

2023. 6

■ 충청남도 탄소중립경제 특별도 추진전략 수립을 위한

탄소중립 공무국외 출장 결과보고서



충청남도
Chungcheongnam-do



충남연구원
ChungNam Institute

목 차

| | | |
|------------|--|-----------|
| I | 연수 개요 | 1 |
| | 1. 목적 및 필요성 | 1 |
| | 2. 연수 일정 및 대상지 | 3 |
| | 3. 대상지 선정 배경 | 3 |
| | 4. 연수 대상자 및 역할 | 4 |
| | 5. 세부 일정 | 5 |
| II | 탄소중립 선진사례 조사 결과 | 7 |
| | 1. 조사지역 개요 | 7 |
| | 2. 방문 기관 조사 결과 | 18 |
| | 1) 도심의 탄소흡수원, 예술의 고가다리(Le Viaduc des arts) | 18 |
| | 2) 연기없는 소각장, SYCTOM(꼬뮌간 가정쓰레기 처리조합) | 22 |
| | 3) 스마트그리드 도시, Issy Coeur de Ville | 26 |
| | 4) 탄소중립형 도시, 클리쉬 바티놀 지구(Clichy Batinolles) | 29 |
| | 5) 주민참여형 풍력 단지, 11 BEAUFORT | 31 |
| | 6) 시민주도의 탄소중립 농업 활동, CLIMATE FARMER | 36 |
| | 7) 암스테르담 스마트 시티 | 40 |
| | 8) 선진지역 문화역사 현장 탐방 | 45 |
| III | 정책적 함의 | 46 |

I 연수 개요

1. 목적 및 필요성

- 우리 도는 '2045 탄소중립'을 목표로 탄소중립 추진에 따른 경제·산업구조의 변화에 선제 대응코자 「탄소중립경제* 특별도」 선포
- * 탄소중립 추진과정에서 에너지 시스템과 경제·산업구조의 변화에 선제적으로 대응·활용함으로써 기후변화 대응을 선도하고, 신성장동력 창출
- 민선 8기 도정 핵심과제인 「탄소중립경제 특별도」 선포('22.10.6.)는 국내 최초 도입 개념으로 구체적인 추진전략 마련이 시급
- 충남도와 충남연구원은 탄소중립경제 특별도의 추진전략으로 상생경제, 미래경제, 순환경제, 생활경제를 설정하고 이를 위한 기반으로 탄소중립 국가허브 전략을 제시



- 탄소중립경제 특별도 추진전략의 핵심은 ‘에너지 시스템 전환’, ‘경제·산업구조 개편’으로 실현가능성 있는 메가 프로젝트 및 세부사업 발굴이 필요한 상황
 - 에너지 시스템 전환 : 탈석탄 발전의 조속한 추진과 이에 따른 수소에너지, 신재생에너지 도입 등 사업발굴 필요
 - 경제·산업구조 개편 : 고탄소 산업의 저탄소화, 도내 경제주체의 탄소중립 인식확산 및 저탄소화 등 다양한 아이디어 발굴 필요
 - 탄소중립 국가허브 : 탄소중립경제의 실현을 위해서는 국가의 적극적 대응이 요구되는 바, 법·제도 개선 등 국가대응 촉구

- 탄소중립경제 특별도 추진전략의 실효성 있는 계획마련을 위해 탄소중립 선진지역을 대상으로 심층조사 필요
 - 우리도에서 핵심적으로 추진하는 에너지 전환의 한 축인 수소에너지 클러스터와 관련한 구체적인 모델검토 필요
 - 내포신도시 및 시군의 탄소중립경제 참여 촉진을 위해 지역 특화사업 및 환경교육 거점화를 위한 실천 사업모델 필요

충청남도의 선도적 역할 수행!



2. 연수 일정 및 대상지

- (연수기간) 2023. 5. 18.(목) ~ 5. 25.(목) / 6박 8일
- (방문국가) 네덜란드(암스테르담), 프랑스(파리)
- (대 상 자) 탄소중립경제과(2명), 충남연구원(3명), 기타(8명)
- (방문목적) 탄소중립 선도국 선진사례 조사 및 벤치마킹

3. 대상지 선정 배경

- 국외연수의 핵심은 ①수소 및 재생에너지 생태계, ②탄소중립 도시 심층조사
- 수소 및 재생에너지 생태계(네덜란드) : 네덜란드는 최대의 친환경 수소경제 도시로서 그린수소, 수소플랫폼, 수소 산업단지 등 선도적 추진
 - 네덜란드는 그린수소 공장(Holland Hydrogen) 건설을 추진하고 있으며, 특히 독일 에너지 그룹 RWE는 네덜란드 흐로닝헌 지방 북부의 엠스하벤에 그린 수소 공장 건설추진
- 탄소중립 그린도시(프랑스) : 프랑스 파리는 탄소중립을 선도적으로 추진하는 대표적인 도시로서, 수소에너지, 수열에너지, 탄소중립 특화지구 등 다양한 사업 추진
 - 선진 탄소중립 도시의 건축, 리빙랩, 시민참여 등 사례조사

4. 연수 대상자 및 역할

| No | 소속 | 직위 | 성명 | 비고 |
|----|-----------|----------|-----|---------------|
| 1 | 충남연구원 | 연구기획단장 | 백운성 | 산업경제 |
| 2 | | 사회통합연구실장 | 고승희 | 행정조직 |
| 3 | | 전문연구원 | 이홍택 | 연구책임 |
| 4 | 충청남도 | 탄소중립경제과장 | 남승홍 | 주무과 |
| 5 | | 탄소중립산업팀장 | 송해훈 | 주무과 |
| 6 | 충남테크노파크 | 자동차센터장 | 이효환 | 수소 사업 지원기관 |
| 7 | 충남과학기술진흥원 | 정책기획실장 | 최창규 | 기획위원 |
| 8 | 호서대 | 교수 | 구경완 | 기획위원 |
| 9 | 공주시 | 주무관 | 김범수 | 경제과(에너지지원팀) |
| 10 | 계룡시 | 주무관 | 김용기 | 경제산업과(산업에너지팀) |
| 11 | 금산군 | 에너지팀장 | 김성근 | 경제과(에너지팀) |
| 12 | 청양군 | 주무관 | 이문규 | 사회적경제과(에너지팀) |
| 13 | 태안군 | 에너지팀장 | 이강현 | 경제진흥과(에너지팀) |

| 조별 | 소속 | 역할 및 임무 |
|----|-------|---|
| 1조 | 충남도 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 기관방문 시 연수단 행사 안내 ◆ 연수단 실무 및 안내 ◆ 연수단 안전 및 이동경로 사전점검 대응 ◆ 항공, 숙박, 식당 등 예약상태 확인 ◆ 연수 보고서 작성 |
| 2조 | 충남연구원 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 연수 총괄 기획 ◆ 주요 기관방문 질문 및 토론 준비 ◆ 기관방문 시 Q&A 대응 ◆ 연수 보고서 작성 |
| 3조 | 시군 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 연수기간 일정 수시점검 및 대응 ◆ 연수 업무 지원(여행경비 집행 및 관리) ◆ 기관방문 시 Q&A 대응 ◆ 연수 보고서 작성 및 시정 접목방안 수립 |

5. 세부 일정

| 일 자 | 지 역 | 교통편 | 시 간 | 주 요 일 정 |
|--------------------|----------------|--------|---|---|
| 제1일 5월18 (목) | 인 천 파 리 | KE 901 | 09:00 11:30 18:30 20:00 | .인천공항 집합 인천 국제공항 출발 파리 도착 호텔 투숙 |
| 제2일 5월19 (금) | 파 리 | 전세버스 | 08:00 오 전 13:00 18:00 | 호텔 조식 후 ◆ 선진지 문화역사 탐방 : 루블박물관 ▶ 탄소중립도시 현장 사례 조사 ■ Le Viaduc des arts - 도시 내 철로를 친환경 녹지공간으로 조성하여 도시민의 근린공원으로 전환함과 동시에 친환경 탄소중립 녹색도시 생활환경 조성 사례 ■ SYCTOM 자원순환센터 - 도시 내 철로를 친환경 녹지공간으로 조성하여 도시민의 근린공원으로 전환함과 동시에 친환경 탄소중립 녹색도시 생활환경 조성 사례 ■ Issy Coeur de Ville - 파리 근교의 이씨데몰리노시 내의 스마트 그리드 시범마을 지역으로, 주거, 상권, 교육, 돌봄 등 복합도시 조성 사례 석식 후 호텔 투숙 |
| 제3일 5월20 (토) | 파 리 | 전용차량 | 07:00 09:00 13:00 15:00 18:30 | 호텔 조식 후 ◆ 선진지 문화역사 탐방 : 베르사이유 궁전 ▶ 탄소중립도시 현장 탐방. ■ 클리쉬 바티놀 지구(Clichy Batinolles) - 환경계획 지구의 모범사례로서 CO ₂ 발생 억제를 위해 재생가능한 생태에너지(태양열, 지열 등)를 실험적으로 사용하는 지역 ◆ 선진지 문화역사 탐방 : 에펠탑, 노트담 사원 등 석식 후 호텔 투숙 |

II

탄소중립 선진사례 조사 결과

1. 조사지역 개요

1) 프랑스의 탄소중립 정책

□ 국가적 차원의 제도적 기반 마련

○ 2050년 탄소중립 목표 법제화 (' 19.11월)

- 2019년 11월 8일 2050년 탄소중립 목표를 법제화(에너지기후법(à l' énergie et au climat))

- 2050년 탄소중립 목표에 찬성하여 온실가스 배출량은 1990년의 1/4수준으로 감축
- 원자력 비중에 대한 현재 75%에서 50%로 줄이는 목표를 2025년에서 2035년으로 연기
- 2030년까지 화석연료 에너지 비율을 30%에서 40%로 줄이기

○ 프랑스재개(Plan de Relance) 수립 (' 20.9월)

- 20년 9월 3일 프랑스 경제를 회복시키고 “미래의 프랑스”를 만들기 위해 향후 2년간(' 21~' 22년) 1,000억 유로 규모의 단기적 경기회복 계획으로 「프랑스 재개(Plan de Relance)」을 수립
- “생태(Écologie)”, “경쟁력(Compétitivité)”, “응집력(Cohésion)”으로 구분하여 정책 수립하고, 천억 유로 중 300억 유로는 “생태(Écologie)”의 녹색 경기회복을 위한 자금으로 활용

| 생태(Écologie) | 경쟁력(Compétitivité) | 응집력(Cohésion) |
|---|---------------------------|--|
| ① 건물 에너지 혁신 ② 산업 탈탄소화 ③ 녹색 교통 ④ 녹색 수소 ⑤ 생물다양성 및 인공화 | ① 기업세금 ② 기업자금 ③ 기술권 | ① 건강 보장자 ② 청년 ③ 직업교육 ④ 고용보장 ⑤ 극변층을 위한 예외적 지원 ⑥ 영토 |

출처 : 프랑스 정부, 프랑스 재개(Plan de Relance)(‘20.9월)

○ 기후와 회복 (Climat et Résilienc) 법제정 (’ 21.8월)

- 2030년까지 온실가스를 1990년 대비 55%이상 감축하기 위한 5가지 주제(소비패턴과 식단, 경제생산모델, 여행, 주택 및 토지 인공화, 환경)에 대한 100가지 조항이 포함됨
- 구체적으로 노후차량 금지, 2시간 30분 이내 국내선 금지, 에너지효율개선 보조금 지원, 지속가능한 개발에 대한 수업 동비, 포장지에 탄소점수 표시 등 일상생활에서 온실가스 감축에서 지켜야 할 수칙이 있음

○ 프랑스 2030 (France 2030) 대규모 투자계획 발표(’ 21.10월)

- ’ 21년 10월 12일 향후 5년간 에너지/산업, 수송, 농식품, 의료, 문화, 우주, 해저분야 등에 총 300억유로 투자를 통해 산업경쟁력과 미래기술개발을 목표로 함
- 에너지 전환부분에 80억 유로가 투자되며, 특히 방사선편폐기물 관리 및 소형모듈원자력(SMR)을 포함한 원자력, 수소, 태양광, 해상풍력에 집중 투자할 계획
- 프랑스는 해안, 내륙을 비롯한 영토 전체에 원자로 56기를 가동하고 있으며, 1970년대와 1980년대에 설비용량을 대규모 확대한 이래 약 30년간 국가 전력의 75%를 공급하여 원전 의존도가 세

계에서 가장 높은 국가임38)

- '14년 「프랑스 녹색성장을 위한 에너지전환법」을 채택하면서 원전의 비중을 2025년까지 50% 줄이는 내용을 포함시켰으나, '19년 2050년 탄소중립 목표를 제시하면서 원전 비중 감축시기를 2030년으로 연장한 바가 있음
- France 2030에서는 원전비중 증가에 대한 내용은 없으나, 소형모듈원자력 개발에 많은 투자를 선언함으로써 기존 정책방향을 바꾸겠다는 의지를 나타냄

□ France 2030 등 국가전략에 탄소중립 반영

○ COVID-19로 인한 경기회복의 일환으로 에너지 분야를 포함한 단기 대책 수립

- 「프랑스재개(Plan de relance)」에서 탄소중립 관련 기술개발은 “생태(Ecologie)” 부분에 해당되며, “경쟁력(Competitivite)”, “응집력(Cohesion)”으로 구분하여 정책 수립하고, 1,000억 유로 중 300억 유로는 “생태(Ecologie)”의 녹색 경기회복 자금 활용

| 구분 | 내용 |
|-----------|--|
| 건물 에너지 혁신 | ◦ 주택, 학교 등 공공건물 등 건물의 에너지혁신에 총 67억 유로 투자 |
| 산업 탈탄소화 | ◦ 산업공정의 전기화 및 에너지효율 개선, 저탄소 에너지원으로 전환에서 발생하는 비용을 보상 등에 산업 탈탄소화 12억 유로 투자 |
| 녹색 교통 | ◦ 저탄소 철도 기술개발을 위해 47억 유로 투자 |
| 녹색 수소 | ◦ 지역 기업 프로젝트 지원, 수전해 수소기술개발, 유럽 공동 이익 주요 프로젝트 전략포럼(IPCIE·Important Projects of Common European Interest) 등 수소개발을 위하여 '21~'22년 20억 유로, '30년까지 70억 유로 투자 |

출처: 프랑스 정부, 프랑스 재개(Plan de Relance)('20.9월)

○ France2030은 프랑스가 달성해야할 10개 목표 중 6개를 탄소중립과 연계함

- 프랑스는 원전에 대한 점진적 축소계획을 추진해왔으나, 이번 계획을 통해 소형 모듈형 원자로(SMR)과 폐기물 관리개선에 10억 유로를 투입하겠다고 밝힘
- 또한 2030년까지 원자력, 재생에너지를 활용한 그린수소연료전지 등을 생산하는 GW급 발전소를 건설하고, 이와 함께 풍력, 태양광 등에 5억유로 투자 계획을 밝힘
- 철강, 시멘트, 화학공정 상 배출되는 CO2 감축에 디지털 및 로봇 기술 등을 산업 탈탄소화에 활용
- 2030년까지 200만대의 전기 및 하이브리드 차량 및 최초의 저탄소 항공기를 생산
- 디지털, 로봇, 유전 기술을 활용하여 식품에서 배출할 수 있는 이산화탄소를 저감

〈프랑스 2030의 10대 목표〉

- (에너지/산업분야) 80억 유로 투자
 - (목표1) 개선된 폐기물 관리 기능을 갖춘 작고 혁신적인 원자로 기술개발
 - (목표2) 2030년까지 GW급의 2개의 수소연료전지 발전소 보유
 - (목표3) 2015년 대비 온실가스 배출량 35%감축을 통한 산업의 탈탄소화
- (수송분야) 40억 유로 투자
 - (목표4) 2백만대 전기 및 하이브리드 차량 생산
 - (목표5) 최초의 저탄소 항공기 생산
- (농식품분야) 20억 유로 투자
 - (목표6) 이산화탄소 추적을 통한 건강하고 지속가능한 식품생산
- (의료분야) 30억 유로 투자
 - (목표7) 암, 노화 관련 질환 등 만성 질환에 바이오 의약품 20종 생산 및 미래형 의료기기 개발
- (문화분야) (목표8) 문화 및 창작 콘텐츠 생산 선도
- (우주/해저분야) 20억 유로 투자 (목표9) 새로운 우주 모험 참여/ (목표10) 해저분야 투자

- 프랑스 (에너지) 정부, 에너지 절약 계획 세부 이행 방안 발표('22. 10월)
 - 프랑스 정부는 2년 내 ' 19년 대비 에너지 소비량 10% 감축을 목표로범정부 차원의 부문별 에너지 절약 세부 이행 방안(권고)을 발표
 - 정부, 기업, 공공기관, 산업, 주거, 교통, 디지털, 문화·스포츠, 지방정부 등 9개 부문별로 전력 소비량을 감축 방안 제시
 - 이에 프랑스 주식시장 CAC 40에 상장된 기업 중 30개 기업이 정부의 에너지절약 방침을 따르기로 결의.
 - 대형마트, 쇼핑 및 외식, 레저, 호텔 관광 업계 역시 정부의 에너지절약방침대로 최대 난방온도 제한

〈프랑스 2030의 10대 목표〉

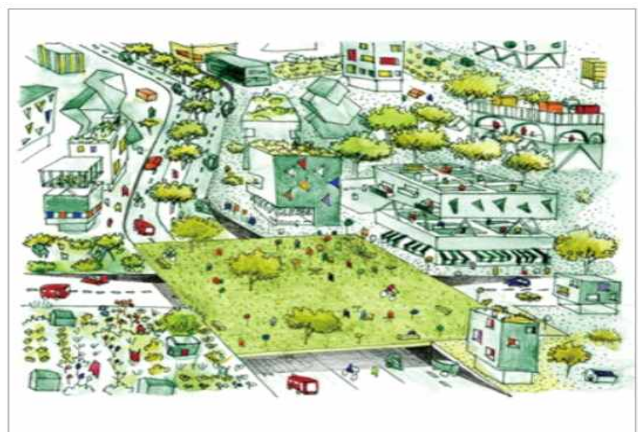
- (공통) 건물 난방온도 최대 19℃도 설정, 난방 시기 단축 등
- (기업) 미사용시 건물 내부 및 외부 조명 소등, 재택 근무 확대 권고등
- (공공기관) 재택 근무 실시
- (교통) 카셰어링 장려 (보조금 지원 예정) 등

□ 파리 : 탄소중립과 15분 도시

- 파리는 기후변화를 1.5℃ 이내로 제한하기 위해 2018년 ‘2050 탄소중립계획(Paris, Anair of change toward carbon neutrality in 2050)’을 발표
 - 2050년 탄소중립도시 파리는 기후변화에 강한 주택과 자원순환 시설이 광장 근처에 있어 주민들이 편하게 이용하고, 화석연료를 사용하는 승용차는 다니지 않으며, 대중교통 중심으로 개편하여 풍부하고 다양한 녹지를 누릴 수 있는 녹색도시로 大 변화

○ 계획적 측면의 특징

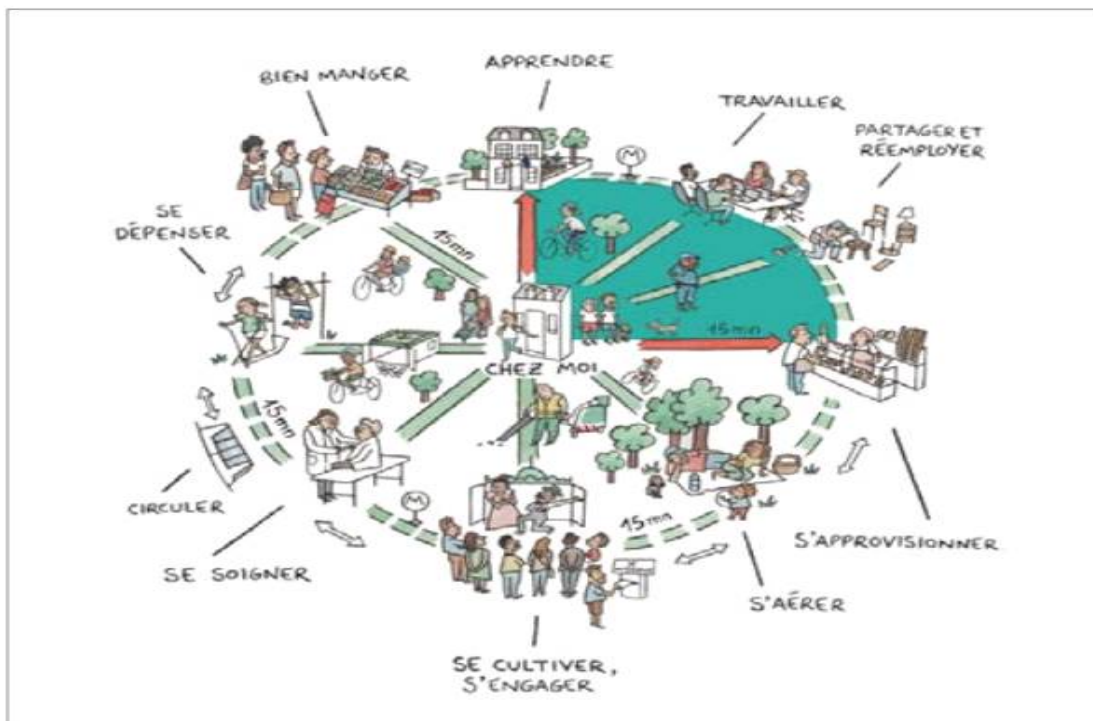
- 파리의 탄소중립 계획은 도시가 지닌 여건과 특성을 고려
- 온실가스 감축량 산정은 파리에서 배출되는 온실가스 외에도 파리에서 소비되는 상품과 서비스에 포함할 수 있도록 Scope 1, 2, 3을 모두 포함
- 특히 유럽의 관문이자 관광도시인 점을 고려하여 항공교통에 의한 온실가스 배출량을 중요하게 분석하였고, 소비 기반의 탄소발자국(carbon footprint)을 산정하여 시민들이 일상생활에서 쉽게 탄소배출을 이해하고 탄소배출 저감에 참여할 수 있도록 계획
- 에너지 전환 및 탄소중립에 따른 사회경제적 영향을 분석하여 탄소중립계획에 통합. 이는 도시의 에너지 및 탄소중립으로 전환하는 데 따른 이익과 영향을 분석하여 탄소중립 설계단계부터 사회경제적 측면을 통합적으로 고려.
- 탄소중립에 영향을 받는 분야는 개인적, 사회적, 경제적, 정치적 측면으로 구분하였는데, 개인적 측면에서는 복지 및 심리적 건강, 물리적 건강, 시민참여를 살펴보았고, 사회적 측면에서는 형평성과 사회적 유대, 지속가능성을, 경제적 측면에서는 일자리, 파리의 경제성장, 파리로 인한 경제성장을, 정치적 측면에서는 수용성, 균형발전, 매력도를 고려



<그림> 2050년 탄소중립도시 파리의 모습을 보여주는 이미지

자료: <http://paris2050.elioth.com/en/#portfolioModal4>

- 공간관리적 측면에서 파리는 도보, 자전거, 대중교통이 중심이 되는 15분 도시(15-minute city)를 제시
 - 15분 도시는 집에서부터 걸거나 자전거를 타고 15분 이내에 일상생활에 필요한 사무실, 탁아소, 병원, 도서관, 상점 등을 이용할 수 있는 근접도시(city of proximities)를 만드는 것
 - 15분 도시에서 도로는 자동차를 줄이고 그린인프라를 갖춘, 노인과 어린이 등 시민이 걷는 공간임. 이를 위해 자전거를 타고 이동하는 탄소제로 교통전환 목표로 추진
 - 이러한 15분 도시 개념을 파리 미니메스 지구(Minimes Barracks)에 적용하였는데, 기존건물을 공영주택과 보육원, 식당, 사무실, 클리닉 등으로 재건축하고 주차장은 공원으로 리모델링
 - 5분 거리에 있는 바스티유 광장 등은 교통 중심지에서 보행자 중심의 공간으로 재정비하고 자전거 고속도로(coronapiste)를 설치



<그림> 파리의 15분 도시 개념

자료: <https://ideesencommun.org/wp-content/uploads/2020/01/Dossier-de-presse-Le-Paris-du-quart-dheure.pdf>

2) 네덜란드의 탄소중립 정책

□ 탄소중립 실현을 위한 제도화 동향

- 네덜란드는 2050년까지 대부분의 에너지를 지속가능하고 탄소 중립적인 방식으로 공급하여 탄소중립 목표를 달성하기 위해 노력하고 있으며, 기후 협약을 통해 2030년까지 전체 전력 중 70%를 재생 가능한 전력으로 생산하기로 합의('21. 6월)
- 네덜란드가 적극적인 에너지 정책을 도입한 것은 2000년대부터이며, 심각해지는 기후변화에 대응하고 지속가능성을 지향하기 위한 목적으로 네덜란드 정부는 2001년 제4차 환경계획(NMP4, Nationaal Milieubeleidsplan)을 수립
 - NMP4는 생물다양성의 감소, 기후변화, 자연자원의 과잉착취, 위협에 놓인 건강, 취약해진 안전, 생활환경의 저급화, 관리할 수 없는 위험 등 기후변화에 따른 7가지 위협을 경고
 - 제3차 환경계획까지는 환경과 에너지 문제를 기존의 체계에서 해결하고자 하였다면, 4차 환경계획에서는 장기적이고 근본적인 정책의 혁신을 통해 에너지 문제의 해결책을 제시
- 또한 네덜란드는 환경·인권 보호 등 기업의 책임있고 지속가능한 경영을 강제하는 법안('22. 11월)을 제정 중
 - 유럽연합(EU)이 추진 중인 '지속가능성 실사법'보다 적용 대상을 더 확대하고 최고경영자(CEO) 형사처벌 조항까지 포함.
 - 네덜란드 복수 정당은 '책임있고 지속가능한 국제 비즈니스법 (Responsible and Sustainable International Business Act)' 법안을

지난 22년 11월 하월에 발의

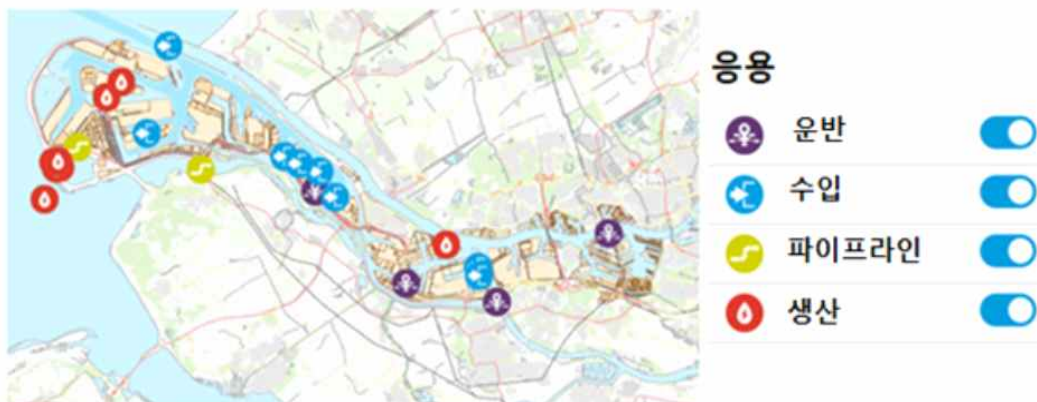
- 네덜란드와 EU가 추진 중인 '지속가능성 실사법'은 기존 '공급망 실사법'을 보강한 것으로 탄소노미(녹색분류체계), 탄소국경조정 제도(CBAM), 재생에너지 100% 사용(RE100)과 함께 대표적인 글로벌 환경·사회·지배구조(ESG) 규제

□ 탄소중립 정책 동향

○ 네덜란드 수소산업

- 네덜란드의 제조업은 국가 전체 CO₂ 배출량의 약 25%를 차지하며, 이로 인해 제조업을 보다 지속가능한 원료를 기반으로 움직이도록 하는 것이 장기 탄소배출 감소에 중요한 점
- 네덜란드는 수소산업 육성에 필요한 운송 및 보관 인프라와 풍력발전용 터빈 설치에 매우 적합한 얕은 바다에 인접 등 수소의 대규모 생산, 국내외 운송 및 보관산업 발전에 큰 잠재력을 보유
- 또한 네덜란드는 유럽 최대 규모의 항구를 보유한 국가로, 유럽 수소경제의 선구자적 역할을 하기 위해 로테르담항을 통한 대규모 수소 수입이 가능하게끔 인프라를 개선해 나갈 계획

<로테르담 항만의 수소 생태 구축 프로젝트 현황>



○ 그린수소플랜트 조성계획 (셸(Shell), 로테르담)

- Shell사는 로테르담 항구 지역의 마스블락테(Maasvlakte) 2 마지막 휴경지에 네덜란드 최초의 그린수소 공장(Holland Hydrogen 건설을 계획
- 2025년 완공 예정인 공장은 200메가와트(MW) 용량을 가진 시설로 현재까지 가장 큰 규모의 전해조
- Shell사가 약 10억 유로를 들여 건설하는 공장으로 완공되면 약 60만 톤의 수소 생산이 가능해질 전망
- 공장에서는 홀라드 쿠스트 노드(Hollandse Kust Noord) 풍력 발전소에서 생산된 자체 전기를 물을 통해 기체 수소로 변환할 예정
- Holland Kust Noord 풍력 발전소는 Shell사와 Eneco사로 구성된 크로스윈드(Crosswind) 컨소시엄으로 운영되며, Shell은 향후 흐로닝헌(Groningen)의 엠스하벤(Eemshaven)에 로테르담 공장보다 20배 더 큰 공장으로 확장을 목표



<그림> 그린수소항만 조성 계획

자료: KOTRA 암스테르담 무역관 자료 종합

○ 해조류를 활용한 바이오매스 생태계 조성

- 네덜란드 정부는 2006년 바이오매스 위원회를 출범하여 바이오매스 활용의 틀을 마련
- 해조류는 육상 생물에 비해 성장속도가 빠르고, CO2 흡수율이 높아 탄소 제로 달성에 적합하며, 또한 토지와 담수가 필요하지 않고, 자원이 풍부
- 네덜란드 응용과학연구소(Netherlands Organisation for Applied Scientific Research, TNO)는 해조류를 대규모로 재배하여 연안의 풍력발전소와 연결하는 프로젝트를 진행
- 네덜란드 북해의 약 9%에 해당하는 면적에서 해조류를 재배할 경우 네덜란드 모든 가정에 바이오매스를 공급 전망

○ 친환경·지능형 교통 플랫폼 구축

- 네덜란드의 새로운 교통 플랫폼의 목표는 ‘친환경·지능형’ 교통시스템을 마련하고, 도로 위를 달리는 내연기관차의 비중을 줄이는 것
- 네덜란드는 지하철, 전차, 버스, 페리 등 4개 대중교통 수단을 통합하여 운영·관리하고 있으며, 통합 교통 시스템의 도입으로 노선도에는 모든 교통수단이 함께 표기
- 운영·관리 기관의 통합으로 노선 및 비용 조정이 편해졌으며, 보도, 자전거, 자동차, 전차, 버스 등 대중교통 위주의 도로가 구성되면서 자동차 이용도 자연스럽게 감소
- 이와 함께 친환경 자동차 활성화를 위한 정책도 도입했습니다. 네덜란드 정부는 전기차에 부과하는 자동차세와 구입시 납부해야하는 소비세를 감면
- 전기차 충전기 설치 확대를 위한 프로젝트(Netherlands Knowledge Platform for Public Charging Infrastructure, NKL)를 민관합동으로 진행

2. 방문 기관 조사 결과

1) 도심의 탄소흡수원, 예술의 고가다리(Le Viaduc des arts)

□ 개요

- 예술의 고가다리(Le Viaduc des arts)는 1859년부터 1969년까지 바스티유역에서 뱅센을 거쳐 베느뢰유레탕을 연결하는 고가철길
- 철길 일부는 파리 중심과 외곽을 잇는 RER A노선에 통합됐으나 사실상 파리와 뱅센 사이 구간은 폐선되었으며, 110년간 제 일을 묵묵히 했던 고가철길은 활용 방안을 찾지 못해 20여 년간 흉물로 방치
- 1980년대 중반 파리시는 1859년부터 1969년까지 바스티유역에서 뱅센을 거쳐 베느뢰유레탕을 연결하는 고가철길을 도심 속 산책로로 재생하기로 결정
 - 쓸모없어 방치된 고가철교 밑을 공방과 갤러리 등 문화공간으로 꾸민 ‘르비아딕데자르’는 예술의 다리로 불림.
 - 고가아래 옛 아치를 그대로 활용한 ‘르 비아딕 데자르(Le Viaduc des Arts)’에는 현대적 디자인을 가미한 공간들이 조성
 - 고가철교 바로 밑 약 1~1.5km 구간에 지역예술가들의 악기와 보석, 가구, 와인, 공예 등의 공방과 갤러리는 물론, 아트숍과 레스토랑, 카페 등 문화 공간으로 어두컴컴했던 고가 밑 공간은 문화와 예술이 있는 공간으로 탈바꿈했고, 지역경제를 주도하는 공간으로 재탄생

□ 주요내용

- 노후화되어 철거될뻔한 이 장소는 보행육교상가(Viaduct des Arts)로 재탄생
 - 1.5km 구간에 원래 있었던 70개의 적벽돌 아치는 복원하고 유리
로 막아 현재는 예술공예공방과 갤러리, 가구전시장 및 레스토랑
과 카페로 이용
 - 원래 아이디어는 행인의 관점에서 작업하고자 했던 예술가와 공
예가로, 작업하는 모습을 보여줄 수 있는 예술가들이 있었음에도
불구하고 여러 가지 이유 때문에 실현되지 못함
- 1980년대 들어서 고가철길에 대한 두 가지 계획안이 제시되었었
는데, 고가철교 윗부분을 산책로로 조성자하는 의견과 고가철교를
철거하고 리옹과 도메닐로의 연속성을 보장하는 새로운 건물을
건설하자는 계획안이었음
 - 철교 뒤에는 열린 경관(open views)을 지닌 좋은 건물들이 있었
지만, 일관성 없을 뿐만 아니라 연속적인 창조물이 오히려 경관
을 해칠 수도 있었기 때문에 두 번째 안은 비현실적인 계획으로
인식
- 따라서 1982년 프랑스 정부가 바스티유 광장에 새로운 바스티유
오페라(Opéra Bastille)를 건립하기로 결정함에 따라 바스티유역이
철거되고 바스티유 광장까지 연결되는 산책로에 대한 계획 수립
 - 1983년에는 파리시 의회에서 파리 동지역 개발 계획안이 가결됨
에 따라 프로머나드 플랑테에 대한 구상이 주요 개발계획에 포함
- 보행육교는 2000년에 와서야 완공되었지만 일반대중들에게는
1998년에 개방되어 오늘날 파리시민들의 랜드마크로 자리매김

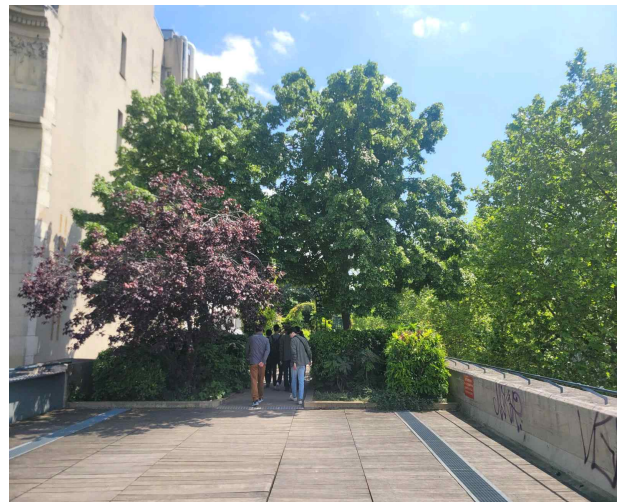
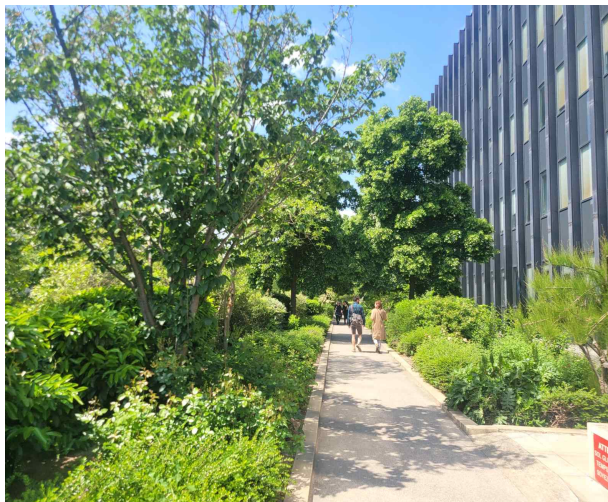
- Coulée Vert(Green Flow)라고 알려져 있기도 한 프로머나드 플랑테(Promenade plantée)는 4.5km로 확장되어 동쪽끝의 Périphérique에서 서쪽끝의 바스티유역(지금은 바스티유 오페라)까지 파리 12구 거의 전체를 관통
- 철교하부에 적벽돌로 쌓은 71개의 아치(Arch) 공간은 ‘예술육교(Viaduc des Arts)’라는 이름아래 중세시대부터 다양한 공예품을 제조하던 지역의 역사적 특성을 살려, 파리 수공업자들의 작업공간으로 활용하는 것을 전제로 구상
- 바스티유 광장에서 동쪽으로 이어지는 가로인 도메닐로(Avenue Daumesnil) 9~129번지에 이르는 구간에 예술가들과 수공업 장인들의 작업장과 소규모 가구공방, 금속 및 섬유공방, 악기제조, 핸드메이드 소품 가게 등을 입주시켜 고급 상가로 변모



<Le Viaduc des arts의 진입로>



<Le Viaduc des arts의 (구)철로 모습>



<Le Viaduc des arts의 상부 도로의 공원화 모습>

2) 연기없는 소각장, SYCTOM(꼬뮌간 가정쓰레기 처리조합)

□ 개요

- SYCTOM(Syndicat Intercommunal de Traitement des Ordures Menagers) 은 나날이 늘어나는 쓰레기 문제를 보다 조직적으로 해결하기 위하여 1984년 설립된 공공기관으로 파리와 주변 5개의 데파르트망(Paris, Hautes-de-Seine, Yvelines, Seine-Saint-Denis, Val-de-Marne) 총 90개 꼬뮌과 한 개의 의뢰 꼬뮌(Commune cliente)의 가정쓰레기를 처리하는 꼬뮌 상호간 조합
 - 프랑스에서는 원칙적으로 쓰레기 수거와 처리업무를 꼬뮌에서 담당하고 있으며, 파리시청은 파리시에서 발생하는 모든 쓰레기 수거와 처리를 총괄하는 책임
 - 가정쓰레기 수거는 파리시청 청소과(Propreté de Paris)에서, 수거된 쓰레기의 처리업무는 SYCTOM(씩똥)에서 각각 담당
- 이 조합의 관할구역은 프랑스 전체인구의 9%가 넘는 약 5,500,000명이 거주하는 지역이며, 이 지역은 프랑스에서 가장 인구밀도(907명/km²)가 높고 가장 도시화된 지역임
- SYCTOM의 조직구조를 보면 19구의 시장 수석보좌관이 사장직을 맡고 있으며, 중앙위원회가 정책의 결정과 공사의 진행, 예산안 심의 등의 임무를 담당
 - 중앙위원회는 6년을 임기로 하는 총 38명으로 의원으로 구성되어 있는데 이들은 SYCTOM관련 꼬뮌 및 데파르트망에서 대표자격으로 파견
 - 중앙위원회 산하의 총무국(Direction Gnrale)은 중앙위원회에서 통과된 각종 정책의 실행, SYCTOM의 각 국간의 조정이 주요 임무

□ 주요내용

- 파리시에는 세 곳의 쓰레기 소각장(Saint-Ouen, Issy-les-Moulineaux, Ivry-Paris)이 조성
 - 이들 소각장들은 약 1,200C의 고온처리가 가능한 특수 가마를 구비하고 있으며 매년 1,900,000 톤의 쓰레기를 소각시킴으로 전체 쓰레기 양의 75%를 감소
- 파리에서는 소각된 톤당 23kg의 고철과 260kg의 녹은 납의 더깍이가 회수되며 이 고철들은 이어 제강소에서 재활용
 - 쓰레기의 소각은 특히 열을 요하는 에너지원으로서 재활용되어 중요한 역할을 하고 있는데 일부는 도심 난방회사에 판매되기도 하고 또는 전력생산에 이용
 - 쓰레기 1톤 소각시 발생하는 2.6톤의 증기는 대부분이 도시 난방망에 공급·사용되는데, 평균 6가구에서 배출되는 쓰레기의 양은 1가구에 온수와 난방을 제공할 수 있는 양과 같음
- 쓰레기 소각장에서 발생하는 주된 공해는 각종 오염물질을 내포하고 있는 연기로써 대기로 방출되기 전 오염원 제거작업이 실시
 - 악취제거를 위한 공기흡입기 작동 : 공기 흡입기의 작동은 쓰레기의 연소의 활성화와 소각시 냄새로 인한 피해를 줄이는 역할
 - 쓰레기장으로 수송된 쓰레기는 먼저 입구 구덩이에 쏟아지며 원격조정으로 작동되는 갈고리를 이용하여 혼합
- SYCTOM산하 쓰레기 처리장은 쓰레기 소각시 발생하는 연기처리를 위한 설비를 갖추고 프랑스 국내 및 유럽기준 규정을 준수
 - 연기는 먼지제거 작업과 세척과정을 마친 후 대기 중으로 방출, 배출되는 연기성분은 처리장 자체 시설에 의하여 수시로 분석·감독

- 쓰레기 소각과정 중 발생하는 에너지의 재활용은 1992년 7월 13일 법령에도 명시된 바와 같이 프랑스 정부의 주력 사업 중 하나임
 - 쓰레기의 부피를 줄이는데 주요 목적이 있는 소각과정은 증기와 전기에너지를 생산
 - 일반적으로 섭씨 400~600° 의 온도에서 진행되며 석탄과 같은 고체연료와 탄화수소 등의 액체연료를 생산

- (증기 생산) 1999년 한 해 동안 SYCTOM 산하 세 곳의 소각장(이브리-파리13(Ivry-Paris XIII), 썬우앵(Saint-Ouen) et 이씨레몰리노(Issy-les-Moulineaux))에서는 총 380만 톤의 증기를 생산
 - 생산된 증기는 대부분이 공동 건물, 학교 및 대학, 병원 등에 난방을 공급하는 파리 도심난방 회사(CPCU : Compagnie Parisienne de Chauffage Urbaine)에 판매되고 지하 배관을 통하여 직접 운송
 - 파리 가구 전체의 약 10% (210,000 가구)의 난방을 공급하는데 사용됨으로써 파리지역에서만도 약 320,000톤의 석유절감 효과

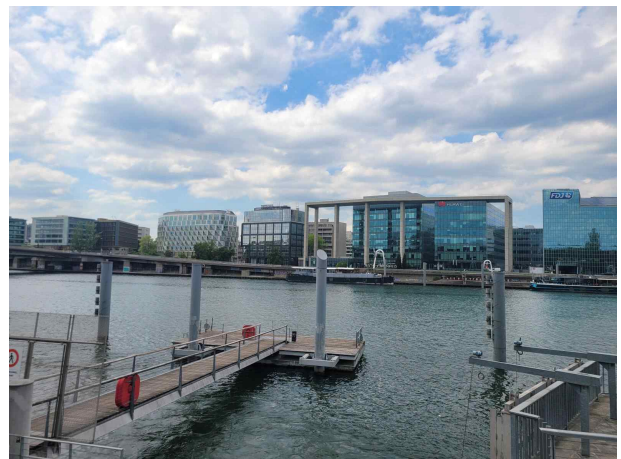
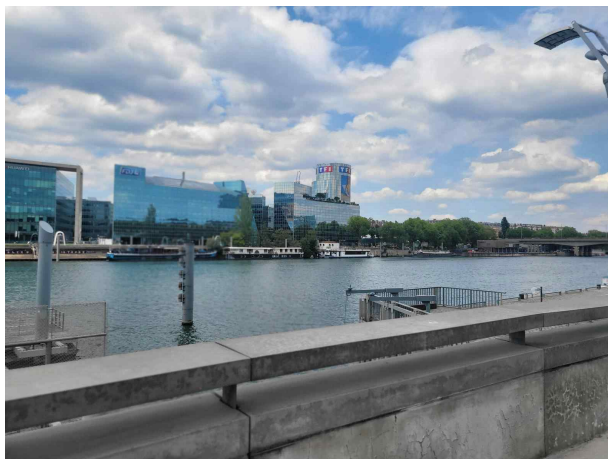
- (전기 판매) 일차적으로 처리장 시설 가동에 사용, 잔여분은 판매



<연기가 나지 않는 SYCTOM 자원순환센터 전경>



<자원순환센터의 물류 진입로(좌)>

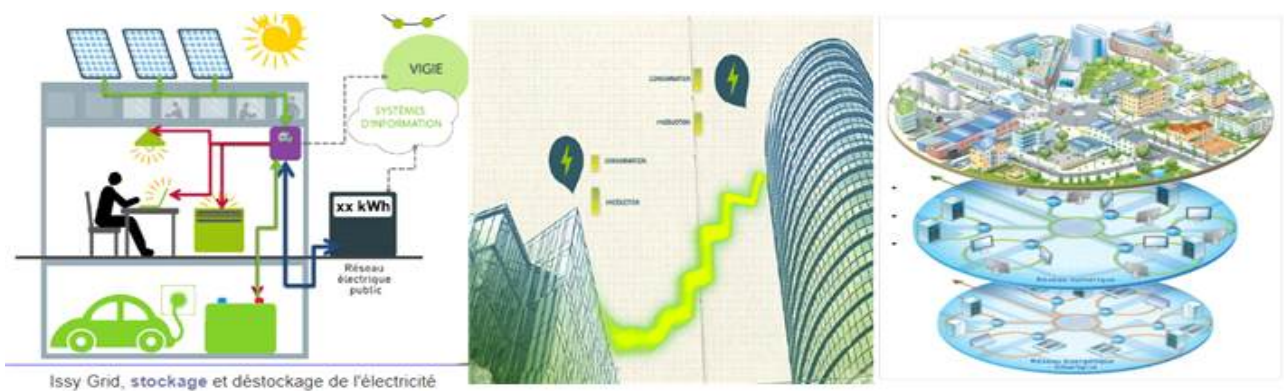


<자원센터 주변의 도시 경관>

3) 스마트그리드 도시, Issy Coeur de Ville

□ 개요

- 프랑스는 탄소중립의 일환으로 스마트그리드 구축을 지원하고 있으며, 이씨레물리노(Issy-les-Moulineaux)시에서는 다양한 실증사업을 추진하고 있음
 - 탄소중립을 위한 에너지 가격 현실화, 에너지 전환 참여, 재생에너지 사용 증대, 이산화탄소 발생량 감소 등을 목적으로 추진
- 파리 남쪽 외곽에 이웃한 이씨레물리노(Issy-les-Moulineaux)시는 상시 주거인구가 5000명인 소도시이지만, 글로벌 기업들이 입지해 있는 비즈니스 중심지로 스마트그리드 사업을 시범적으로 실시하기 위한 좋은 조건들을 갖추고 있음
- 이씨레물리노시의 Issy Grid는 에너지 소비를 합리화하고, 지역에서 생산되는 재생에너지의 생산을 조화롭게 통합시키며, 가정, 사무실, 상업지구, 공공기관 등 각각의 용도에 따른 최적의 에너지 소비를 관리하기 위한 전력망의 완성을 목적



<그림> 이씨레물리노의 스마트그리드 구조

□ 주요내용

- Issy Coeur de Ville은 스마트한 에너지 사용을 위해 각 건물과 거리에 여러 가지 스마트 그리드 시스템을 적용
 - 가로등은 조도에 따라 밝기가 조절되거나 꺼지며, 전기차 충전 시스템은 전기 가격이 더 싼 시간에 집중 충전되도록 프로그램화
 - 빌딩 냉방은 전기 요금이 싼 심야에 냉각수 온도를 낮춰 이 냉각수가 낮에 건물을 순환하는 식으로 이루어짐. 현재 5~15%에 이르는 에너지 절감률이 2016년에는 20%까지 상승할 수 있을 것으로 전망하고 있음

- 에너지 효율화 및 절감 프로그램 각각은 설치 기업에서 자체적으로 운용 중이지만, 하나의 플랫폼 위에서 모든 정보를 확인
 - 특정 시스템 하나가 모든 프로그램을 관리하는 것은 아니지만, 서로 연결된 플랫폼을 통해 모든 정보를 공유
 - 각 센서에서 수집된 월 5,000만 개가 넘는 데이터들은 10개 회사 모두가 공유해 프로그램을 수정하거나 업그레이드할 수 있도록 지원하고 있음

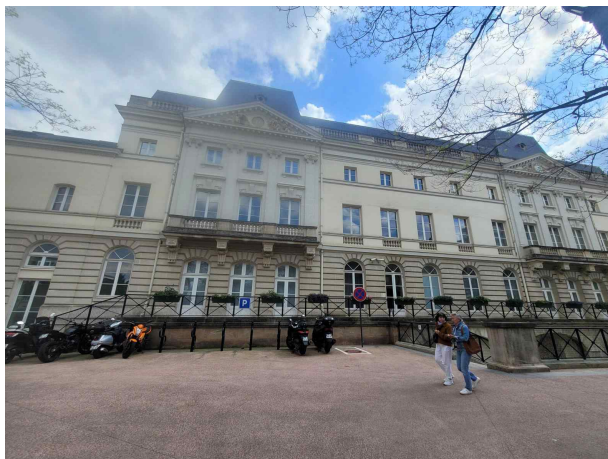
- 기업, 지방자치단체, 국가기관의 참여와 협력
 - Issy Grid 사업의 중심에는 세계 제일의 IT기업인 Microsoft, 세계 최대 규모의 정유회사인 Total, 그 외 프랑스 제일의 건설회사이자 통신회사인 Bouygues Immobilier & Telecom, 프랑스 전력공사인 EDF, 프랑스 전력망 회사인 ERDF, Alstom Grid, Schneider Electric, Steria, ETDE, Iljenko 등 총 9개의 기업들이 컨소시엄
 - 이씨레물리노시는 파리시의 확장형 도시계획인 ‘그랑 파리’ 프로젝트의 일부분이기도 하여 파리시와 92지역(Hauts-de-Seine) 등 지리적으로 연결된 4개의 지방자치단체도 참여



<Issy Coeur de Ville의 주거지역 전경>



<Issy Coeur de Ville의 상업시설 전경>



<Issy Coeur de Ville의 시청 전경>

4) 탄소중립형 도시, 클리쉬 바티놀 지구(Clichy Batignolles)

□ 개요

- 환경계획 지구의 모범사례로서 CO₂ 발생 억제를 위해 재생가능한 생태에너지(태양열, 지열 등)를 실험적으로 사용하는 지역
 - CO₂ 발생을 줄이기 위해 대체에너지를 적극적으로 활용하는 환경 친화적인 건축방식을 활용
 - 또한 빗물 집수 장치를 통한 수자원 관리, 자전거 이용 확산, 교통정책 개선, 쓰레기 처리, 녹지 조성 등 도시환경 보호 중심의 도시계획 수립

□ 주요내용

- 클리쉬 바티놀(Clichy Batignol) 지구는 파리 북측 17구에 위치하고 도시개발사업 또는 철도 유희지 재생사업 지역임
 - 사업 이전의 해당 부지는 19세기 말부터 생라자르(Saint Lazard) 기차역 인근에 위치하여 철도 화물보관, 기차 유지 관리 등 철도 관련 시설로 사용
 - 2000년에 사업 추진이 결정됐고 본격적인 사업 시행은 2008년~2012년까지 진행, 부지면적은 54ha 규모
 - 사업 시행은 2010년 설립된 파리 바티놀 정비사업회사에서 추진
- 이 사업은 파리시가 수립한 ‘기후 계획(Plan Climat)’ 과 ‘생태 다양성 계획(Plan Biodiversité)’ 을 적용받아 에너지, 생태환경과 함께 수자원, 폐기물, 재료 측면에서 다양한 계획요소가 적용
 - 해당 사업지구에는 주택 공원 업무 상업 문화시설 등의 기능이 복합적으로 도입

- 부지 중앙에는 약 10ha의 클리쉬 바티볼 마틴루터킹 공원이 있고, 전체 면적의 약 23%가 녹지로 구성되어 친환경적 사업지구로 조성(도로면적은 12%에 불과)
- 단지 내 건축물의 연간 난방 에너지 소비량은 15kWh/m^2 으로 단열에 대한 최신 제도적 기준(RT2012) 이상의 강화된 기준을 적용
 - 대부분의 난방과 온수 공급을 위한 에너지는 지열을 활용하고, 4만 m^2 의 태양광 패널을 설치해 4500 Mkw/년의 전력을 생산·사용
 - 생태적 측면에서는 단지 중앙에 위치한 공원에 비오톱 습지를 조성하고 이를 중심으로 친환경적 환경을 조성
 - 그 외 폐기물은 진공관을 통해 단지 내에서 처리되고 빗물을 재 활용하여 단지 내의 물 소요량을 이를 통해 공급
- 토지이용 측면에서 공원을 단지 중앙에 계획하고 주변 지역의 도시형태 및 길과 연계되는 녹지를 계획하여 바람길을 만들어 기존의 파리 지역보다 약 낮은 3C 기온을 여름에 형성해 열섬현상에 대한 온도 저감이 가능하도록 계획



<그림> 클리쉬 바티볼 지구 전경

5) 주민참여형 풍력 단지, 11 BEAUFORT

□ 개요

- Noordoostpolder 풍력단지는 서쪽에 있는 IJsselmeer 제방을 따라 해안과 해안 근처에 총 86개의 풍력 터빈이 있는 네덜란드에서 가장 큰 풍력 발전소임.
 - 풍력 발전소는 매년 약 14억 kWh의 청정 재생 전기를 생산하고 있으며, 약 40만 가구 이상의 전력 소비량 규모
 - Noordoostpolder 풍력 발전소는 네덜란드 NDC 목표 실현에 큰 기여를 하고 있으며, 중요한 거점 재생에너지 단지임
- Noordoostpolder 풍력 발전소는 세 개의 프로젝트로 구성되는데, 이 중 2개는 해안에 있고 1개는 해안 근처에서 추진
 - 재생에너지 회사인 RWE와 지역 회사인 NOP Agrowind and Westermeeerwind 등 3개 기업이 개발, 건설 및 관리를 담당
 - 이러한 풍력 발전소는 지역 일자리를 창출하고 있으며, 고용을 제공하고 Noordoostpolder, Urk 등의 주민들에게 보상을 지급

| 연혁 | 주요내용 |
|------|---|
| 1980 | 주민 개별적으로 독립형 풍력 터빈 운영 |
| 1990 | Noordoost polder 대규모 풍력 에너지 계획 발표 100개 지역 농부들과 재생 에너지 회사 RWE가 공동 계획 수립 |
| 2002 | 노두스트폴더 시의회의 계획 서명 및 만장일치 승인 |
| 2003 | Koepel 풍력 발전기 Noordoost polder의 설립 |
| 2004 | 초기 환경영향평가 |
| 2008 | Urk Briest, 풍력 발전소 반대 |
| 2009 | 우르크 경제부 장관 방문, 환경영향평가 발표 |
| 2012 | 국무원, 풍력발전단지 건설 허가 |
| 2013 | 해상 풍력발전 건설 시작 |
| 2014 | 해안지역 풍력발전 건설 시작 |
| 2017 | 완공 |

□ 주요 내용(<https://www.windparknoordoostpolder> 참조)

- Noordoostpolder 풍력 발전소는 2017년 완공되었으며, 총 429 MW의 용량으로 매년 약 14억 kWh의 재생 가능한 전기를 생산
 - 86개의 풍력터빈이 설치(해상풍력 38기)되었으며, 400여명의 지역 고용을 창출(임시직 300명, 상시직 100명)

| 일반 현황 | 풍력발전 현황 | |
|---|--|--|
| | 해상풍력 | 지상풍력 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 86개의 풍력 터빈(이 중 38개는 해안에, 48개는 해안에 있음) • 429 MW 총 용량 • 연간 약 14억 kWh의 재생 가능 전력 산출 • 40만 가구 이상의 전력 소비량과 맞먹는 수준 • NOP Agrowind(해안), RWE(해안) 및 Westermeeerwind(해안 근처)의 3개 프로젝트 파트너가 Noordoostpolder Wind(해안 근처)의 개발, 건설 및 관리를 담당 • Koepel Windenerie Noordoostpolder는 환경 영향 평가 및 허가와 같은 공동 문제를 해결하는 역할을 담당 • 고용 : 공사 중 임시직 300여명, 공사 후 용역, 훈련, 유지보수 등 100여명 이상의 상시직 이상 | <ul style="list-style-type: none"> • 해안에 사용되는 풍력 터빈의 유형은 7.5 MW 용량의 Enercon E-126 • 팁 높이(로터 블레이드의 가장 높은 지점)는 198.5m • 허브 높이(로터 블레이드가 없는 나셀을 따라 중간까지 타워의 길이)는 135m • 콘크리트 외에도, 기초는 길이 23-30m의 66개의 말뚝과 181톤의 콘크리트 그물로 구성 • 타워의 무게는 2920톤이며 콘크리트로 만들어졌으며 적층된 다양한 '링'으로 구성. 타워의 밑면 직경은 14.5m, 상단부 직경은 4.5m • 에너콘 E-126의 총 중량은 3625톤 • 하나의 터빈을 위한 모든 재료를 그것의 위치로 가져오는 데 약 130개의 트럭 수송이 이루어짐 • 로터 블레이드의 길이는 62m이고 스패ンは 127m | <ul style="list-style-type: none"> • 해안 근처에서 사용되는 풍력 터빈의 유형은 Siemens 3.0 3MW 용량의 DD-108 • 팁 높이는 149m • 허브 높이는 95m • 기초는 직경 5m, 길이 약 35m의 강철 관형 말뚝으로 구성 • 기초 말뚝의 가장 큰 부분(약 25m)은 IJsselmeer 호수 바닥에 설치 • 타워의 무게는 252톤이고 높이는 90미터, 타워는 특수 수송선을 타고 건설 현장으로 직립하여 두 부분으로 나누어 운반 • 로터 블레이드의 길이는 54m이고 스패는 100m • 로터를 하나의 장치로 들어 올려 나셀에 장착 |



○ 민관협력을 통해 풍력단지 조성

- Noordoostpolder Wind Farm의 설립은 지역에너지 기업(NOP Agrowind 및 Westermeeerwind 회사에서 연합)과 해외 기업(RWE), 약 100명의 농민이 참여

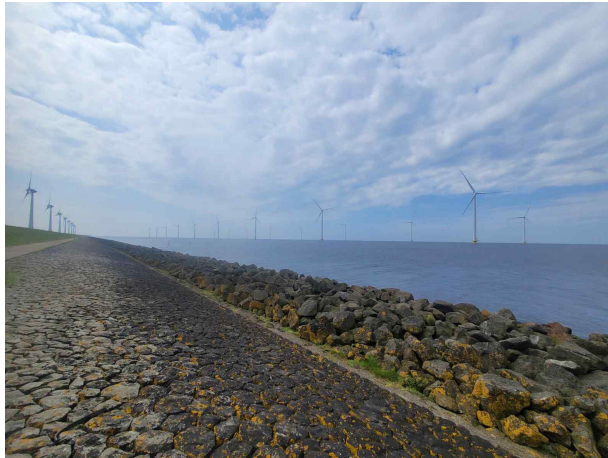
- NOP Agrowind: Westermeeerdijk 및 Noordermeeerdijk 연안의 해안에 있는 26개의 Enercon 풍력 터빈(터빈당 7.5 MW 용량의 E-126);
- Westermeeerwind: 48 Siemens 풍력 터빈(3.0)Westermeeerdijk(2열) 및 Noordermeeerdijk를 따라 해안 근처에 있는 터빈당 3 MW 용량의 DD-108;
- RWE: Zuidermeerdijk(8) 및 Westermeeerdijk(4)를 따라 해안에 있는 12개의 Enercon 풍력 터빈(E-126)
- Koepel Windenergie Noordoostpolder : 개발 과정에서 정부 기관, 관련 기관 및 기타 외부 당사자들을 위한 소통채널 일원화를 위해 Koepel Windenergie Noordoostpolder를 설립, 환경 영향 평가 및 허가 업무 수행

○ 지역주민을 위한 보상체계 확립

- 풍력발전 설치 지역 800m 이내는 매년 4000유로
- 설치대상 부지는 임대방식으로 연간 5만 유로(약 7000만원) 지급
- 5개 대상마을에 연간 1만 유로(약 1400만원) 지급
- 환경문제 해결을 위해 네덜란드 환경보호 단체 등과 협력 연구(철새 영향 피해 등)를 수행하여 발표



<11 BEAUFORT의 풍력단지 전경>



<11 BEAUFORT의 풍력단지 현장 설명>



<11 BEAUFORT의 풍력단지 프리젠테이션>

6) 시민주도의 탄소중립 농업 활동, CLIMATE FARMER

□ 개요

- 탄소 포집을 최적화하는 전체 농장 접근 방식으로 건강한 생태계를 복원하는 동시에 농민의 생계를 개선하는 재생 농업을 추구하는 유기농 재배 농장
- 자연친화적 생산·유통·소비 활동을 통해 탄소중립을 실천하고자 지역주민들 주도로 조성되었으며, 다음과 같은 핵심가치를 추구
 - 지구 생태계에 대한 관심 : 나무, 흙, 사람, 동물 그리고 환경.
 - 농약을 사용하지 않고 작물을 탄력 있고 강하게 만드는 데 집중
 - 모든 종류의 유용한 동물에 대한 관심과 활용
 - 순환 구조의 형성에 대한 중요성
 - 가치를 공감하는 인적 네트워크

□ 주요내용

- 물과 에너지 순환체계 구축
 - 물: 이 농장은 도시 상수도에 연결되어 있지 않은 대신에 40미터 깊이의 우물을 사용. 모든 농장 활동에 사용되나, 식수로 사용하기에는 수질이 좋지 않아 정수시설을 구축
 - 난방 : 세 개의 1000리터 보일러 시설을 구축하였는데, 적정온도의 유지뿐만아니라, 생성되는 열을 활용하여 버섯을 재배하고 있으며, 겨울에는 난방을 위해 펠릿을 활용한 장작 난로를 사용
 - 에너지 : 에너지 자급을 위해 태양열 패널 등 다양한 재생에너지를 설치하여 운영



<CLIMATE FARMER 방문 모습>



<CLIMATE FARMER 전체 설명 및 인터뷰>



<CLIMATE FARMER의 적정기술 활용 지붕과 옥상 녹지화 전경>

○ 건축물

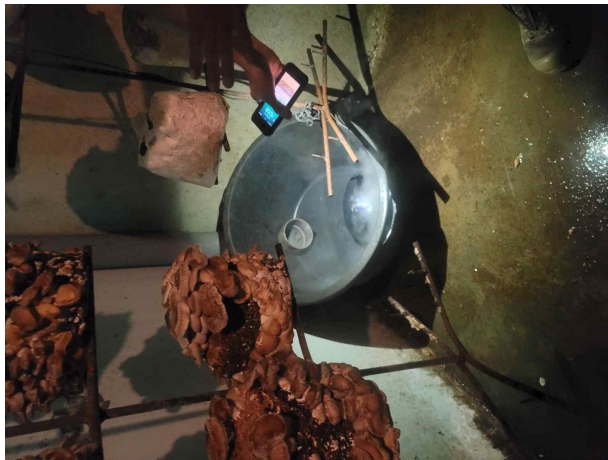
- 생산, 판매, 회의 공간으로 활용되는 핵심 건물은 나무로 조성되었으며, 벽은 기존 벽돌공장에서 사용되던 격벽으로 구축
- 겨울의 난방을 위해 내부 정원은 이중 투명 호일로 덮어 단열효과를 극대화
- 건물은 지하실 형태이지만 땅 위에 있고 속이 빈 슬래브가 지붕으로 되어 있으며 그 위에 35cm의 흙으로 조성. 이를 통해 겨울에는 덜 빨리 식고 여름에는 시원한 효과를 창출

○ 친환경 가치 공유

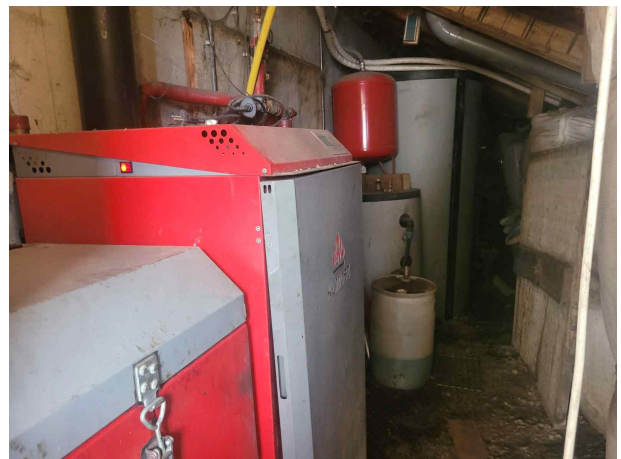
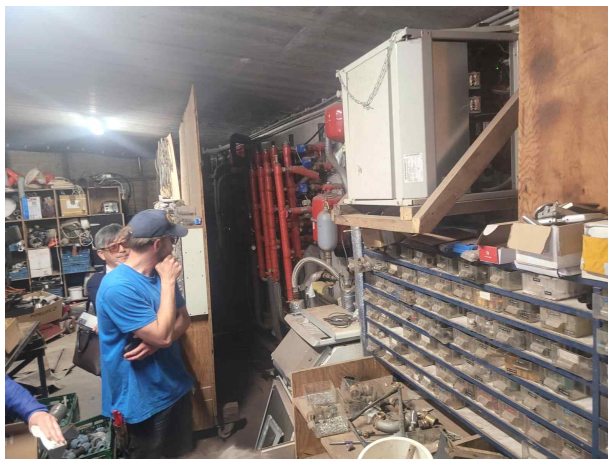
- 순환 기업가정신 확산 교육 : 자원순환에 대한 농부들의 인식과 참여 확산을 위해 다양한 교육, 네트워크 활동을 추진
- 모니터링 : 이 기업은 농업, 복원 및 기타 인간 활동의 생태적 영향을 평가하고 정량화하기 위한 기술을 식별, 생성 및 추가 개발하고 있음. 이 기술은 현장 측정, 알고리즘 모델 및 원격 감지 기술과 같은 다양한 접근방식에 기반



<CLIMATE FARMER의 태양광 설비 조성>



<CLIMATE FARMER의 적정기술 활용 버섯재배>



<CLIMATE FARMER의 친환경 난방 설비(펠릿 등)>

7) 암스테르담 스마트 시티

□ 개요

- 네덜란드는 다양한 지역에서 리빙랩을 기반으로 스마트시티 구축을 추진하고 있는데, 대표적으로 암스테르담에서는 스마트그리드와 지능형 건물 등의 기술을 활용하여 에너지 절약 및 친환경적인 도시 환경 조성을 목표로 하는 “암스테르담 스마트시티” 프로젝트 추진
- 2009년 암스테르담 스마트시티(ASC:Amsterdam Smart City) 플랫폼을 구축하였으며, 이 플랫폼은 디지털 시티, 에너지, 이동성, 순환 도시, 거버넌스와 교육, 시민과 생활이라는 6개 주제 아래 다양한 프로젝트를 추진
 - 그리고 암스테르담 스마트시티(ASC)에서는 시민, 기업 그 누구라도 도시에 대한 자유로운 아이디어를 제기할 수 있도록 하였으며, 일부 아이디어는 실제 프로젝트로 시범 운영
- 암스테르담 스마트시티(ASC:Amsterdam Smart City) 플랫폼은 시민들 누구나 계정만 만들면 사회 혁신과 스마트시티 구축을 위한 아이디어를 제시하고 기업과 연구소 등의 네트워크를 통해 프로젝트 추진
 - 2021년 기준으로 6,000여 명의 시민혁신가와 민간 기업들이 참여하고 있고 진행중인 프로젝트도 200여 개에 달함

□ 주요내용

- 암스테르담은 시민과 민간 기업들의 주도적인 참여로 스마트 시티 건을 추진하고 있으며, 개방형 플랫폼인 암스테르담 스마트시티(Amsterdam Smart City)가 핵심

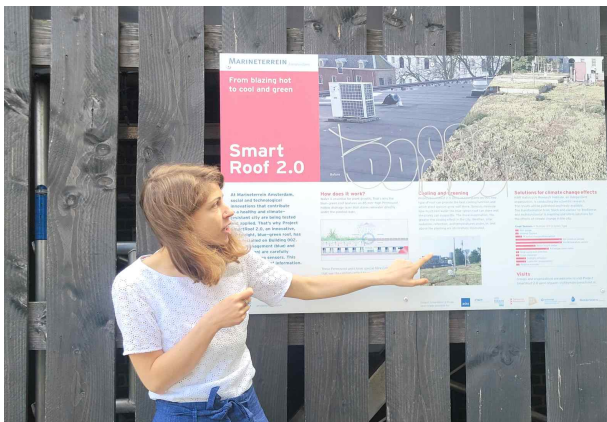
- 디지털 시티, 에너지, 이동성, 순환도시, 거버넌스와 교육, 시민과 생활이라는 6개 주제 아래 다양한 프로젝트가 진행되고 있으며, 시민들은 자신의 계정만 있으면 누구나 아이디어를 제시하고 기업과 연구소 등의 네트워크를 통해 프로젝트를 추진



<암스테르담 스마트시티의 전담부서 방문(Amsterdam Economic Board) >



<암스테르담 스마트시티 설명 및 인터뷰>



<암스테르담 스마트시티의 현장 설명>

- 스마트시티 분야 중 에너지·교통 분야에 집중 투자·관리
 - 암스테르담시는 2025년 CO2 배출량을 90년 대비 40% 감축을 목표로 하고 있음
 - 에너지절감을 위해 지속가능한 이웃, 카고호퍼, City-zen 등 다수 프로젝트를 운영(van Winden, W, et al, 2016)

- 프로젝트 1 : 시티젠(Citi-Zen)
 - 유럽연합이 2,600만 유로를 투자해 탄소를 배출하지 않는 청정도시를 만들겠다고 시작한 프로젝트다.
 - 대표적인 것은 ‘온라인 가상 발전소(Virtual Power Plant)’로 암스테르담의 뉴웨스트 지역 주민들의 주택의 태양광 발전과 스마트 그리드 기술을 결합하여, 지붕에 태양광 패널을 설치한 개별 주택은 자체적으로 전기를 생산·소비하고 사용하고 남은 전기는 집에 설치된 배터리나 지역 저장소에 보관
 - 각 가정과 지역의 전기사업자가 스마트 그리드로 연결되어 있어, 커다란 네트워크를 구성함으로써 전기를 생산·저장·판매하는 발전소와 같은 역할을 수행
 - 시 당국은 약 1만가구를 스마트 그리드로 연결해 에너지 자급자족이 가능한 거대 가상 발전소로 만들 계획

- 프로젝트 2 : 지속가능한 이웃
 - (배경) 시민들이 스마트미터기 등을 통해 구체적인 에너지 소비량 정보를 확인함으로써 자발적으로 에너지절약 행동을 하도록 유도하였으며, 이 프로젝트를 통해 스마트미터기를 테스트베드로서 활용해 기술의 보급·확장 계기 마련
 - (운영방식) 민간·공공 등 5개 영역의 총 9개 기관 간 파트너십으로 구성, 전력망 회사 리안더(Liander)를 중심으로 타 기관들과의

협력·운영, 리안더(Liander)는 ASC의 인지도를 활용해 거주민들의 참여를 도모하였으며, 지식공급 파트너로 암스테르담 대학교 협력

- 공공기관: 관련 시 의회, 암스테르담 시정부
- 민간기업: 기술 기업(GEO, Onzo), 컨설팅기관(Favela Fabric)
- 유틸리티기업: 전력망 회사(Liander, Alliander)
- NGO: 주택회사(FarWest, de key)
- 연구기관: 암스테르담 대학교

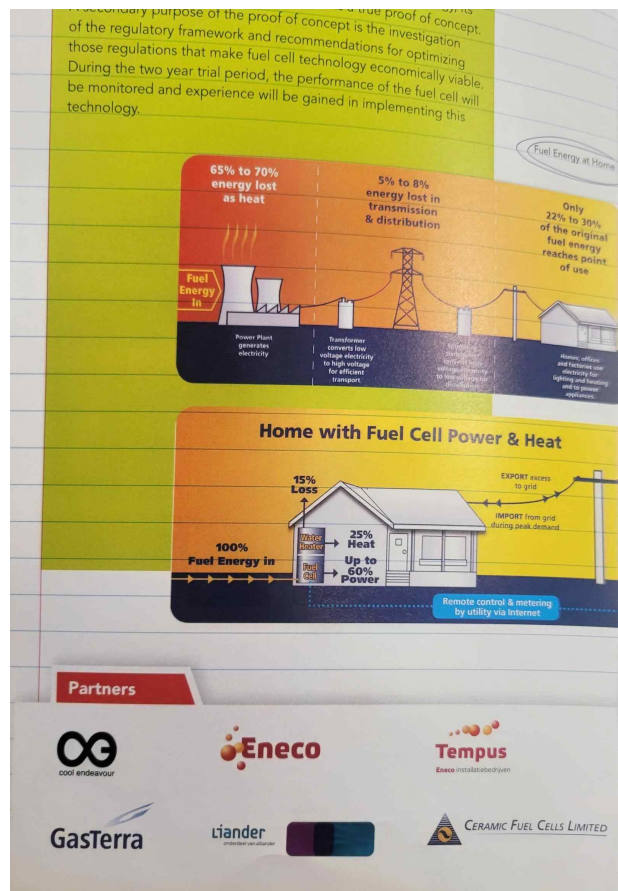
- (추진내용) 쥘렌벨드 마을 거주자를 대상으로 스마트미터기와 디스플레이를 설치 및 보급(2009~2011년까지 파일럿 프로젝트로 진행)
- 시민은 스마트 미터기와 디스플레이를 통해 구체적인 에너지 사용량 확인, 최종적으로 730개 가정에 총 1,460대의 스마트미터기를 설치, 기술 보급 과정에서의 문제를 해결하면서 사용자 커뮤니케이션 방법론을 구축
- (성과) 에너지·기후변화 이슈에 대한 교육과 토론을 통해 마을 주민들의 관심을 유도할 수 있었으며, 민간기업은 기술을 테스트하고 경험치를 획득하는 기회를 가짐



<분산형 에너지를 접목한 시범 주택단지 현장>



<분산형 에너지를 접목한 시범 주택단지 현장>



<암스테르담의 에너지 공급체계>

8) 선진지역 문화역사 현장 탐방



Ⅲ

정책적 시사점

□ 기존 건축물 활용을 통한 도심 녹지공간 확보 추진

- 포화된 도시공간에서 기존 건축물을 활용한 녹지공간 확보 방안 마련이 필요하며, 이를 통한 도심속 탄소흡수원 확대 추진
 - 파리의 경우 건물을 함부로 허물 수 없는 파리의 까다로운 법조항과 이미 포화된 도시공간에서 새로운 녹지공간을 확보하는 일은 매우 어려운 일이었음
 - 그러나 이러한 개발계획을 통해 기존의 철도구조물을 그대로 보존하면서 도시에 녹지공간을 확보
 - 이에 따라 프로머나드 플랑테의 상부는 산책로 및 정원으로, 하부는 예술가들과 수공업자들의 작업공간으로 활용되어 전혀 다른 개념의 두 공간이 한 공간 내에 입체적인 공간으로 탄생

□ 주민참여형 첨단 자원순환시설 도입 모색

- 쓰레기 소각장의 신규 설치에 지역주민의 반발과 갈등이 심한 시설이나, 프랑스 SYCTOM은 최첨단 친환경 시설로 조성
 - 대기 오염을 유발하는 배기 가스의 최소화, 약 6m 높이의 굴뚝은 건물 외부에서는 잘 보이지 않도록 설계
- 엄격한 매연, 폐수, 토양보호, 소음 방지 등의 기준을 설정하여 관련 시설을 구축하였으며, 특히 꼬뮌간 협의채널을 통해 소통
 - 쓰레기 처리장 위치의 선정은 SYCTOM(꼬뮌간 가정 쓰레기 처리조합)과 대상 꼬뮌간 상호 협의에 의하여 결정

□ 탄소중립 도시 조성을 위한 스마트그리드 인프라 구축

- 내포신도시의 탄소중립 수도 조성을 위해서는 도시의 스마트 그리드 인프라 구축이 필요
 - 에너지 전환, 친환경 건축, 스마트 교통, 녹지 등 탄소흡수원 조성 등 각 영역별 인프라의 구축과 함께 이를 통합 관리 할 수 있는 통합 관리운영 플랫폼 구축 필요
- 공공주도가 아닌 기업, 시민, 연구소 등 다양한 주체들의 협력을 촉진할 수 있는 방안 마련 필요
 - 많은 나라에서 스마트 그리드 실증단지를 운용 중이지만 이들 사업에 대한 평가는 썩 긍정적이지 못한 상황
 - 대부분이 정부 주도인 데다가 제한된 분야에서만 사업을 추진하는 까닭에 실제 실증단지의 역할을 제대로 하지 못한다는 평가
 - Issy Grid는 세계 최초 100% 민간 투자로 추진되고 있으며, 이 과정에서 기업, 시민, 정부가 참여하는 협력체계 구축을 통해 정부 주도 사업에서 흔히 발견할 수 있는 비효율성 문제를 극복

□ 민관 협력형 풍력단지 조성 추진

- 충남도는 보령·태안 등의 지역에 해상풍력 발전소를 조성할 예정이나, 지역주민의 원활한 소통·협력이 필요한 상황
- Noordoostpolder 풍력발전 단지의 경험에서처럼, 지역주민에 대한 적절한 보상체계의 확립, 민관협력형 거버넌스의 구축, 환경영향 평가에 대한 지속적인 실시와 투명한 공개 등을 토대로 지역주민의 합의를 이끌어 낼 필요가 있음

□ 시민 주도의 탄소중립 활동 확산 지원

- 탄소중립의 확산을 위해서는 시민 주도성을 강화할 필요가 있으며, 이를 토대로 지속가능한 생활실천 모델을 발굴·확산 필요
- CLIMATE FARMER는 농민이 주도하여 자원순환형 농업을 추구하기 위한 농장의 순환체계 구축, 시민들의 자원순환 가치확산을 위한 교육 프로그램 제공, 농민 중심의 네트워크 구축 등을 추진
- 충청남도 또한 농민들의 친환경 농축산업 확산과 자발적 탄소중립 활동을 실천할 수 있는 교육 및 네트워크 프로그램 추진 필요

□ 탄소중립 시민참여 플랫폼 조성 필요

- 내포신도시의 탄소중립 수도 조성을 위해서는 시민들이 함께 참여하는 다양한 실험과 프로젝트 추진이 필요함
- 암스테르담 스마트 시티는 온오프라인 플랫폼을 통해 시민들의 다양한 아이디어를 실험할 수 있는 기회를 제공하였고, 이는 도시 환경의 변화를 가져옴
- 충청남도 또한 탄소중립 실천행동을 위한 시민참여 플랫폼을 구축하여 다양한 아이디어의 제안과 시범사업 추진 기반 마련 필요