

유럽 기후변화대응 정책 연수

이인익 | 환경생태연구부 책임연구원

1. 프랑스

1) 프랑스 기후변화대응정책

- 프랑스정부는 2000년 1월 기후변화 방지 및 교토의정서 상의 자국의 온실가스 배출목표를 달성하기 위한 국가프로그램을 확정
 - “온실효과 범정부 위원회”는 2010년의 온실가스 배출감축을 위한 96 가지의 시책을 채택하였으며, 또한 2001년부터 모든 온실가스 배출에 대해 탄소톤(TC)당 최고 500프랑 (약 US\$ 80)의 탄소세를 부과하기로 함
 - 프랑스의 탄소세 정책은 온실가스 저감수단에 시장 원리를 도입한다는 것에 큰 의미가 있으며 탄소세 부과에 따른 부정적인 영향을 방지하기 위해 노동관련 세금을 감면하고 온실가스 저감활동에 인센티브 등을 부여하고 있음
- 프랑스 정부는 2007년 7월 기후변화대응 전담부서인 ‘생태·에너지·지속가능개발 및 계획부’의 거대 부처 출범 후 환경

정책에 대한 각계각층의 의견을 수렴하고 있음

- 생태적 보너스 제도 : 생태·에너지·지속가능개발 및 계획부가 시행하는 제도
 - 녹색 보너스 제공 : 200-5,000유로의 인센티브 지급(1km당 CO₂ 배출량이 130g 이하인 신규자동차 구매자에게 보너스를 제공하며 CO₂ 배출량이 적을수록 보너스 규모가 확대)
 - 생태적 벌금 : 200-2,600유로(1km당 CO₂ 배출이 160g을 초과하는 차량 구매자는 벌금을 지불해야 하며, 이를 통해 차량 구입가격은 증가)
- 2008년 1월부터 전면 시행된 생태적 보너스 제공은 1석 3조의 win-win 정책의 효과가 발생하는 것으로 평가
 - 소비자에 대해 친환경적인 차량구매 유도
 - 생산자에 대해 청정 자동차 개발 노력을 지속유도
 - 오염을 많이 내뿜는 차량 퇴출을 촉진
- 상기 정책 도입 이후 CO₂ 130g/km 이하 배출차량의 수요는 현재까지 45 증가하였으며 아울러 신차 1대당 평균 8g/km의 CO₂ 배출감소 및 9의 자동차 연료소비가 감소된 것으로 평가

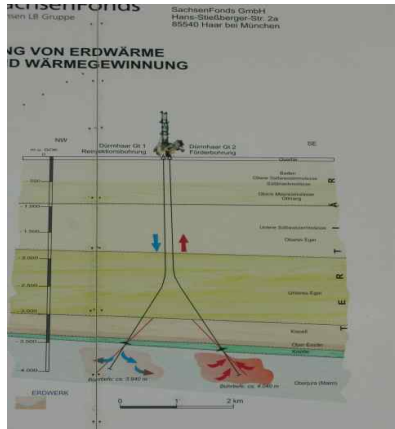
2. 프랑스 모(MEAUX)

1) 지열에너지활용 시범도시

- 지열에너지 활용 프로젝트가 가장 활발하게 진행되고 있는 곳이 프랑스임



[그림 1] 지열발전 장비



[그림 2] 지열발전의 원리

- 프랑스 중앙 및 지방정부와 경제계는 지구 온난화 및 고유가 문제의 해결책으로 수도권지방의 지하 온수를 난방시스템의 에너지원으로 활용하기 위한 12개의 새로운 개발 프로젝트를 수립함 - 굴착비용(평균 450만 유로)의 40%는 프랑스 환경 및 에너지 관리청(ADEME)과 수도권지방정부의 지원금으로 충당될 것이며, 실패할 경우 90%를 환불해주는 보증기금을 지방정부

가 마련한다는 조건임

- 12개 지열 에너지 발전시스템 가동 시 3만 채의 주택 난방에 해당하는 에너지 보급효과 외에 연간 7만 톤의 CO₂ 감소 및 2만 톤의 원유절감 효과 기대
- 기존의 31개 지열에너지 발전소는 15만 채의 주택 난방을 지원하고 있는데, 이는 수도권 지방 전체 난방시스템의 10%에 해당하며, 특히 발-드-마른느 지역의 50%에 해당함
 - 연간 35만 톤의 CO₂ 감소(환경보호) 효과와 10만 톤의 원유 절감(경제) 효과가 있음
- Meaux시는 땅속 2Km에 3개의 구멍을 뚫어 온도가 섭씨 75-78도인 지열수를 하루 1200톤씩 뽑아내고 있으며, 이를 주변 4500세대에 난방용으로 공급하고 있음

3. 프랑스 파리(Paris)

1) 파리(Paris) 기후변화대응정책

(1) 벨리브시스템

- 2007년 7월 파리에서 시작한 공인자전거 무인대여 시스템으로 프랑스뿐만 아니라 전 세계에 자전거 열풍을 일으킴

- 벨리브는 파리시와 SOMUPI 社 간의 합작으로 만들어진 프로젝트로서 SOMUPI 社는 파리의 대중교통 이용 계획을 통합하는 자전거 대여 서비스를 제공하면서 동시에 파리 시내 곳곳에서 자전거 이용을 독려하고자 수천대의 자전거를 저렴한 가격에 대여해 주는 서비스를 제공함¹⁾
- 벨리브(자전거Velo와 자유Liberte의 합성어)는 파리 시내 750 곳의 자전거 대여소에서 1만여 대의 자전거를 빌려주는 것으로 시작돼 자전거 수와 대여소를 늘려가며 활발히 운영 중임
- 벨리브 자전거는 처음 30분까지는 무료로 이용할 수 있고 이후 30분 단위로 요금이 1유로씩 누진 부과. 회원 가입시 보증금으로 150유로를 내며, 하루 1유로, 1주일 5유로, 1년 29유로의 이용요금은 지하철·버스에 사용하는 교통카드 (Pass NAVIGO)로 지불할 수 있으며 자전거에는 도난방지 장치가 달려 있고 사용기간을 넘기면 비상벨이 울림

1) 본 프로젝트 시행 초기에 파리 시내의 750여개의 자전거 대여소에서 10,648 명이 자전거를 이용하였다. 자전거 대여소는 서로 300미터 이내에 위치해 있다. 2007년 말까지 주요 대중교통수단 연결지점 주변에 2만 6백 대의 자전거를 수용할 수 있도록 1,451개의 자전거 대여소가 마련되었음

이러한 벨리브 프로그램의 원활한 운영에 앞서 파리시는 1997년경 110km에 이르는 자전거 도로를 구축했고 10년간 파리는 체계적으로 자전거 네트워크를 확대해 거대한 자전거 이용을 도모하는 인프라를 구축. 파리는 현재 총 371km의 자전거 도로를 구축하였으며, 이 외에도 속도제한구역, 격리된 버스 전용도로 등은 자전거 도로 확대와 함께 최근까지 자전거 이용을 꾸준히 증가시키는 요인으로 작용하고 있음. 2001년 이래 파리의 자전거 이용률은 48%까지 꾸준히 증가하고 있으며, 2007년 9월 중순까지 벨리브를 이용하는 자전거 사용자들이 10만 명에 달했고, 그 이용 거리는 30만 km에 달하는데 자동차를 대신해서 자전거를 탄다고 가정하면 벨리브는 연간 32,330톤의 CO₂를 줄이는 잠재력을 가짐

(2) 노면전차시설

- 프랑스 파리는 2006년 12월 16일 노면 경전철(Tramway) 운영을 재개하였으며, 이는 1937년 운행 중단 이후 69년만임
- 파리 트램웨이 T3는 2000년 12월 공사 계획 후, 약 3년간에 걸친 실질적 공사 기간을 지나 파리 남쪽 가히글리아노 다리(Pont de Garigliano)에서 뽀흐뜨 디브리(Porte d'Ivry)까지 이어지는 7.9 km의 구간을 2006년 12월 개통



[그림 3] 파리 벨리브 대여소와 대여기기

- ‘자연의 효과를 내는 조정된 도시화 정비’를 쟁점으로 새로운

도시환경에서 살아갈 시민들을 배려한다는 의미에서 정비되었음

- 초록 리본 "Ruban vert"이라고 불리는 선로에 깔린 잔디는 선로공사후 바로 심어져 친환경적인 선로를 만들었음
- 각계 전문가들의 합작품으로 탄생한 T3의 주변 환경은 단순히 선로를 공사하고, 선체를 운행하기 위한 실용적 측면만을 고집한 것이 아니라 새로 탄생할 이동수단에 대한 문화적 활용 방안까지 모색하였음

(3) 기타 정책

- 2006년 11월부터 실시해오던 '에너지 사용 진단(Diagnostic de performance energetique) 시스템'의 설치를 2007년 7월부터 파리 시내 및 인접도시 내 주택에 의무화하였음



[그림 4] 파리 노면전차와 이용 시설

- 진단 시스템은 각종 가전제품·자동차의 에너지 소비, 온실 가스를 유발하는 에너지 소비 등 두 가지 유형에 대한 에너지 소비 정보를 경제적 가치로 평가해주며, 여기에서 발전하여 주택을 팔거나 임대할 때 객관적으로 평가할 수 있는 근거로 활용됨
- 또한 에너지 사용 진단 시스템을 활용하여 집주인이나 세입자가 에너지를 절약하는 효과적인 방법에 대해 전문가로부터 기술적 조언을 받을 수 있으며, 에너지 사용의 진단은 공인중개사나 에너지 정보센터 또는 에너지문제 전문가 등이 정해진 진단양식에 따라 실시하여 평가함
- CO2 배출량을 줄이기 위해 '시민 1인 한그루 나무심기' 캠페인 실시
- 파리 시내의 전 프랑스국유철도공사가 위치했던 파쥘(Pajol) 지역에 1926년에 건축된 파쥘 홀'에 3,300m²의 대형 태양광 집열판으로 만들어진 지붕을 설치하여 2013년에 완공할 계획으로 공사가 진행중임



[그림 5] 파리 근교의 풍력발전과 바이오디젤 원료인 유채밭

- 클리시 바티뇰지구(Clichy Batinolles)는 환경계획 지구의 모범 사례로서 CO₂ 발생 억제를 위해 재생 가능한 생태에너지 (태양열, 지열 등)를 실험적으로 사용하는 지역임
 - CO₂ 발생을 줄이기 위해 대체에너지를 적극적으로 활용하는 환경 친화적인 건축방식을 활용할 계획
 - 또한 빗물 집수 장치를 통한 수자원 관리, 자전거 이용 확산, 교통정책 개선, 쓰레기 처리, 녹지 조성 등 도시환경 보호를 위해 여러 분야에 걸쳐 기간별 계획을 수립하여 추진 중에 있음

4. 벨기에

1) 벨기에 기후변화대응정책

- 서유럽의 중앙부에 위치한 벨기에는 유럽 내에서 가장 인구밀도가 높은 국가로 이러한 지리적 사회적 요인들은 자연환경과 토지이용에도 크게 영향을 주고 있음
- 교토의정서 상에 명시된 벨기에의 온실가스배출량은 1990년 대비 7.5% 감축하여야 함
- 온실기체감축을 위한 대응책들로는 지역(Flanders, Wallon, 브뤼셀 수도권지역)별로 다르게 나타나지만 크게 에너지집약산업들의 자발적인 참여, 열병합발전확대, 해당지역 거주자들을 위한 관리기준 확립 등을 들 수 있음
- 이에 벨기에는 일반폐기물운영에서 우수한 성과를 달성하였으며 항공교통수요 저감에서도 좋은 결과를 보였으나 앞으로 특별히 노력이 필요한 영역으로는 오존오염을 들 수 있음

(1) 신재생에너지의 보급 확대

- 2007년 3월, EU 집행위는 현재 8%에 불과한 EU 27의 재생에너지 사용률을 2020년에는 20%로 끌어올리겠다고 밝히고, 회원국별로도 달성해야 할 목표치를 정한 상태로 벨기에의 목표

치는 13%임

- 벨기에 정부는 재생에너지 사용률 목표를 준수하려고 드는 비용문제 때문에 EU 집행위를 비난하고 있지만, 동시에 목표 준수를 위해 각 지방정부(벨기에는 연방국가로 에너지 문제는 지방정부 권한임)를 통해 재생에너지 사용률 증가와 전반적인 에너지 절약을 위한 조치를 취하고 있음
- 벨기에가 주로 육성하고 있는 재생에너지는 태양광 발전·태양력·풍력·열병합발전(cogeneration : 전기를 소비하는 공장 등에서 자가발전을 하고 거기에서 나오는 폐열을 유효하게 이용하는 것으로, 이처럼 열과 전기를 동시에 제공하는 것을 열병합발전이라고 함)등이며, 열병합발전의 에너지원으로는 천연가스·식물성유·바이오메스 등이 사용되고 있음
- 벨기에는 특히 2007년부터 연방정부와 세 지방정부가 여러 가지 세제 혜택 및 장려금을 통해 재생에너지 설비 이용을 적극 권장하고 있으며, 이에 따라 개인과 기업의 이들 설비 수요가 크게 늘어나고 있음

5. 벨기에 브뤼셀(Bruxelles)

1) 브뤼셀의 기후변화대응정책

- 벨기에 브뤼셀에서는 덴마크 코펜하겐에서 열리는 유엔 기후 변화 협약 총회 개막을 앞두고 만 5,000여 명이 모여 국제사회의 지구온난화 대응을 촉구하였음



[그림 6] 브뤼셀 근교의 풍력발전 시스템



[그림 7] 브뤼셀 근교의 원자력 발전소

6. 네덜란드(Netherlands)

1) 네덜란드의 기후변화대응정책

- 2000년대 들어 네덜란드는 지속가능성을 정책의 주요 목표로 설정하고 시스템 전환(system innovation)을 추구하기 시작

- 새로운 교통·주거·에너지·농업 시스템으로의 전환이 필요하다는 시스템 혁신 정책을 제기하였으며 이것은 특정 기술과 관련된 혁신정책만이 아니라 교통·통신·주거·상하수도 및 폐기물 정책, 산업정책, 사회정책, 도시정책, 지역개발정책, 규제정책에서의 변화도 수반되어야 하는 것이었음
- 네덜란드에서 초기에 소규모 정책으로 출발했던 에너지 전환 정책은 이제 에너지 정책의 주류로 부상하여 교통 분야와 농업 분야에서도 새로운 모델로 자리 잡고 있다고 평가되고 있음
 - 2002년 기획 이후 4번의 내각교체에도 지속적으로 추진되고 있어 정책의 안정성과 일관성이 보장되고 있으며, 각 부문 정책의 자율성과 독자성을 유지하면서도 정책들 사이의 모순과 갈등을 해결하고 정책들을 같은 방향으로 배열하는 접근을 취함

(1) 에너지전환(Energy Transition)²⁾

- 2004년에 발표된 <에너지 전환>의 구조를 보면, 우선 2050년까지의 ‘장기비전’을 설정하고, 2020년에 달성할 수 있는 ‘전략적 비전’을 제시하고, 이를 달성하기 위한 수단으로 ‘전환경로’와 각각의 경로를 구체화하는 ‘전환실험’을 제시
- ① 백캐스팅(backcasting)을 통한 장기정책과 단기정책의 통합

2) 2009년도 국정감사 자료집, 기후변화대응과 한국 정부의 대응 과제: 기후정책통합과 국무총리실의 역할강화를 중심으로, 국회의원여성남의원실, 2009년 10월

- 백캐스팅(backcasting)은 “미래에 도달해야할 사회·기술시스템에 대한 비전을 그리고 시나리오 방법을 활용해서 그것을 달성하기 위한 대안과 정책들을 역순으로 개발해가는 접근.” 장기비전→중장기 전략적 비전→전환경로→전환수단으로 이어지는 접근을 통해 정책들을 개발

② 전환실험, 정책통합, 그리고 전략적 니치 관리

- 시스템 전환을 위해서는 다양한 정책실험들을 추진하여 대안적 사회·기술시스템의 맹아들을 창출하고 확산시켜 나가는 것이 필요함. 특정 지역이나 영역에서 소규모로 새로운 시스템을 구축하는 전환실험이 이뤄지며 이 과정에서 기존의 정책들이 새로운 관점에서 재해석되면 정책실험에서 통합

7. 암스테르담

1) 암스테르담의 기후변화대응정책

(1) 지속가능한 환경정책

- 1999년 암스테르담 조약에서 지속가능발전(Sustainable Development)을 유럽연합의 핵심과제 중 하나로 명기함으로써 EU의 지속가능발전이 법적인 지위를 획득하였음

- 암스테르담은 2025년까지 이산화탄소(CO₂) 배출을 1990년 수준보다 40% 줄이기로 발표하였음
- CO₂ 배출을 줄이기 위한 방법으로 3년 내에 전기충전소를 200여개로 늘려 전기자동차와 전기 오토바이 이용 확대

(2) 높은 자전거 이용률

- 유럽에서 가장 높은 자전거 이용률을 보이며 세계적인 자전거 정책의 벤치마킹 모델이 되고 있음
 - Department of Cycling City of Amsterdam(2008)에 따르면 시민의 77%정도(도심부 약 85%)가 1대 이상의 자전거를 보유하고 있으며 이중 50%는 매일 자전거를 이용하여 인구대비 자전거 이용률이 가장 높음
 - 도심부 자전거 분담율과 출근 통행의 자전거 수단 분담율은 모두 약 55%임
- 자전거 교통 인프라 확보 및 이용정책의 지속적 추진을 바탕으로 한 자전거 이용의 활성화
 - 1975년~1990년대에는 중앙정부보다 앞서 자전거이용에 초점을 맞춰 정책을 전환
 - 1990년대 BicycleMaster Plan에서는 자동차에서 자전거로 전환, 자동차로부터 대중교통+자전거로의 전환, 자전거 이용자의 안전, 자전거주차장과 자전거도난방지, 지역+교통과의 통

합(커뮤니케이션)을 핵심정책으로 추진

- 자전거 주차장계획(Bicycle parking consideration frame)에 의거하여 적정한 주차장 입지를 결정하고 주차시설의 양적 확대를 위하여 구도심, 공공용지, 철도역 등 공급계획 수립
- 자전거도로의 적절한 유지관리와 함께 자전거 보행자 겸용 도로에서 자전거 전용도로로 개선을 지속적으로 추진



[그림 8] 암스테르담 시민들의 자전거 이용과 자전거 전용 도로

(3) 친환경 교통수단인 트램의 발전

- 부채꼴 모양의 방사상 도로와 반원형의 운하가 교차하는 등 특이한 지형조건으로 시가지의 도로 폭이 좁고 엇갈린 형태로 자동차뿐만 아니라 버스통행도 원활하지 않아 트램이 발달
- 현재 약 85km의 노선연장에 중앙역 및 댐 광장을 중심으로 한 방사형 노선과 환상노선과 동서노선 등 총16개 노선이 암스테르담 시영교통 회사(GVB)에 의해서 운영
- 암스테르담의 메트로(metro)는 교외지역을 운행하는 철도로서 트램과 마찬가지로 GVB에 의해서 운영되고 있으며 일반적으로 메트로는 지하철이라고 하지만 암스테르담에서는 지하를 달리는 구간이 몇 안 돼서 지상을 달리고 있는 구간에서 고속 트램(sneltram)이라고도 불림



[그림 9] 암스테르담의 교통수단 트램과 트램 이용권

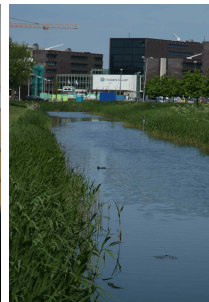
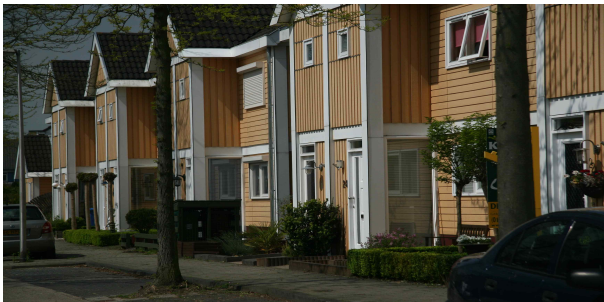
- 1977년에 처음 개통되었으며 현재 총65km에 4개 노선이 운행되며, 중앙역(Centr. Station)을 기점으로 하는 3개 노선은 암스테르강을 따라 지하로 그리고 Amstel역에서 고가선이 되어 교외로 운행되고 있음

8. 알펜 안덴리슨시 에콜로니아(Alphen aan den Rijn Ecolonia)

1) 에콜로니아

- 네덜란드의 암스테르담과 로테르담의 중간에 위치한 알펜시는 친환경 주거단지로 유명한 에콜로니아가 있는 곳으로 유명
- 에콜로니아는 1989년 네덜란드 정부가 발표한 국가환경정책계획(National Environment Policy Plan)에 따라 에너지환경청(Novem)이 주체가 되어 알펜안디라인(Alphen aan den Rijn)에 건설된 에너지 절약적이며 환경친화적인 주거단지임
- 에콜로니아는 선진에너지 시범마을로 주로 재생에너지와 첨단 고효율 주택중심의 시설들이 있으며 전체 약 300호로 이루어진 에콜로니아의 주택설계에는 국가환경정책계획의 3가지 정책노선에 근거하여 총 9개의 계획 테마가 적용되었음
- 에너지 절약
 - 열 손실 감소를 위한 특별한 주의
 - 태양열 에너지 사용을 위한 특별한 주목
 - 건설과 생활 통한 에너지 소비를 위한 특별한 주목
- 통합된 일련의 관리
 - 물소비 제한과 건물자재의 재활용에 대한 특별한 주목

- 장기 지속적, 저관리(low-maintenance) 재료와 유기적 건물에 대한 특별한 주목
- 융통형 구조와 생활에 대한 특별한 주목
- 삶의 질의 향상
 - 주택내·주택간 방음에 대한 특별한 주목
 - 건강과 안전에 대한 특별한 주목
 - 생태학적 건물에 대한 특별한 주목



[그림 10] 에콜로니아의 주택과 수로, 시청의 지열시스템

- 네덜란드 정부 조사에 따르면 에콜로니아 단지의 라돈과 이산화탄소 발생량은 기존 주택에 비해 30% 수준이며 에너지 소비량은 30~40%가 절감됐지만 실내 습도나 난방 효율은 두 배 이상 뛰어난 것으로 평가받고 있음

2) 테마별 주택설계 특징

(1) 에너지 보존, 열손실 저감

- 테마의 주요특징

- 고단열고기밀창·과도한 난방억제·주택간 단열처리
- 태양광 차단을 위한 이중 광택제 처리 (롤러 블라인드)
- 콤팩트 빌딩·열회수시스템·위요된 현관·위요된 부엌과 고전 스타일의 계단

(2) 태양열 집열판과 온실가스 소비제한

- 테마의 주요특징

- 남쪽의 대형 유리창·북쪽의 작은 창·온실·솔라 보일러
- 솔라라운지 주택·남향 배치·과도한 난방 억제·주택군
- 5개 블록에 두 개의 주택으로 총 10채의 주택들이 이 주제에 맞춰 지었으며 모두 남향배치로 지어지고 도로는 북쪽에 위치함

(3) 태양 복사열을 이용하기 위한 스플릿 레벨(Split-level)

- 테마의 주요특징

- 난방열 억제·급탕, 난방용 솔라보일러
- 열회수장치에 의한 적절한 환기시스템

- 패시브 솔라 에너지·에너지 소비의 최소화, 건축자재 사용의 최소화
- 이 주제는 11채 주택들에 적용하여 태양 복사열 이용을 위해 주변이 U자형으로 위요된 중정을 계획했으며, 패시브 솔라에너지를 최대한 이용하기 위해 건축가들은 스플릿 레벨(1.2층과 중간 2층으로 나뉜 집)을 적용하였음

(4) 자연순환에 적합한 주택디자인 : 절수 및 건축재료 재활용

- 테마의 주요특징
 - 재료의 재활용·목재구조
 - 콘크리트 쇄석 바닥재, 탈황접착제, 재활용 목재 셀룰로오스 절연재료
 - 자연재료 페인트·솔라보일러·우수의 재이용(변기, 정원용수, 세차용수 등)
 - 쓰레기 분리수거·물절약 수도꼭지, 샤워꼭지, 변기

(5) 자연과 조화를 이룬 건축 : 유기적 설계, 내구성, 보수

- 테마의 주요특징
 - 오랜 사용이 가능한 재료 및 구성요소
 - 적은 관리를 요하는 재료 및 구성요소·콘크리트 쇄석

- 교체가 용이한 재료와 재사용이 가능한 구성요소
- 기후영향을 줄이기 위한 건물보호·돌출지붕

(6) 융통형디자인

- 테마의 주요특징
 - 재사용이 가능한 외벽과 주택건물모듈·확장 가능한 주택
 - 생활기능을 바꿀수 있는 가능성
 - 평면과 외벽의 융통형 배치·이동 가능한 건물모듈
 - 융통성 있는 변형 가능한 난방 및 환기설비
 - 이용자를 위한 내부 모듈의 관리

(7) 집중코아 계획에 의한 방음효과 : 내부방음과 목조주택의 방음

- 테마의 주요특징
 - 벽과 개구부의 방음, 주택들 사이의 방음, 주택내 방들의 방음
 - 진동이 없는 내부계단, 현관계단, 난간
 - 조용한 방, 주택내 방과 주택들 사이의 난방, 환기로부터 소음의 차단

(8) 건강성과 안전성

◦ 테마의 주요특징

- 내부공기의 화학적 오염 억제·정화 가능한 환기시스템
- 추가 여과를 통한 환기제어
- 주택청소의 용이성·건물재료에 의한 오염 최소화
- 냉교현상(cold bridge)과 주형(mold)의 억제
- 중앙 먼지추출 장치 설치·위요형 부엌·1층 온돌방(underfloor heating)

(9) 에너지절감형 벽 개발 : 바이오 에콜로지 건물

◦ 테마의 주요특징

- 자연재료와 지속가능한 에너지원·환경오염의 최소화
- 동식물 다양성의 관리 및 개선
- 경관 내 건물의 통합·소리, 빛, 온도, 열, 습도, 통풍
- 대기 및 수질관리, 에너지 및 재료관리
- 전기분야, 자기분야, 전자기 분야, 지구복사에너지, 우주복사에너지, 방사능 복사에너지
- 주택과 그 인근지역 내에서의 거주생리학(living physiology), 거주경험(living experience)과 관련된 측면

(10) 외부공간계획

- 외부공간의 계획도 환경친화적 주거단지 개념에 근거하여 이루어짐
- 수순환의 활용을 도모하기 위해 투수성 포장면적을 최대화하였으며 불투성 포장지역에서 유출된 우수는 우수관을 통해 단지 중앙에 위치한 연못으로 모이도록 계획함

9. 룩셈부르크

1) 룩셈부르크 기후변화대응정책

- 룩셈부르크는 2000~2005년 5년간 온실가스 배출 증가율이 33.3%로 OECD 가입국 중 가장 높음
- 지난 2004년 국제에너지기구 심층 보고 이후 모든 분야를 관통하는 에너지 정책을 개정하였으며 자율적인 전기와 천연가스 시장을 가지고 있고, 실제로 중서부 유럽 지역 전기시스템을 발전시키기 위한 개발에 참여하고자 하였음
- 또한 룩셈부르크는 에너지 효율 등에 대한 폭넓은 실행 계획을 준비하고 있으며, 기후변화를 완화시키기 위한 개정된 조세와 재사용 에너지 자원을 위한 지원 시스템을 개선하고 있음



[그림 11] 룩셈부르크의 주차장관리시스템, 자전거 대여소, 유채밭

10. 독일

1) 독일 기후변화대응정책

(1) 공격적이고 집중적인 기후변화 대응정책

- 독일의 기후변화와 관련하여 연방정부나 지방정부의 정책은 역할을 다하지 못했으나 1986년 구소련 연방인 우크라이나의 체르노빌원전 폭발사태를 계기로 시민영역으로부터 대안 에너지 운동이 시작되었음
 - 이에 ‘아헨모델’³⁾ 등 대안에너지 운동의 기류가 형성되었음

- 최근의 독일의 기후변화대응정책에 대한 접근방식은 매우 집
중적이고 공격적이며 각 지역 및 전국적으로 반드시 지켜야
할 법률, 세제, 보조금, 혜택, 등을 복합적으로 접목시키는 방
안을 추진하고 있음
- 독일의 기후변화 정책은 1990년 6월 연방정부에 의해 설립된
범정부 CO₂ 감축 실무반(CO₂ Reduction Intel- Ministerial
Group : IWG) 주관으로 마련
- 에너지부문은 전력소비감소, 석탄소비감소, 신재생에너지 이용
촉진방안과 천연가스 시장의 활성화를 통해 온실가스 감축을
추진하고 있음
- 독일의 '10만 태양지붕계획'은 야심찬 국가적 프로젝트로 지방
도시의 호응을 받아 성공적으로 진행되고 있으며, 풍력 및 태
양광뿐만 아니라 지열, 바이오에너지 등 다양한 대안에너지원
의 확산을 위하여 중앙정부의 제도적 지원과 지방도시 및 시
민들과 시장부문의 적극적인 참여

3) 아헨모델은 독일 아헨시의 '태양에너지 지원협회'가 제안했으며, 1992년 아헨
시의회가 태양광 2마르크(1 유로), 풍력 0.4마르크(0.2유로센트)에 전기를 매
입하기로 결정하면서 시작됐다. 이 모델은 재생에너지원 별로 확정된 기준가
격으로 정해진 기간동안 전력 매입을 보장해주는 독일 EEG법의 기초가 되거
도 했다



[그림 12] 독일의 노면전차와 풍력발전, 유채밭

(2) 온실가스 통계 작성을 위한 기관 협력체계

- 온실감축을 위한 가장 중요한 방법으로 온실가스 통계자료를 작성하고 있으며 이는 독일 환경청(UBA)주관의 공동작업을 통하여 수행됨
- 2002년부터 온실가스 통계 인벤토리 국가시스템 구축을 위한 작업을 실시하였으며 연방정부, 주정부, 연구기관 등의 인벤토리 관련 기구들간의 역할을 담당할 수 있는 네트워크가 설계되었음

- 2005년 국가시스템의 제도화를 위하여 독일환경청은 다양한 온실가스 통계작성과정 및 품질관리, 품질보증 수행시 요구되는 검토과정들의 작업일정 목록과 담당기관의 선정 등에 대한 세부지침들을 종합하여 발표하였음

11. 독일 프라이부르크(Freiburg)

1) 프라이부르크(Freiburg)기후변화대응정책

(1) 친환경도시 프라이부르크(Freiburg)

- 프라이부르크시는 통합적 도시계획을 통한 교통 통제, 자가용 이용 제한 및 대중교통이용을 위한 Car-free 이니셔티브로서 1991년 전 지역 버스에 "환경 티켓"을 도입하였으며, 1980년부터 지속적으로 대중교통이용자를 100% 증가시키고(구 시가지 중심지역의 경우 1973년~1990년 동안 차 없는 도시가 됨) 약 30~35%의 거주자들이 차 없이 사는 것을 선택하고 있음
- 또한 스모그와 오존 조기경보시스템 설치 등과 같은 선구적인 업적과 제초제 사용금지와 재활용법, 교통정책 그리고 또한 적극적인 녹색이미지로 인해 프라이부르크는1992년에 독일 환경수도로 선정됨

- 프라이부르크는 대체에너지의 사용과 장려뿐만 아니라 근거리 교통망 확충, 자전거 이용을 위한 기간시설 등의 확충에도 많은 노력을 기울임
- 녹색도시라는 프라이부르크시의 라벨은 상호보완하면서 지역의 환경·기후보호 정책을 형성해 나가는 많은 아이디어의 융합을 의미함

(2) 태양에너지의 활용 확대를 시정의 우선목표 선정

- 공기를 오염시키는 화석연료나 위험한 원자력 대신 아무리 사용해도 고갈되지 않을 뿐 아니라 깨끗한 태양에너지로 전력수요를 충당하기로 했으며, 태양에너지 산업 육성을 통한 고용 창출까지 목표로 삼고 있음
- 공공기관은 물론 가정과 기업에 대해서도 태양에너지 활용을 촉진시킬 수 있는 체계적인 제도를 갖추
 - 태양광 발전시설을 설치하는 기업이나 가정에 대해 보조금이나 저리융자를 제공하고, 생산된 태양에너지 가운데 자체 수요를 충당하고 남는 에너지는 전력회사 등에서 시장가격보다 높은 가격에 사들여 비축해두도록 지원



[그림 13] 프라이부르크의 태양광발전, CO2다이어트, 노면전차

- 태양마을은 건물마다 지붕에 광기전판이 설치되며, 일조량이 많은 여름에 생산해 쓰고 남은 태양에너지는 비축해뒀다가 겨울에 사용하거나 다른 마을 등 외부에 판매하게 됨
- 주택 외에 상가도 태양광발전 시설을 갖춘 건물로 지어질 뿐 아니라 프라이부르크 시 전역에서 학교, 병원, 운동경기장, 기업사옥, 식당 등 각종 건물에 태양에너지 시설 도입이 빠른 속도로 확산되어 지금은 전체 에너지의 3%정도를 태양에너지가 차지함

(3) 대중교통이용 촉진을 위한 제도

- 레기오 카프테(Regio-Karte) : 국철, 노면버스(트램), 버스 등 대중교통을 자유롭게 이용할 수 있는 카드로 한 달에 어른 43유로, 학생 32.5유로이다. 이 카드 하나로 프라이부르크를 중심으로 2200km² 지역의 대중교통을 마음껏 환승하며 이용할 수 있고, 각종 할인 혜택을 받을 수 있음
- 파크 앤 라이드(Park&Ride) : 시외에서 출퇴근을 하거나 들어오는 사람을 위해 시내 근교에 넓은 무료 주차장을 설치하고 차를 두고 대중교통을 이용하게끔 하는 제도임

12. 독일 프라이암트

1) 바이오에너지마을 프라이암트

(1) 전력과 가스를 자급자족하는 바이오에너지마을

- 독일 프라이암트는 독일남부 흑림지대에 자리잡은 작은 마을로 고유가와 지구온난화 등으로 지역단위에서 전기를 직접 만들어 쓰는 풀뿌리 발전소의 대표적인 예임
- 1990년대부터 풍력·태양열 발전시설을 대거 들여와, 지금은

화석에너지와 결별하고 이러한 소형발전시설들로 만들어낸
신재생에너지로 전력과 가스를 자급자족하는 바이오에너지 마을임

- 이 지역은 주민들이 돈을 모아 80m높이의 풍력 발전 풍차 4
기를 구입하고, 270가구는 지붕에 가정용 태양열 집열기를 물
을 끼고 있는 제재소와 빵집에선 구형 물레방아를 설치하는
등 전력에서의 자급자족을 실현하였음
- 2007년 기준 53km²의 마을에 태양광, 풍력, 수력, 바이오매스,
바이오가스, 지열가스 등의 신재생에너지 생산시설이 총 집결
해 있으며, 115개의 태양광 집열판이 연간 90만kW의 전력을
생산하고 4기의 풍력 발전시설이 7.4MW, 바이오가스 플랜트 1
개가 축산농가의 소, 돼지 분뇨를 처리해 160만kW의 가스를
생산함
- 또한 소규모 수력발전소 3곳과 70ha에서 재배되는 바이오매스
원료로 생산되는 전기와 가스 외에 지열까지 뽑아 올려 연간
1,400만kW의 전력과 가스를 생산한다. 마을 주민들이 에너지를
쓰고도 남아 300만kW의 전력은 에너지 회사 ENBW에 팔고 있음

(2) 지자체의 노력을 통한 신재생에너지 마을로 변모

- 프라이암트 마을과 인근 지역이 화석 에너지와 결별하고 신재
생에너지를 자급자족하는 지역으로 탈바꿈한 데는 지방자치단
체 지도자들의 노력이 있었음

- 주민 4,300명 중 300명이 돈을 추렴해 높이 80m의 풍력 터빈을 설치하는 것으로 에너지 자급마을의 역사가 시작되었음
- 신재생에너지의 중요성을 인식하고 백방으로 노력해 주정부와 연방정부의 지원을 끌어내고 주민들의 투자와 참여를 설득해 프라이암트를 바이오 에너지 마을로 만들었음



[그림 14] 프라이암트의 신재생에너지 마을



[그림 15] 프라이암트의 태양광발전



[그림 16] 프라이암트의 태양광발전을 이용한 우유 처리시설



[그림 17] 프라이암트의 우드칩 이용 시설