을 통과하게 함으로써 환경 요구사항 준수

⑧ 수처리

- 2개 소각로의 연기 정화 시스템에서 최대 부하 시 시간당 최대 13m³ 폐수가 생성되며, 폐수는 0.5~2.5의 pH 값에서 시작하여 4단계로 정화 및 중화됨

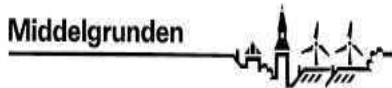
⑨ 모니터링

- 365일 24시간 가동되는 에너지 플랜트는 약 10,000개의 경보 지점과 시각적 시스템을 갖춘 제어, 규제 및 모니터링 시스템을 통해 계량부터 수처리까지 전체 프로세스를 24시간 모니터링
- * 850개의 펌프, 송풍기 및 압축기, 1,800개의 밸브 및 3,300개의 측정기기 보유

자료: <https://a-r-c.dk/english/from-waste-to-energy/>

7

지역민 참여형 해상풍력발전단지 조성 성공사례(현장견학/선상브리핑)

▶ 미들그룬덴 해상풍력발전단지
(Middelgrunden Offshore Wind Farm)

Middelgrundsfortet 1,
DK-1433 København, Denmark
<http://www.middlegrundsfonten.dk>
Cont : Hans Chr Soerensen, PhD
Tel : +45 28 11 0219

덴마크

코펜하겐

2023. 07. 10.(MON) 14:00~16:00

▶ 방문 개요

- 코펜하겐 해안에 위치한 해상풍력 발전단지로 2001년 준공 당시 세계 최대규모로 연간 최대 85,000MWh의 전력 생산이 가능하며, 현재 약 4만 가구에 전력을 공급하고 있음
- 미들그룬덴 해상풍력단지 조성 및 운영현황을 통해 시사점 도출

▶ 방문 내용

- (개요) 코펜하겐 앞 3.5km² 해상에 위치한 미들그룬덴 풍력단지는 20개의 풍력터빈이 4만 가구에 전기를 공급하고 있음. 미들그룬덴 풍력단지는 주민들의 협동조합을 중심으로 사업이 추진됨. 현재는 협동조합이 50%(10기)를 소유하고 있음
- (협동조합의 운영) 주민 8,500여 명이 출자한 협동조합을 통해 해상풍력발전단지(10기)를 소유 및 운영하고 있음. 초기에는 주민들의 지지를 얻기까지 시간이 많이 소요되었으나 이익공유를 보장하고, 사업진행 과정에서 주민들의 반대의견과 제기된 문제를 해소하기 위해 노력하고, 관련된 정보들을 공유하면서 사업이 추진됨. 다만, 초기부터 주민들의 비용이 투입되었기 때문에 운영과정에서 조심스럽고 안정적인 운영을 추진하고 있음
- (의견수렴 과정) 풍력단지를 건설하면서 어민단체, 동호회(요트 등), 지역주민, 환경단체 등의 반대가 있었지만, 공청회 등을 통해서 의견을 수렴하여 배치 형태와 터빈 개수 등을 조정하였으며, 정보를 최대한 공유하여 투명한 의사결정이 이뤄지도록 유도함.
- (향후 운영계획) 2025년 이후에는 주민(조합)이 소유한 풍력단지를 자율적으로 매각할 수 있도록 함

▶ 시사점 : 지역민 참여형 프로젝트 추진의 성과

- 1) 지역민 참여로 더 많은 풍력 용량 설치가 가능
 - 법적, 재정적 제도 기반 조성을 통해 지역민 투자가 가능하게 함으로써 덴마크는 전체 터빈의 86%가 지역민 투자로 이뤄졌으며, 결과적으로 지역민 참여로 인해 더 많은 용량의 시설 구축이 가능하게 됨
- 2) 지역민과 소통으로 수용도를 높임
 - 코펜하겐 환경에너지기구와 Middelgrunden 풍력협동조합(조합원 8,500명) 참여로 다양한 이익집단과의 대화를 통해 풍력발전단지 위치 및 배치 등에 대한 협의를 통해 사회적 수용도를 높일 수 있었음
- 3) 대중의 인지도 향상
 - Middelgrunden 프로젝트가 추진되는 동안 50,000명 이상이 직접 정보를 얻었고 50,000명 이상이 Middelgrunden 홈페이지를 방문하는 등 풍력발전을 통한 에너지 생산 및 전기에너지 이용과 관련한 인식이 높아짐
- 4) 지역의 문제와 갈등 해결 용이
 - 프로젝트 개발 초기 단계에서 지역 어민회, 자연보존협회 등 다양한 지역 이익단체와 직접 접촉함으로써 하여 잠재적인 충돌을 피하거나 문제 발생시 해결을 가능하게 함
- 5) 지속가능한 개발에 대한 이해와 실행 기회 제공
 - Middelgrunden 프로젝트가 지속 가능한 개발에 어떻게 기여할 수 있는지를 이해하게 함과 동시에 자원의 이용과 그 성과를 직접 체감할 수 있게 함



[미들그룬덴 해상풍력발전단지 전경]



[미들그룬덴 선상 브리핑]

- 결국 다양한 이해당사자 간 의견수렴과 투명한 정보공개 과정을 통해 당사자 간 신뢰를 구축하고, 발생이 가능한 갈등을 사전에 조정함과 동시에, 지역주민이 협동조합을 만들어 수용성을 높이고 발전 수익을 공유하면서 재생에너지 생산에 따른 경제적인 혜택이 지역 전체로 파급될 수 있도록 함



[미들그룬덴 해상풍력터빈(20기)]

- 참 고 -

<참고 1> 방문요청서(Visit request)



May 30, 2023

Dear Amsterdam Smart City

Please allow me to offer you cordial greetings from Korea Association of Regional Development Institutes (KARDI) in the Republic of Korea. KARDI is an association of 17 research institutes of national and regional governments of Republic of Korea, which was established for information exchange, research interaction, joint research projects among these institutes.

A joint research project of KARDI is now being conducted for carbon neutrality to combat climate changes of regional governments of Republic of Korea. In this regard, I am writing to ask whether KARDI could visit your office in order to benchmark your projects, strategies and achievements regarding climate change measures.

If you agree to the visit my proposals are:

1. Purpose of visit: A case study of leading case of climate change mitigation measures
2. Suggested visit date: July 6, 2023, 10:00 (approximately 1~2 hours)
3. Numbers of visitors: 42 (Researchers of KARDI)

For reference, I attached detailed information about the dispatch team and questionnaires about the purpose of the visit.

If you grant our request, we shall be very grateful and are very eager to learn and benchmark your experiences on the topic. We are also looking forward to having this opportunity for successful working partnership in the future.

Your faithfully,

PARK HYUNG SOO

President of Seoul Institute

Senior Vice president of Korea Association of Regional Development Institutes

Republic of Korea

56 Ujeong-ro Naju-si, Jeollanamdo 58217, Republic of Korea TEL : +82-61-931-9378 FAX +82-61-931-9393

Questionnaire :

1. Introduction of task of your organization
2. Introduction of a leading project on climate change mitigation measures
3. A spatial strategy of Amsterdam Smart City (ASC) projects on urban renewable energy systems for a sustainable city

Delegation List

Name	Gender	Institution	Position
PARK HYUNG SOO	M	Seoul Institute	President (Leader)
BAEK JAEHO	M	Seoul Institute	Researcher
LIM HYUNKYU	M	Seoul Institute	Researcher
HYUN JIN KWON	M	Gangwon Institute	President
JEUNG YOON HEE	F	Gangwon Institute	Researcher
JOO HYUNG CHUL	M	Gyeonggi Research Institute	President
KIM CHAI MAN	M	Gyeonggi Research Institute	Researcher
MIN SEONGWON	M	Gyeonggi Research Institute	Researcher
PARK JINHO	M	Gyeongnam Institute	Researcher
JOO YONGSOO	M	Gyeongnam Institute	Researcher
YOU CHUL GUN	M	Gyeongbuk Development Institute	President
LEE JUNGMI	F	Gyeongbuk Development Institute	Researcher
SON JUNGON	M	Gyeongbuk Development Institute	Researcher
KIM HEE CHUL	M	Gyeongbuk Development Institute	Researcher
KIM HYUN CHUL	M	Gwangju Jeonnam Research Institute	Researcher
KIM ILKWON	M	Gwangju Jeonnam Research Institute	Researcher
JUNG MYEONGGIL	M	Gwangju Jeonnam Research Institute	Researcher
OH JAEYUN	M	Gwangju Jeonnam Research Institute	Researcher
PYUN DOCHUL	M	Daegu Policy Institute	Researcher
KIM YOUNGJIN	M	Daejeon Sejong Research Institute	President
PARK JUNG KYU	M	Daejeon Sejong Research Institute	Researcher
PYUN SANG HOON	M	Ulsan Research Institute	President

56 Ujeong-ro Naju-si, Jeollanamdo 58217, Republic of Korea TEL : +82-61-931-9378 FAX +82-61-931-9393

YOON SOYOUNG	F	Ulsan Research Institute	Researcher
KANG JEONGMI	F	Ulsan Research Institute	Researcher
PARK HO KOON	M	Incheon Institute	President
HAN JOON	M	Incheon Institute	Researcher
KIM SANGYOUP	M	Jeonbuk Institute	Researcher
KIM HYESEONG	M	Jeonbuk Institute	Researcher
PARK WON BAE	M	Jeju Research Institute	Vice President
KANG JINYOUNG	M	Jeju Research Institute	Researcher
KIM SUNGHWAN	M	Jeju Research Institute	Researcher
SHIN CHANGHA	M	ChungNam Institute	Researcher
YOU HAG YEOL	M	ChungNam Institute	Researcher
HWANG IN SEONG	M	Chungbuk Research Institute	President
LEE SO YOUNG	F	Chungbuk Research Institute	Researcher
KIM EUN HYOUNG	F	Chungbuk Research Institute	Researcher
NA KYUNGWAN	M	Chungbuk Research Institute	Researcher
KANG SUNG JO	M	Korea Institute of Local Finance	President
OH NARAE	F	Korea Institute of Local Finance	Researcher
PARK JUN HO	M	Korea Institute of Local Finance	Researcher
KIM ILJAE	M	Korea Research Institute for Local Administration	President
KIM MINYOUNG	F	Korea Research Institute for Local Administration	Researcher

【 Visit request : Questionnaire 】

○ Amsterdam Metropolitan Solution Institute

1. Introduction of task of your organization
2. Introduction of a leading project on climate change mitigation measures
3. Contribution of AMS institute to living-lab projects dealing with climate changes

○ Alfred-Wegener-Institut

1. Introduction of task of your organization
2. Introduction of a leading project on climate change mitigation measures
3. Contribution of AWI in “Klimastadt Bremerhaven” as a hub in climate and energy research in Germany

○ Groningen Seaports

1. Introduction of task of your organization
2. Introduction of a leading hydrogen project on climate change mitigation measures
3. Cooperation with private sectors firms in green hydrogen-projects (e.g. NorthH2 consortium)

○ Amager Resource Center

1. Introduction of task of your organization
2. Introduction of Amager Bakke (Copenhill) project
3. Long-term utilization plan of produced electricity and heat by Amager Bakke

○ Middelgrunds Fonden

1. Introduction of task of your organization
2. Introduction of Middelgrunds Fonden (Construction and Operation of Offshore wind power system)
3. Relevance of Middelgrunds Fonden to recent energy island projects