



국립생태원의 친환경 및 에너지절감 요소 기술

국립생태원에 적용된 요소기술	내용설명	계통/흐름/상세 등 그림
건물의 남향배치 등 설계	연구단지의 주요건물을 남향으로 배치하여 난방에너지소요량의 10% 이상을 절감토록 한다.	
음영분석을 통한 건물배치	음영 시뮬레이션을 통해 온실과 건물에 의한 음영간섭을 최소화하는 건물배치를 계획한다.	
환기/채광 고려한 Open space 계획	근무자들이 업무를 수행하는 공간들에 조망 확보 및 자연채광이 충분히 유입되도록 평면계획을 수립한다.	
지속가능한 부지 선정 및 개발	적절한 부지 선정으로 프로젝트 개발에 따른 자연환경 훼손을 최소화하고 원형을 최대한 유지한다.	
일조일사량 분석	일조 시뮬레이션 분석을 통해 식물생육에 적합한 온실환경을 제공하고 재실자의 실내환경을 최적화한다.	
잔디블럭(투수성) 설치	옥외 주차장 부위에 잔디블럭을 설치하여 불투수 표면을 최소화하는 친환경자재를 사용한다.	
저류조 및 저류지 설치	우수 관리를 위한 저류조 및 저류지를 설치하여 우수질과 우수량 조절이 가능하여 수해예방효과를 기대할 수 있다.	
삼중유리 적용	THK50(U-0.8/SC-0.4/VT65%) 적용으로 열손실에 의한 에너지소요량을 최소화한다. 내/외부 로이유리 (Low-E Glass)와 중간 유리 사이에 아르곤 가스를 충전하여 열손실을 저감하고 결로 발생 및 차음 성능을 개선하였다.	
고효율 Low-E 복층유리 적용	THK28 3중 코팅 로이유리 (U-1.2/SC-0.4/VT65%) 를 전시온실에 적용하여 가시광선에 의한 생육환경 최적화와 열관류율에 의한 열손실을 최소화한다.	

국립생태원에 적용된 요소기술	내용설명	계통/흐름/상세 등 그림
고단열재 적용	지붕, 벽체, 바닥 등 고단열재 (250mm, 열관류율 0.15W/m ² ·℃ 이하) 적용으로 열전도에 의한 열손실을 최소화한다.	
열교방지	단열바 설치 및 이음/틈새부분에 우레탄폼으로 밀설하게 충전하고 배관/덕트 단열재 보강을 통해 열교계수 0.01W/mK 이하가 되도록 정밀시공한다.	
기밀성 확보	AD 및 벽체관통 배관부위 등을 기밀하게 시공하여 침기량을 최소화하여 침기량 0.6회/hr 미만이 되도록 기밀성을 확보한다.	
외부 차양시스템 적용	천동식 블스크린을 설치하여 일사에 의한 냉난방부하를 저감하여 에너지절감을 실현한다.	
Atrium을 통한 자연채광 및 환기	교육관 및 복원관 로비의 아트리움 설치 등으로 자연채광을 극대화시키고 인공조명을 줄일 수 있으며 환기효율을 향상한다.	
기존 식재이식 및 재활용	기존 내의 식재들을 이식 및 재활용하여 프로젝트 개발에 따른 환경오염부하를 최소화한다.	
절전형 LED 조명	일반 조명 설계에 비해 LED 적용시 연간에너지 1.8%이상을 저감하여 에너지소요량을 절감한다. (연간에너지비용 1.8%저감, 조명부하 8W/m ² 이하)	
재실감지기 설치	회의실, 화장실 등 사용자의 의해 상시 거주되지 않는 공간에 재실감지기를 설치하여 사용자가 거주하지 않을 때에는 전원을 차단하여 전력 사용을 최소화한다.	
Cross ventilation (바람이용 환기)	대공간 전시온실에 자연환기 (맞풍풍)를 이용하여 온실을 환기함으로써 에너지를 절감하고 환기효율을 향상시켜 한다.	

국립생태원에 적용된 요소기술	내용설명	계통/흐름/상세 등 그림
Operable window	전시온실의 온도, 습도, 풍향, 풍속, CO ₂ 및 일사량 데이터를 통해 전동창이 연동제어되어 전동창이 자동개폐됨으로써 전시온실의 생육환경을 유지한다.	
Stack effect	전시온실의 높은 공간과 밀도차에 의한 연돌효과 현상을 겨울철에는 연돌효과에 의한 에너지손실을 적극적으로 방지하고 여름철에는 자연환기에 활용하여 전시온실 환기에 적용한다.	
Hybrid 환기	전시온실 대공간 특성으로 대공간내에 열충발생 등으로 자연환기 효과가 떨어질때 기류순환팬을 활용하여 환기효율을 극대화한다.	
HVAC system 적용	전시온실 및 업무, 교육시설 등에 HVAC공조시스템을 적용하여 효율적이고 능동적인 실내환경과 에너지절감을 실현한다.	
밀집된 공간 (전시온실)에 CO ₂ 감지기 설치	전시온실에 CO ₂ 감지기를 설치하여 온실의 CO ₂ 가 증가할 경우 추가적인 외기 도입으로 실내공기질을 확보한다.	
온실 전동창호시스템	전시온실 내에 개방형 전동창호시스템으로 자연환기 적용하여 에너지를 절감한다.	
FMS (Facility Management System) 적용	BEMS와 연동된 시설운영시스템 적용을 통해 건물 유지관리 비용 최소화 및 연간 에너지사용량 저감을 극대화한다.	
Smart energy management system	건물에너지관리시스템 적용을 통한 에너지소요 측정 및 예측, 에너지사용 추세 분석을 통한 에너지절감 방안 도출 등으로 연간 에너지사용량을 저감한다.	
RFID (무선주파수 위치인식) 시스템	고유식별정보의 만도체점 내장한 태그(tag)를 방사동물 등에 적용하여 효율적인 동물관리가 가능한 시스템이다. 방사동물에 대한 생태환경 정보와 위치 등을 제공한다.	

국립생태원에 적용된 요소기술	내용설명	계통/흐름/상세 등 그림
자연환기	실과 창호를 맞통풍이 가능하도록 배치하여 자연환기를 최대한 이용함으로써 실내 쾌적성을 높이고 냉방부하 저감을 기대할 수 있다.	
Hot/Cold aisle 설치	전산장비실 내 장비 배치를 통해 찬공기와 더운공기를 분리시켜 냉각효율을 극대화함으로써 냉방부하를 저감한다.	
CFD 계획 적용	CFD 시뮬레이션을 적용하여 공간의 용량 및 위치 산정 등 시스템 최적화를 실현하여 공조부하를 저감하고 에너지사용량을 절감한다.	
기화식 가습기 설치	기화식 가습방식을 적용을 통해 기존의 전극봉 방식에 비해 소요되는 에너지를 저감한다.	
진공관형 집열기	태양열시스템의 집열기를 이중진공관을 적용하여 집열효율을 향상하고 태양열이용의 최적화를 실현한다.	
전열교환기 적용	고효율 전열교환기를 설치하여 실내의 배열을 회수하여 에너지절감을 실현한다.	
고효율 기자재 적용	고효율 물드변압기, 고효율 UPS, 고효율 모터 등 고효율 기자재를 설치하여 에너지절감을 실현한다.	
외기 냉방 시스템 적용 (Air-side Free Cooling)	외기 열탈피제어에 의한 외기냉방시스템을 적용하여 에너지사용을 최소화하고 CO ₂ 발생량을 저감한다.	
최적 제어시스템 적용	최적 제어시스템(VAV, 인버터 제어, 대수제어)적용을 통한 에너지 사용을 최소화하여 온실가스발생량을 저감한다.	
Recyclable materials	재생골재 등 친환경적 재료의 공법을 적용하여 건설에 따른 환경부하를 최소화하여 CO ₂ 발생량 저감을 실현한다.	

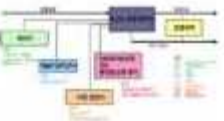


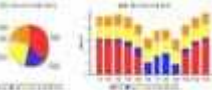
국립생태원에 적용된 요소기술	내용설명	계통/흐름/상세 등 그림
Low VOC material	VOC 저방출 친환경 자재를 적용하여 실내환경과 전시온실 생육환경을 개선한다.	
바이오매스보일러 (목재칩, 펠렛칩) 적용	바이오매스(목재칩, 펠렛칩) 에너지를 이용하여 난방, 난방, 급탕을 공급함으로써 화석연료대비 에너지절감 및 온실가스를 감소시킬 수 있는 탄소중화시스템을 적용하였다.	
건물일체형 태양광 발전시스템 (BIPV시스템)	태양에너지를 전기에너지로 변환하여 건물의 전기사용량을 저감할 수 있으며 벽체 마감재로 대체할 수 있는 태양전지 모듈을 건물 일체형으로 설치하였다.	
지붕형 태양광발전시스템 (PV시스템)	태양에너지(빛)를 반도체로 구성된 태양전지를 이용해 전기에너지로 변환하여 전기사용량을 저감하며 모듈이 빛을 흡수하면 표면에서 전자가 생겨 전기가 발생하도록 하는 광전지효과를 기본 원리로 한다.	
Ecological landscape계획	지속가능하고 자연친화적인 국립생태원의 야외조경을 위해 친환경 조경계획을 실현하여 환경친화적인 생태조경을 구현한다.	
에너지원별 통합 모니터링시스템	에너지소요량을 건물별, 용도별 및 에너지원별로 조망하여 에너지소요량을 실시간으로 확인하는 통합모니터링시스템을 구축한다.	
패시브하우스 디자인	건물의 계획단계부터 대지의 특성 및 기후환경에 대한 이해를 통해 자연 에너지 활용도를 높이고 에너지 사용량을 최소화하는 디자인 기법이다. 건물의 배치, 열성능, 자연채광, 자연환기 등을 고려하여 건물에너지부하를 저감한다. 방문자숙소(남향 2개동) 패시브하우스 디자인을 적용하였으며 나머지 건축물은 건물에너지효율 1등급으로 디자인하였다.	

국립생태원에 적용된 요소기술	내용설명	계통/흐름/상세 등 그림
Retrofit 디자인	운영단계 성능 개선을 위해 건축, 기계, 전기 요소들의 유지관리 및 교체가 용이하도록 고려한 디자인 기법이다. 테라코타 타일, 약세스 플로어, DC/DC 컨버터, DC/AC 인버터, 지붕형 BIPV, 천장복사 판넬 등과 같은 요소기술이 있다.	
건물에너지 성능전단 및 시뮬레이션	건물에너지 시뮬레이션 프로그램으로 건물의 형태, 특성에 따라 냉난방부하를 분석하고 건물외피나 설비시스템을 최적화함으로써 건물에너지 성능을 향상시키는 기술이다. 요소기술들의 최적 적용안 도출과 객관적 성능 검토를 위해 설계안과 표준모델 (국내별규기준)의 에너지 소비량을 비교하였다.	
LCCO ₂ 평가프로그램 구축	건물의 설계, 시공, 운영, 폐기 등 전 과정에 거쳐 투입된 에너지사용량에 따른 CO ₂ 배출량을 원단위로 환산하여 평가하는 기법이다. 설계단계에서 건물 LCCO ₂ 평가를 통해 CO ₂ 저감을 위한 대안제시가 가능하다.	
중수처리설비 시스템	생활하수를 외부 순환식 MBR(Membrane Bio Reactor)시스템으로 처리하여 화장실 용수, 청소용수로 재이용하는 시스템이다. 자동화 시스템으로 운전이 용이하고 유지관리비가 저렴하며, 처리효율 향상을 위해 고효율 멤브레인을 적용하였다.	
직류(DC) 구내배전시스템	건물에 직류 전원을 직접 공급하는 기술로 발전에서 배전까지의 직교류 변환횟수를 줄여 전력 손실을 저감한다. 가전제품, LED조명 및 각종 설비기기 등에 적용 시 교류 전압 대비 효율이 향상된다.	
객실제어시스템	IT 기술로 네트워크 환경을 구축하여 객실 내 각종 정보를 제공하고 객실자의 편의를 증대시킨 시스템이다. 출입관리, 통신기능, 실내 온도 조절 등의 서비스가 제공된다.	

국립생태원에 적용된 요소기술	내용설명	계통/흐름/상세 등 그림
저온수 난방시스템	지열히트펌프시스템의 온수 공급온도를 저온(45도이하)으로 적용하여 HVAC시스템에 저온수 공급하여 열손실 최소화과 에너지절감을 구현한다.	
알루미늄 복합판넬덕트	물관지 파형의 중공구조로 기계적 강도와 단열 성능을 확보하고, 덕트 내외부의 알루미늄 코팅으로 습기를 차단한 덕트이다. 보온재로 시공한 아연도 강판 덕트에 대비하여 배출되는 CO ₂ 발생량을 저감한다.	
우수 이용 시스템	지붕에서 집수된 빗물을 연못용수 및 정원수 등으로 재활용하고 홍수 방제를 돕는 시스템이다. 옥상녹화 부분을 투과한 빗물은 초기 우수의 오염물질이 제거되어 양호한 수질로 재이용하며 최대 강우량을 조절한다.	
태양열 급탕 시스템	집열기 내의 동판을 이용해 태양열을 흡수,저장할 수 있으며 이러한 태양열 에너지를 급탕과 난방에 활용하는 기술이다. ①집열기 : 동판과 동판을 이용하여 집열 ②축열조 : 집열기에서 취득한 열을 저장 ③열매체배관장치 : 시스템보호를 위해 열매체 배관장치를 수송/일시 저장 ④반형열교환기 : 열매체와 축열조 온수의 열교환 ⑤순환펌프 : 열매체와 축열조 온수 순환 ⑥솔라컨트롤러 : 차온제어에 의한 자동제어	
지열 이용 쿨루브시스템 (Cool Tube)	연중 일정한 지중 온도의 특성을 이용한 냉난방 에너지 절감 시스템이다. 조정지역의 신선한 외기를 지하에 매립된 배관에 유입시켜 지열을 통해 예냉 예열된 공기를 실내에 공급한다.	
지능형 CCTV	설정된 보안구역 내 사람을 추적, 녹화하는 시스템으로 기상악화 및 야간 환경에서도 성능이 우수하다.	

국립생태원에 적용된 요소기술	내용설명	계통/흐름/상세 등 그림
합성 목재	폐목재와 재활용 플라스틱 분말을 혼합, 압출 성형한 재활용 제품이다. 천연 목재와 비슷한 질감과 향기를 지닌 건축 자재로 내구성, 내후성이 우수하며 야외 수답서식지 및 육외테코에 설치 적용하였다.	
초박막 옥상녹화시스템	건물 지붕에 식물을 식재하여 지붕의 단열성능 향상, 열섬현상 완화 및 방음효과를 개선하였다. 방근과 배수, 통기 및 저수기능을 통합한 초박형, 초경량, 초간편의 저관리형 모듈이 적용되었다.	
지열 히트펌프냉난방시스템	연중 온도 약 15℃를 유지하는 지하10m이하의 지열을 건물의 냉난방에너지원으로 이용한 시스템이다. 지열을 이용한 고효율히트펌프는 에어컨과 바닥온수난방으로 연계되어 냉난방에너지를 저감한다.	
천장 복사패널 냉/난방시스템	천장에 설치된 패널에 지열과 연결된 냉/온수를 이용하여 실내의 냉난방부하를 저감하는 기술이다. 실내공기와 천장 패널 간의 온도차로 발생하는 복사, 대류현상에 의해 냉난방하여 미세먼지 및 소음발생이 저감된다.	
에너지정보 알람서비스	건물의 에너지 발생량, 소모량, 이산화탄소 발생량을 실시간으로 공유할 수 있도록 전시/홍보용 Display에 에너지소요량 등을 공유한다.	
전기자동차 (전동카트, 전기자전거)	내연기관을 사용하지 않고 전기모터로 가동하는 전동카트이다. 태양광 발전을 통해 생산된 전기를 사용할 수 있으며 연소가스 발생을 제거한다.	
전동카트 차량충전시스템	태양광으로 발전된 전력을 전기 자동차 배터리에 충전시키는 시스템이다. 충전된 에너지량과 비용, 차량 충전 상태 등의 이력이 표시된다.	

국립생태원에 적용된 요소기술	내용설명	계통/흐름/상세 등 그림
전시온실 환경제어시스템	설비 시스템을 가동하기 위해 필요한 전시온실 환경정보를 온습도계, CO ₂ 센서, 일사량 센서 등으로 감지하여 온실의 냉난방, 환기시스템에 제공하여 쾌적한 온실 환경을 구현하는 시스템이다.	
열회수형 환기장치	냉난방시 환기에 의한 에너지 손실을 줄이기 위해 열교환 환기장치를 통해 실온에 가깝게 외기를 도입하는 장치이다. 회전형 열교환 타입으로 열회수율은 약 80% 이며 실내의 배열을 회수하여 에너지절감을 실현한다.	
절수형 전자감응식 소변기	절수형 전자감응식 소변기 설치 등으로 수자원을 절약한다.	
절수형 양변기	1회 사용시 6리터이하 수량으로 수자원을 절약하는 양변기이다.	
저온 바닥난방	45℃이하 온수로 바닥을 난방하는 저온 난방 기술로 재생 에너지인 지열히트펌프를 연계한 것이 특징이다. 코일배관을 조밀하게 배치하여 발열 효율을 향상시켜 운영상의 편의를 제공하고 난방 에너지를 저감한다.	
습도조절 마감자재 (친환경 황토블록 등)	미세 다공의 흡습과 방습 기능으로 실내 습도를 조절하는 마감자재이다. 친환경 황토블록은 표면 결로 방지와 유해가스 흡착성능이 우수하다.	
절전 조명 제어 시스템	실내로 유입되는 자연광량에 따라 각 실 용도에 맞게 조명 밝기를 자동 조절하고 재실자 감지를 통해 부재 시 조명을 자동으로 점소등하는 시스템이다.	
직류LED 조명기구	연색성이 좋은 고효율 LED 광원과 광손실이 최소화된 등기구를 적용하였다. 직류용 LED 드라이버를 사용하여 교류용 드라이버에서 생기는 교류/직류 변환 손실을 제거하여 에너지 효율을 향상시킨다.	

국립생태원에 적용된 요소기술	내용설명	계통/흐름/상세 등 그림
에너지성능진단시스템 (BEMS)	에너지 사용 정보를 사용자에게 실시간으로 제공하여 자발적인 에너지 절약을 유도하는 에너지 관리 시스템이다. 실시간 에너지 소비량, 발전량, 에너지 비용, CO ₂ 환산량 및 에너지 저장 가이드라인을 사용자에게 알려준다.	
지열이용 도로용설시스템	도로나 보도에 방열관을 매설해 지열(15℃)을 바로 이용하거나 지열히트펌프에서 생산된 온수(45℃)를 방열관에 통과시켜 도로 표면에 열을 공급함으로써 강설시 눈을 녹이고 결빙을 방지하는 시스템이다.	
친환경 조경설계	기존수림과 연결된 생태환경 조성과 생태적 기법을 도입하여 지역 특성에 적합한 다양한 수종을 다층으로 식재하여 건강한 수림 환경을 조성하고 조경용수에 필요한 물 사용을 저감하였다.	
투수성포장	흙다짐포장, 자연석갈기, 관다블럭 포장 등 투수성 포장을 적용하여 빗물이 지표면으로 침투하도록 하여 우수처리능력 증대와 자연생태 복원에 기여한다.	
우수처리시설 (SNR 공법)	단지 내 개인하수처리시설에 SNR공법(자연통풍형 호기조/습지조를 이용한 하수고도처리기술) 을 적용하여 기계식 우수처리시설에 비해 유지관리가 편리하고 슬러지 처리비용 등을 최소화한다.	
Bottom Ash 수평배수제 적용	부지조성 공사에서 연약지반처리용 수평배수제 중 일부를 공사비 절감 및 환경보전 차원에서 인근 서천화력발전소의 산업부산물인 바텀애시를 재활용한다. 수평배수제 용도로 사용시 투수계수가 우수하며, 폐기를 재활용에 따른 환경보전에 장점이 있다	