



도시기반 환경·에너지 복합플랜트

Smart Urban Lifeline Infrastructure Matrix

2011. 1. 31

이 태 원 박사 (한국건설기술연구원)

목 차

- ▶ 플랜트 건설산업 개요
- ▶ 도시/건물의 에너지 이용실태 및 문제점
- ▶ 도시기반시설의 문제점 및 복합플랜트화 방안
- ▶ 도시기반시설을 위한 지하공간 이용방안

목 차

- ▶ 플랜트 건설산업 개요
- ▶ 도시/건물의 에너지 이용실태 및 문제점
- ▶ 도시기반시설의 문제점 및 복합플랜트화 방안
- ▶ 도시기반시설을 위한 지하공간 이용방안

플랜트 산업 : 정의

- ▶ 제품을 생산하기 위한 기계, 장비 등의 H/W, 그 설치에 필요한 설계, 엔지니어링 등의 S/W 및 건설 시공과 유지보수가 포함되는 종합산업
- ▶ 공장설비나 기계장치 및 전기·통신설비 등의 종합체로 토목, 건축, 전기 등과 같이 설계의 전반적인 기술을 기계 및 환경분야와 접목하여 각종 생산시설이나 제조 공장, 생산설비 등을 설계, 시공하는 산업

플랜트 산업 : 특징

- ➤ 복합공정을 통해 계획된 산출물을 생산하는 통합설비
- 제조업과 서비스업의 성격을 동시에 가짐
- 세계적인 공업화와 자원개발 등에 따라 급속히 발전
- 부가가치가 높은 지식집약형 산업으로 수출유발효과가 큼
- 고급인력 활용과 기자재 소비유발효과 등을 통해 타 산업 분야에 미치는 연관효과가 매우 큰 전략산업
- ➤ Input을 이용하여 Output을 생산하는 Process가 존재
- 타당성조사로부터 시운전 및 유지보수까지 EPC Project
- 기계, 화공, 전기, 토목 및 건축 등 모든 공정이 존재하는 독립된 종합시설물
- ➤ 단순 생활소비재가 아닌 사회기반 산업설비

플랜트 산업 : 사업단계 분류

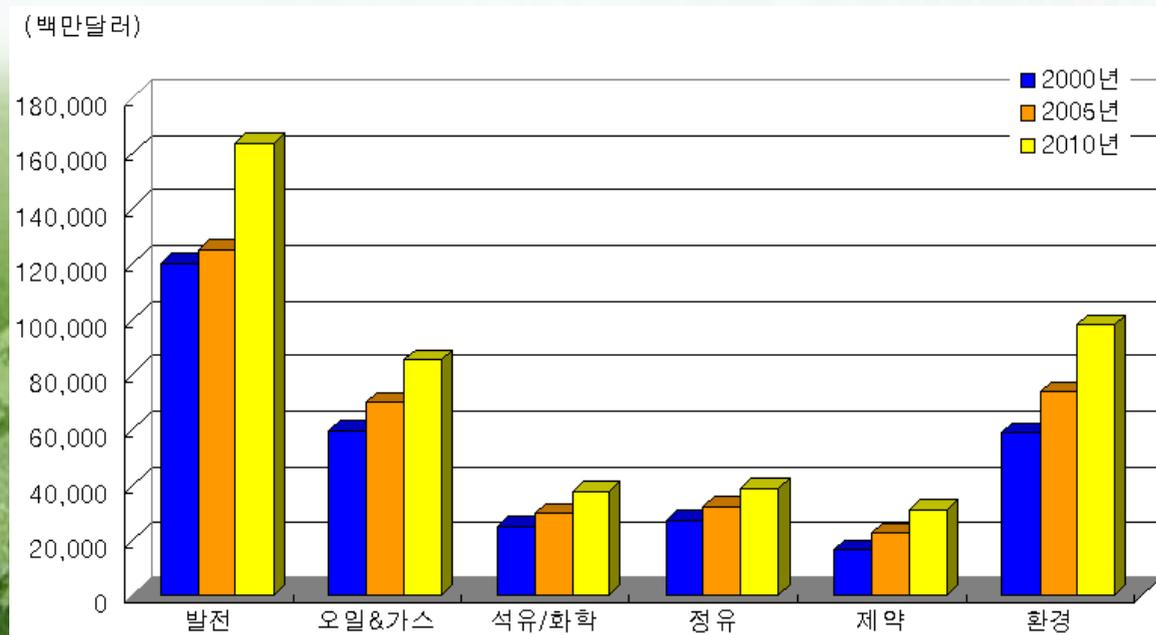
사업 단계	관련 업무	담당 주체
기획	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 사업타당성 조사 (Feasibility Study) ✓ 소요자금 조달 (Financing) ✓ 사업관리(PM/CM) 	개발자
설계	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 기본설계 (Basic Engineering) ✓ 상세설계 (Detail Engineering) ✓ 턴키계약 (contract, Turn-Key) 	공통
건설	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 자재 구매조달 (Procurement) ✓ 시공 (Construction) 	시공업체
유지보수	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 시운전 (Commissioning) ✓ 운전 (Operation) ✓ 유지보수 (Maintenance) 	사업주 (Owner)

플랜트 산업과 일반 건설산업의 비교

비교 항목	플랜트 건설사업	일반 건설사업
발주자	소수의 민간	다수의 공공 및 민간
발주방식	턴키 일반화(EPC)	턴키 및 설계·시공 분리
입·낙찰 방식	기술경쟁 요소가 지배	가격경쟁력이 지배
경쟁방식	지명경쟁 일반화	공개경쟁 일반화
자재 공급방식	주문생산방식 일반화	기성 제품이 일반화
원가지배요소	기자재 구입비	시공비
사업지배역량	설계·시공자의 역량	발주자의 사업관리 역량
프로젝트 관리	사업의 손익을 결정	발주자의 역량이 좌우
브랜드(인지도)영향	거의 절대적인 영향력 발휘	영향력 크지 않음

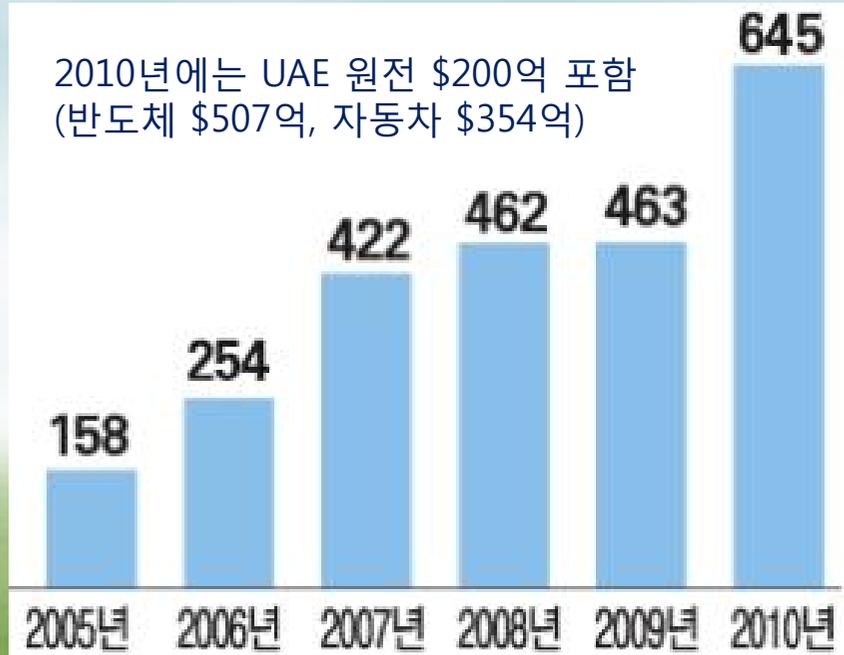
세계 플랜트 시장 전망

- 2011년 : 약 \$7,000억
- 2015년 : 약 \$1조 예상
- 2035년 : 석유가스플랜트 \$1.4조
발전플랜트 \$1.8
(중양아, 동남아, 중동, 아프리카 중남미 등)

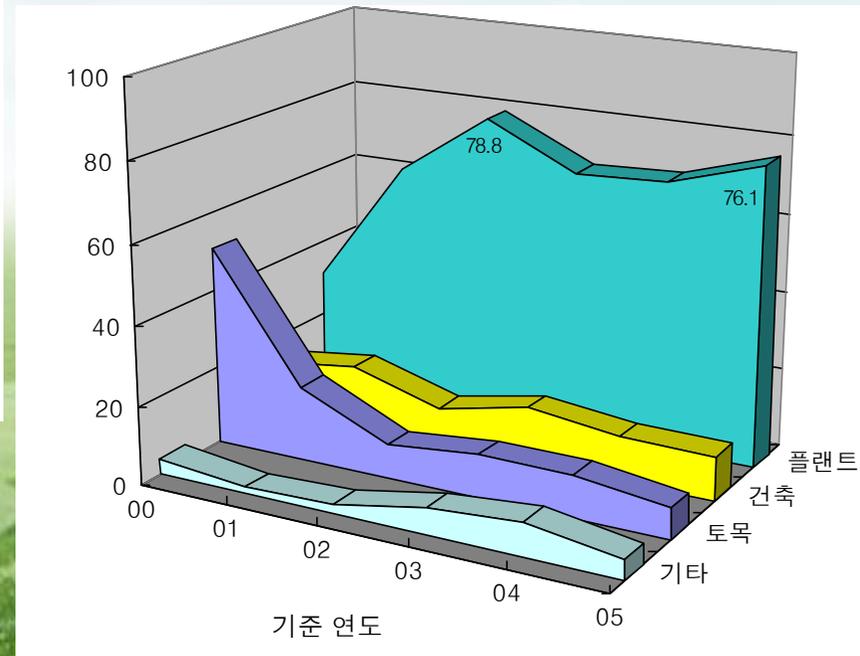


분야별 세계 플랜트 시장 전망 (건설산업연구원)

해외 플랜트 건설 수주 현황



연도별 해외 플랜트 건설수주 추이
(지식경제부 자료)



건설공종별 해외 건설수주 추이
(해외건설협회 자료)

국내 플랜트 산업의 문제점

- ▶ **해외 수출 호황에도 불구하고 대외 경쟁력 미흡**
 - 시장 협소 및 편중(공공부문 발주 환경 및 에너지 설비에 의존)
 - 상세설계와 시공 이외에 핵심기술의 미비로 해외시장 진출 곤란
 - 부가가치가 큰 해외 플랜트의 계획 및 설계 불가능, 시공경험 부족
- ▶ **해외 플랜트 시장의 집중**
 - 80% 이상이 중동 및 동남아
 - 정제·석유화학 및 발전분야에 치중(60% 이상)
 - 특정 지역의 경기나 정세 및 분야별 투자계획에 취약
- ▶ **원천기술, 핵심기자재의 대부분을 외국기업에 의존**
 - 엔지니어링 및 사업수행 등 원천기술 미확보(65~75), 종합 경쟁력 저하
 - 수주액의 70% 이상이 해외로 재지출, 수익성 저하
 - 상세설계, 시공분야 강점이 있으나, 유럽과 중국의 견제 심화
- ▶ **선진 외국업체의 카르텔 시장 형상**
 - KBR, Technip(불), Snamprogetti(이), Bechtel(미), Chiyoda(일), Sasol 등
 - 부가가치가 큰 대규모 턴키 건설 수주 제한적
 - 컨소시엄 참여 불가, 일부 유틸리티 시설의 건설에만 참여

국내 플랜트 산업 발전방향

▶ 플랜트 건설산업의 전략목표 수립

- 시장 수주 목표량 설정?
- 주력시장 선정 및 맞춤형 진출확대 전략 수립
- 중앙아, 동남아, 아프리카, 중남미 시장
- 발전, 환경 및 오일·가스 플랜트 분야

▶ 경쟁국들과 차별화 및 고부가가치화

- 기획·개발, 기본설계, 시운전 및 유지보수, 사업수행 분야 경쟁력 확보
- 세계 플랜트 시장의 지속적인 모니터링
- 정책분석 기능 강화
- 엔지니어링, 컨설팅 및 금융 등 지식서비스 산업과 융합

▶ 기술기반 및 인프라 확충

- 원천·핵심기술, FEED 패키지(기본설계 포함), 시운전 및 운영기술 확보
- 국내외 인증을 위한 Test Bed 사업 수행 및 실증을 통한 기술자립
- 새로운 시장에 진입하기 위한 특화형 사업모델 개발
- 해외 지역별 기획·개발형 플랜트 사업모델과의 결합
- 연구개발 프로그램, 지식 데이터베이스, 표준 등의 기술기반 확충
- 인력 및 장비, Virtual Plant 플랫폼, 실증평가시설 등의 인프라 구축

목 차

- ▶ 플랜트 건설산업 개요
- ▶ 도시/건물의 에너지 이용실태 및 문제점
- ▶ 도시기반시설의 문제점 및 복합플랜트화 방안
- ▶ 도시기반시설을 위한 지하공간 이용방안

에너지 소비와 한국경제

에너지 소비효율 (백만TOE/천\$, 2007, IEA)



에너지 다소비 산업의 비중 (삼성연)



에너지 수입과 무역수지 (억\$, 2008)

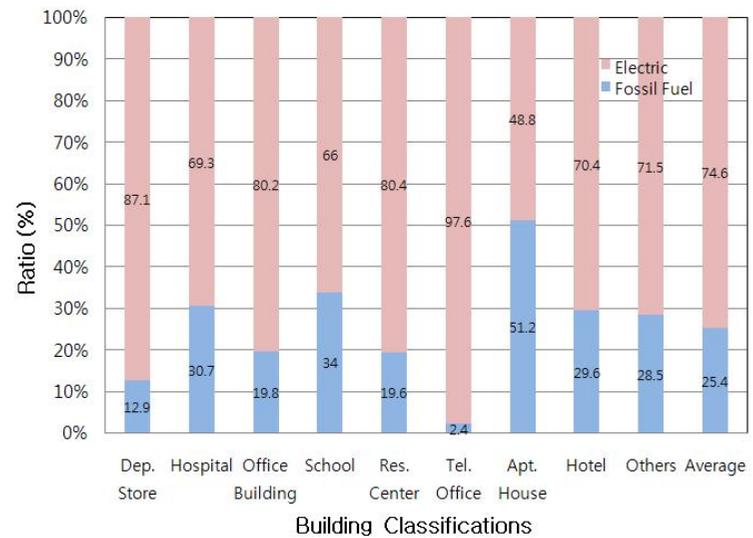
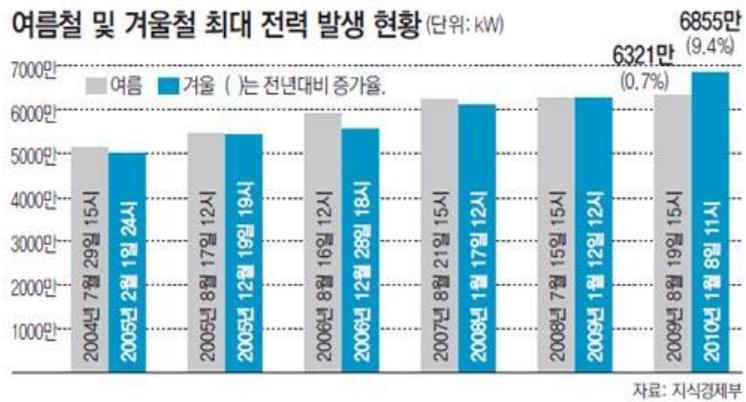
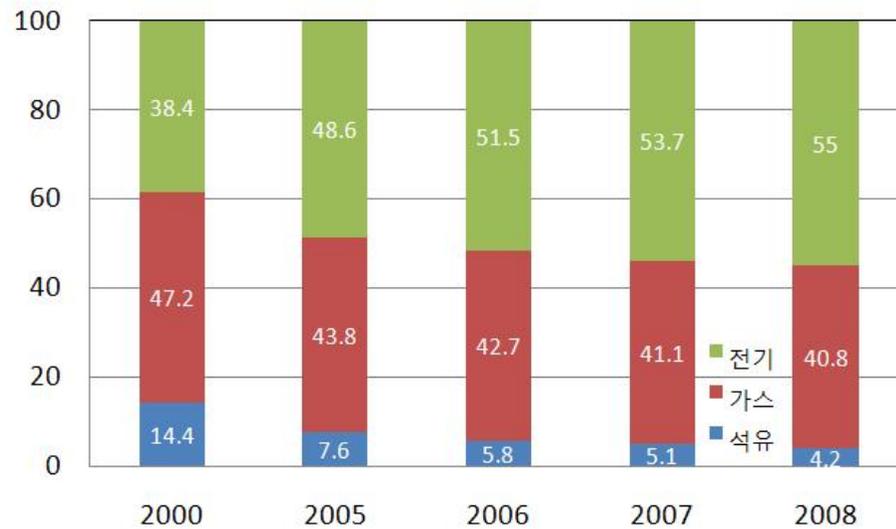
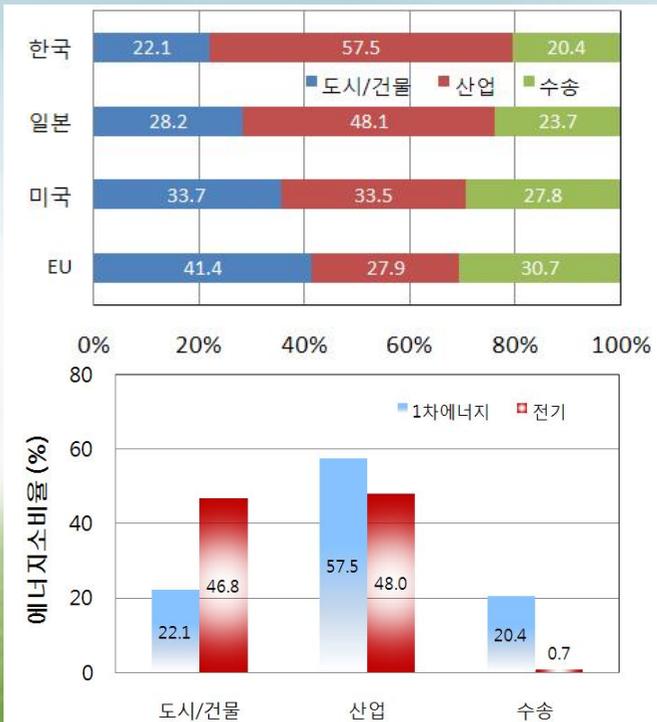


국제유가와 경제 (2007, 삼성경제연)

국제유가 10% 상승시



도시·건물의 에너지 소비 및 시사점



세계의 전력사정 및 문제점

- Nuclear Power Station Breakdown
- Black Out
- Low Efficiency

- Construction to meet the Demand
- New & Renewable Energy
- Smart Grid

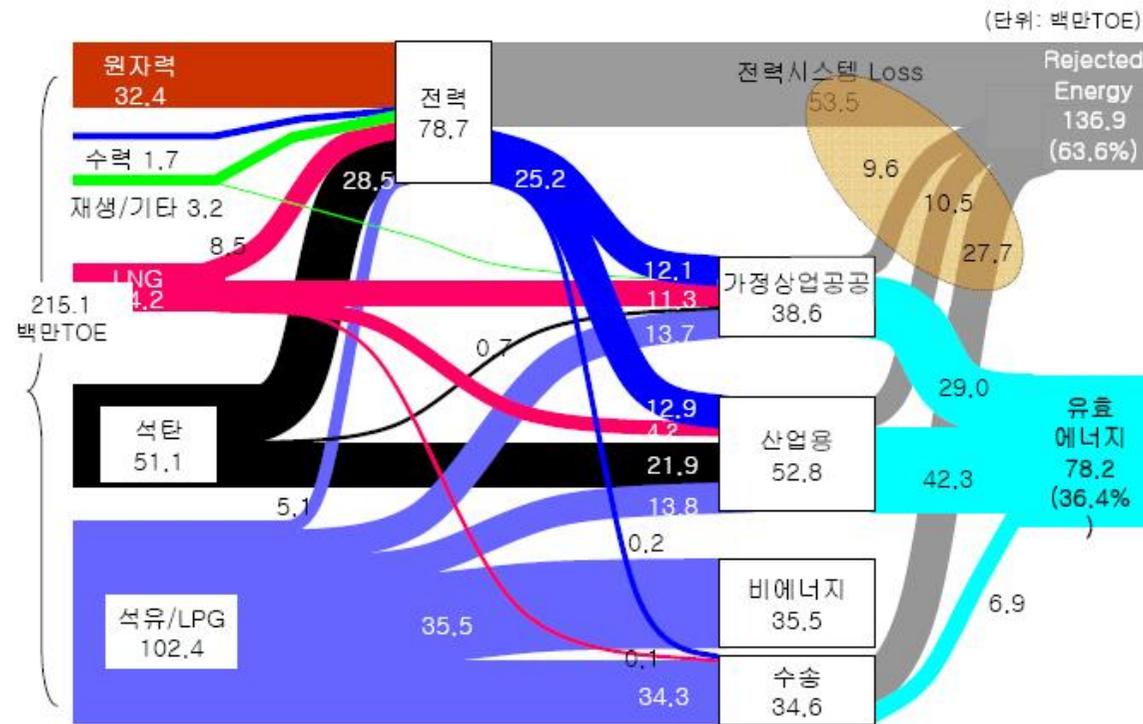
No Other Solution??

국내 전력소비 및 발전체계



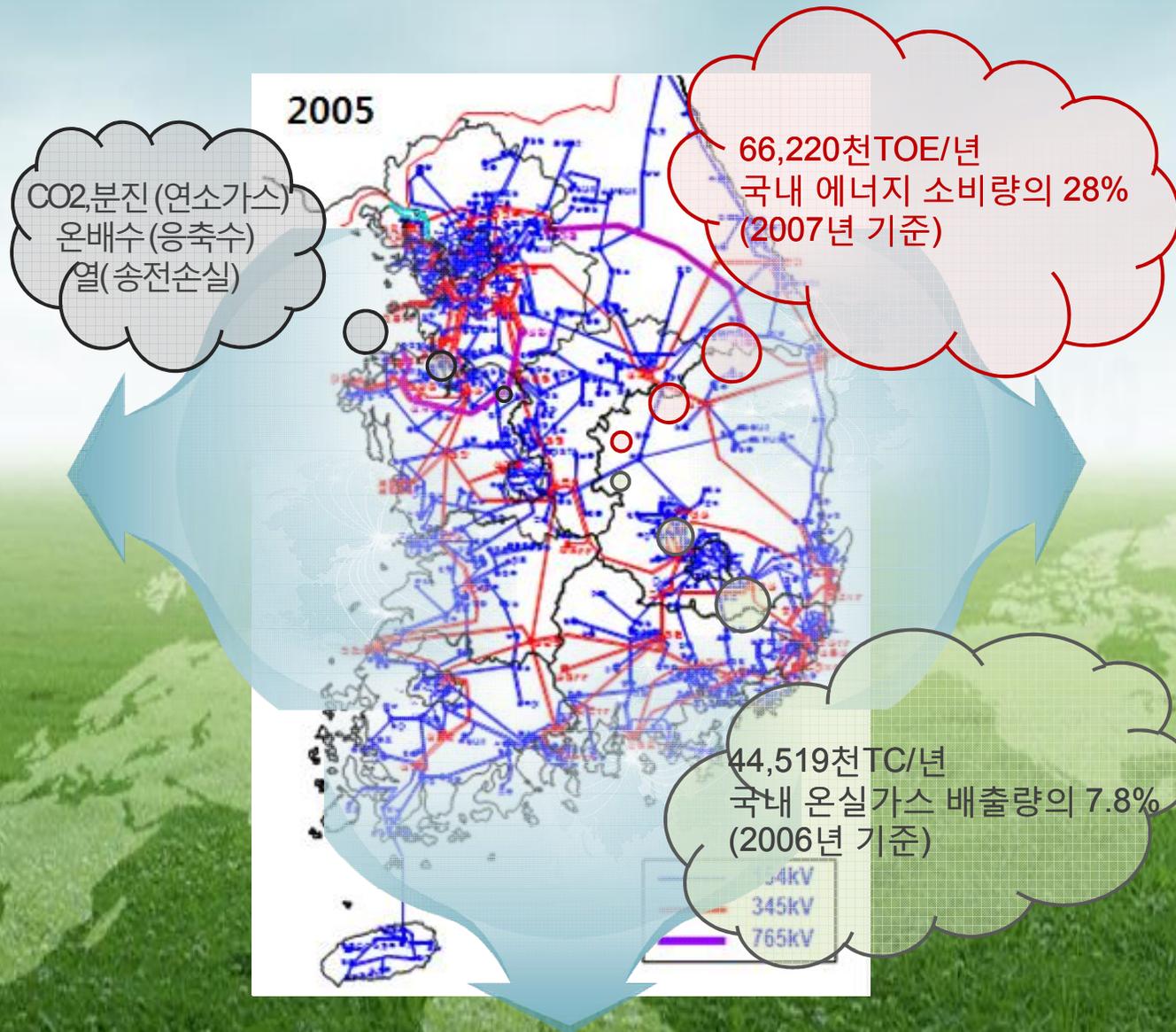
발전에 의한 에너지 소비

전체 에너지의 36.4%가 유효에너지이고 63.6%의 에너지가 미활용

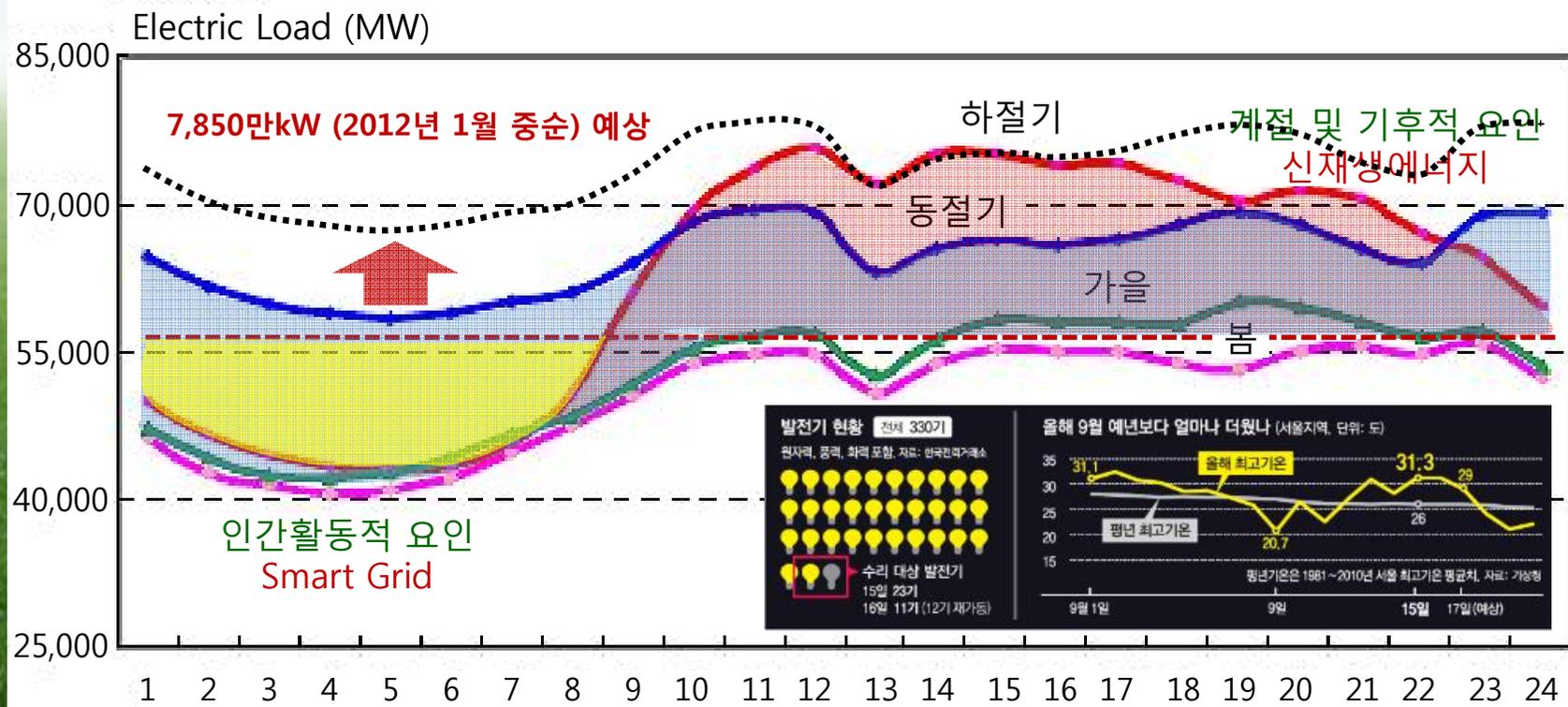
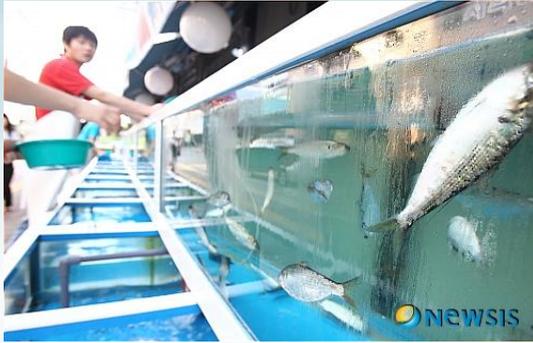


주) 연구팀에서 자원에너지주요용계(상자부, '05.3)을 근간으로 작성. 에너지이용부문의 에너지Loss는 미국과 유사하다고 가정하여 산정

발전에 따른 에너지 소비 및 환경부하



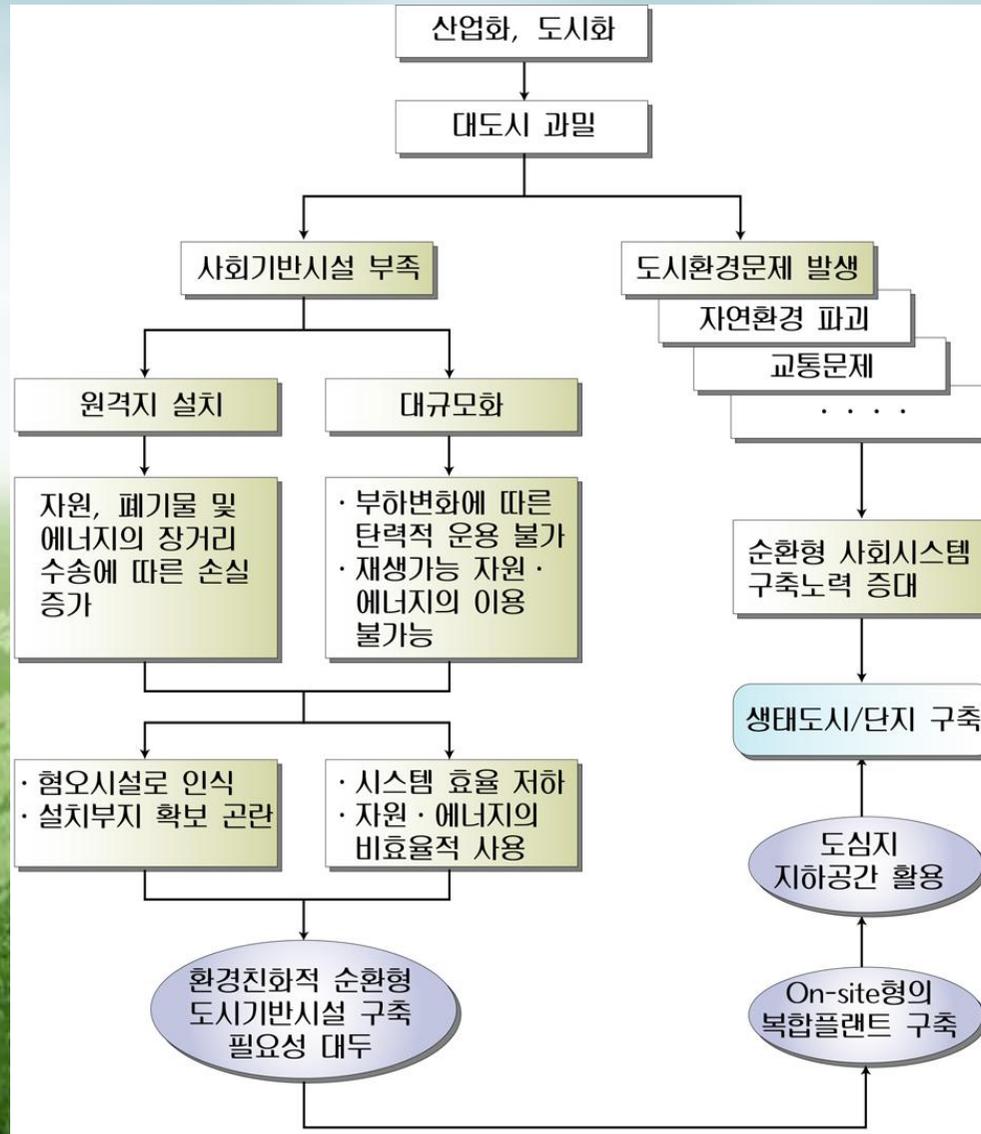
국내 에너지 공급체계의 문제



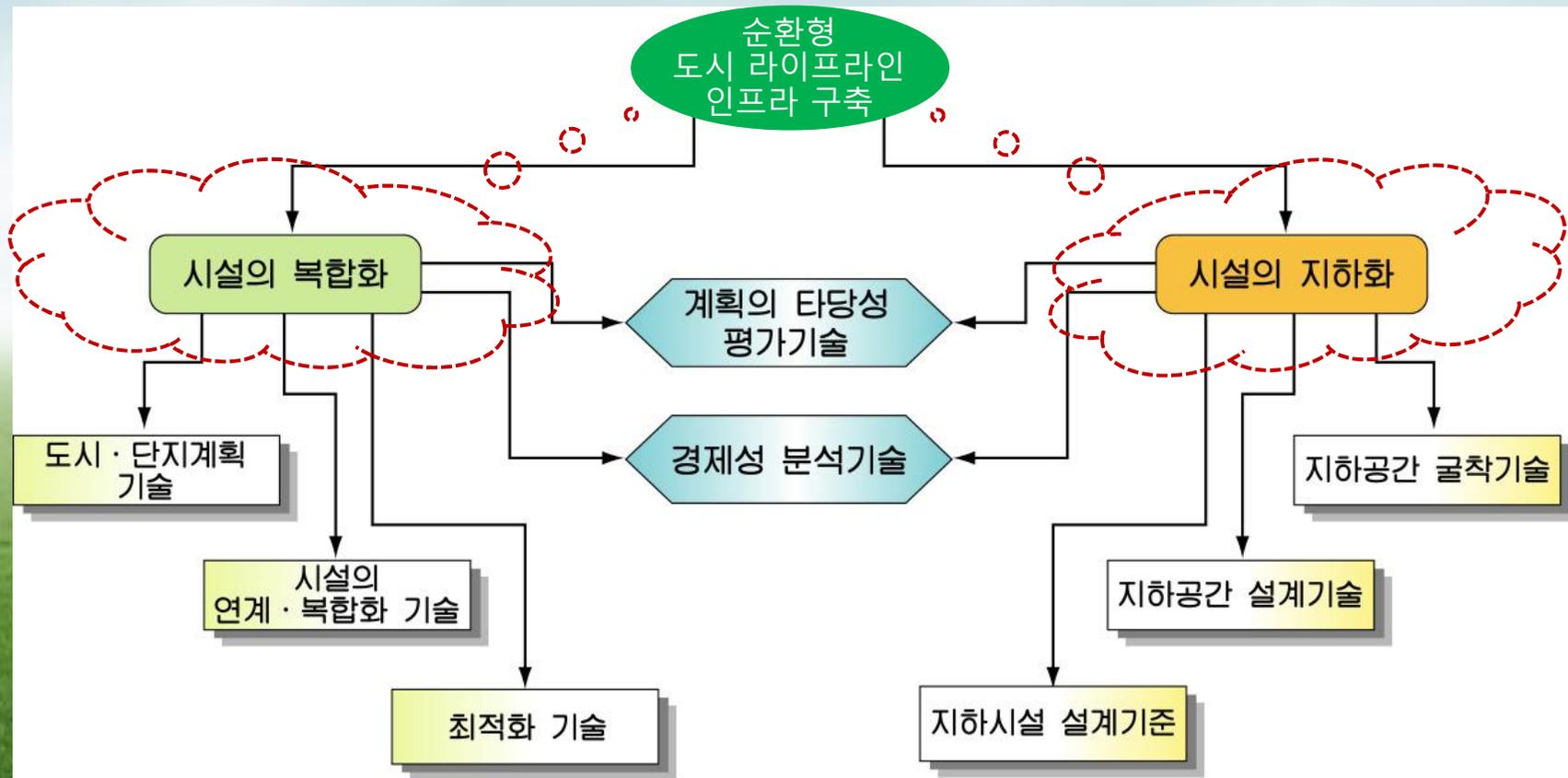
목 차

- ▶ 플랜트 건설산업 개요
- ▶ 도시/건물의 에너지 이용실태 및 문제점
- ▶ 도시기반시설의 문제점 및 복합플랜트화 방안
- ▶ 도시기반시설을 위한 지하공간 이용방안

산업화 및 도시화 전개과정



순환형 도시기반설비 구축방안 검토



도시 라이프라인 인프라 설치주체

- ▶ 도시계획 관련 제도, 지침
 - 국토의 계획 및 이용에 관한 법률,
 - 도시계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙,
 - 토공택지개발편람
- ▶ 총론적으로는 건설사업자에 의무화되어 있으나 세부지침 전무
- ▶ 유관 부처(지식경제부 등)와 개별사업자에 단순 위임 실태
- ▶ 도시계획(토지이용계획)과 유리되어 계획, 설치 및 운영
- ▶ 다양한 개별 도시의 특성을 반영한 에너지공급 및 환경기초 시설의설치가 원천적으로 불가능

개별 유틸리티 사업자의 시설 분할, 독점

- ▶ 사업자 및 운영자가 달라 개별 시설의 최적운영에만 관심 집중
- ▶ 능동적 연계운전이 현실적으로 불가능하여 운영효율이 매우 낮은 수준
 - 고효율이면서 배열이용 가능한 도심복합화력발전시설 운전 최소화
- ▶ 평균효율(33% 수준)이 낮은 석탄화력/원자력발전 등에 70% 이상 의존
 - 석탄의 온실가스 배출강도는 LNG의 1.8배, 대기 및 해양오염 심화
- ▶ 동절기 및 하절기 전력수급난(최대전력수요 발생) 반복 발생
- ▶ 신도시 개발시 열공급사업자와 도시가스사업자의 갈등 고조

물리적, 수동적 연결수준의 집단화 체계

- ▶ 기존 복합화력발전과 자원화시설은 열공급시설에 단지 물리적 연결 수준
- ▶ 최소한의 수동적 연계로 종합 이용효율이 매우 낮음
- ▶ 발전배열 및 소각배열 이용율과 연간 가동율(30% 내외)이 낮음
 - 전력생산단가가 높아 전력거래소에서 외면되는 등 악순환 반복
- ▶ 열공급사업자에 의한 자가발전, 열전용보일러 이용율이 꾸준히 증가
- ▶ 행정중심복합도시의 사례 : 형태만 갖추고 기능은 여전히 독립

협오시설로 인식된 도시기반 라이프라인 인프라

- ▶ 시설의 대규모화 :
 - 개별 유틸리티사업자에 의한 규모의 경제 논리 반영
 - 국내 지역난방시설의 평균 규모는 일본 평균의 20배 수준
- ▶ 수요처/발생원으로부터 원거리 설치
 - 님비현상에 기인
 - 자원 및 에너지의 장거리 반송에 따른 비효율 수반
- ▶ 시설별 별도의 조건에 따른 입지선정
- ▶ 각종 에너지자원 순환형 연구개발 결과 및 모델의 현장적용 불가능

문제점 및 해결방안 요약

현재의 문제점 (에너지 분야 주도)

- 도시개발 정책과 에너지 이용·관리정책의 유리
- 에너지원별 수요편차 극심, 가속화
- 전력수요 중심의 에너지 공급체계 및 운영
- 원자력·석탄 기반 발전체계
- 전력 발전·요금단가 왜곡

- 에너지원별 개별적 공급 및 운영시스템
- 전력 중심의 Smart Grid
- 수요와 공급의 시스템화 및 연계 부족
- 신재생에너지 단순 적용
- 임기대응적 수동적 수요 관리

대응방안 및 기술 (건설분야 주도)

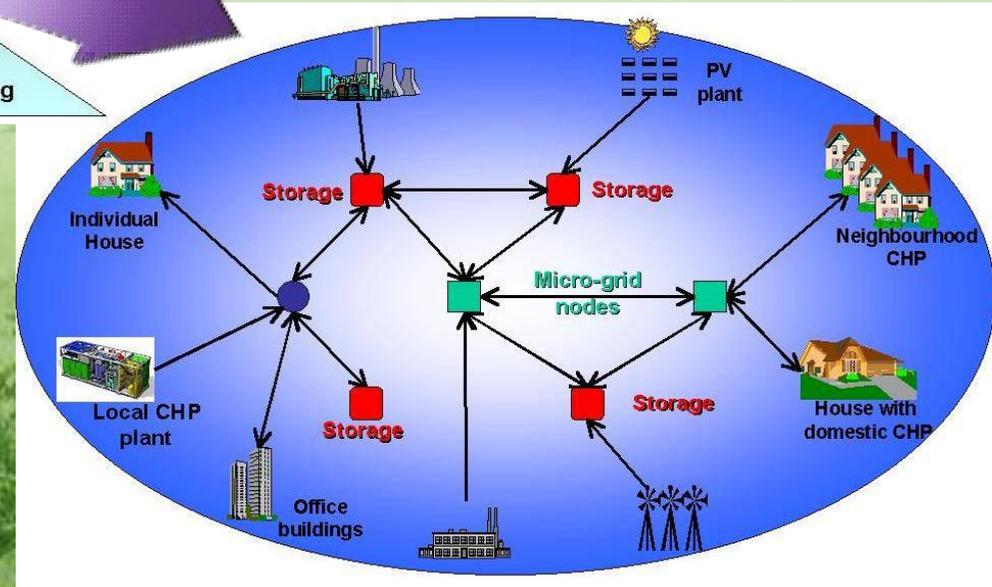
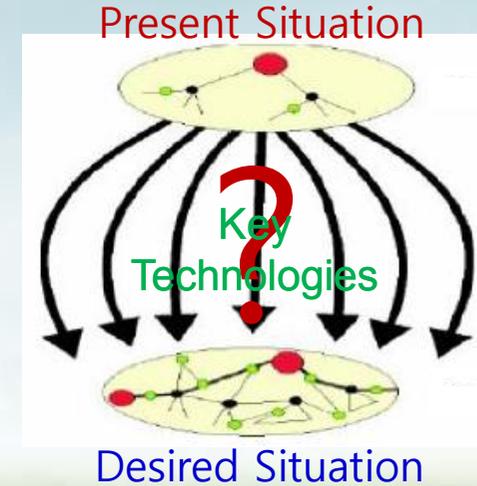
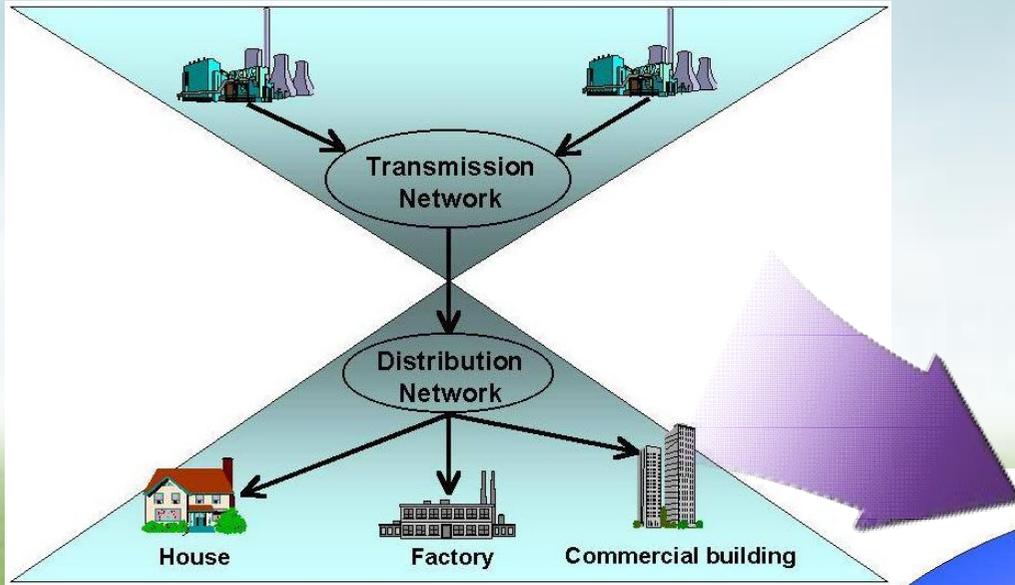
- 에너지 수요평준화 관점의 합리적 토지이용계획
- 에너지사용계획 협의절차 현실화, 내실화
- 열수요 중심의 에너지 공급, 운영
- 도심복합화력 기반 발전체계
- 에너지 지방자체체계 구축

- 친환경 도시계획 및 토지 이용계획 기술
- 커뮤니티 단위 복합 Micro Grid 구축 기술
- 복합 시스템 운영·관리기술
- 신재생에너지 연계이용기술
- 차세대 지식기반 고효율 Active BEMS 기술

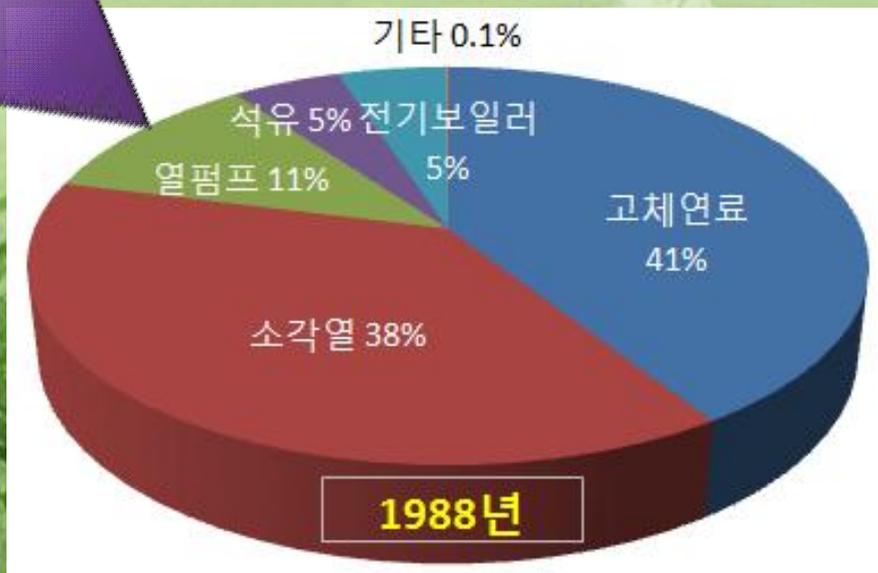
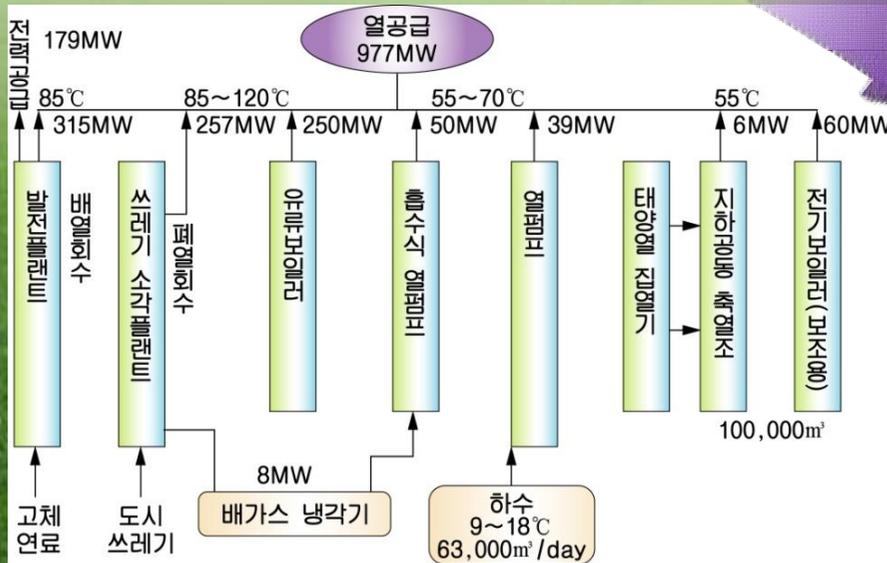
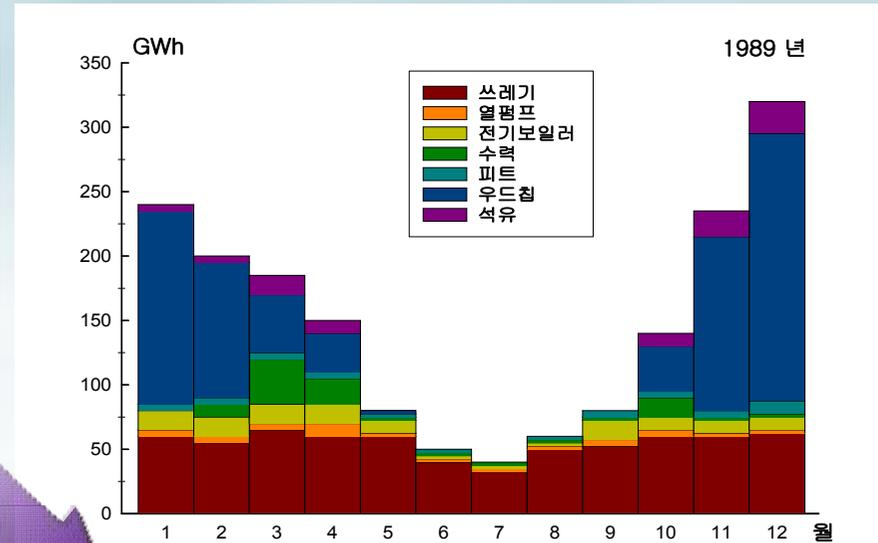
정책

기술

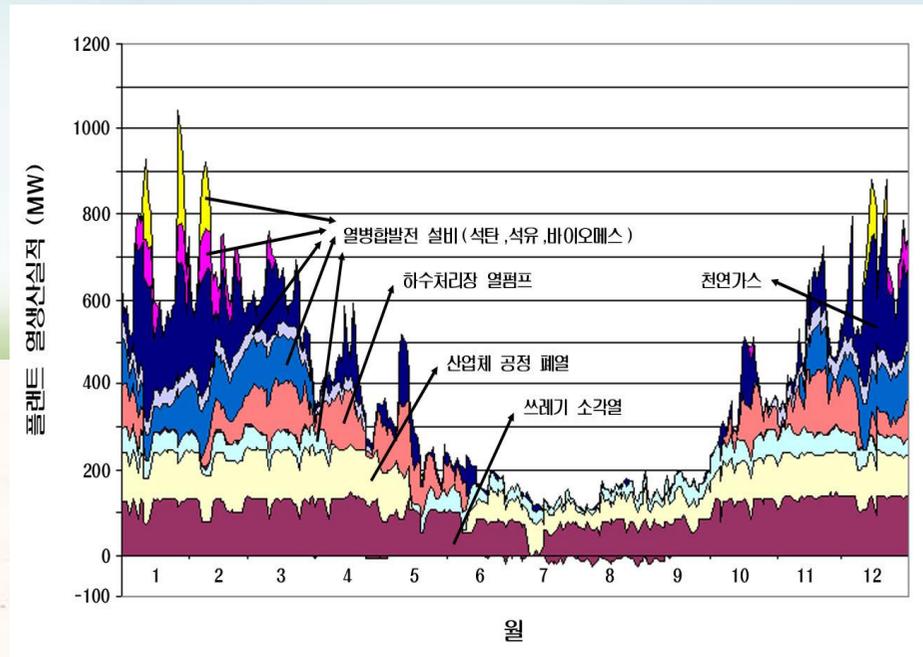
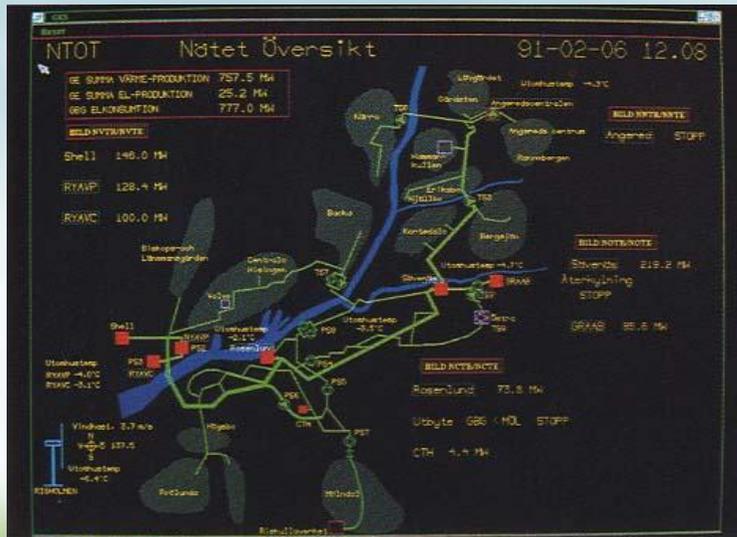
도시 라이프라인 인프라의 패러다임 변화



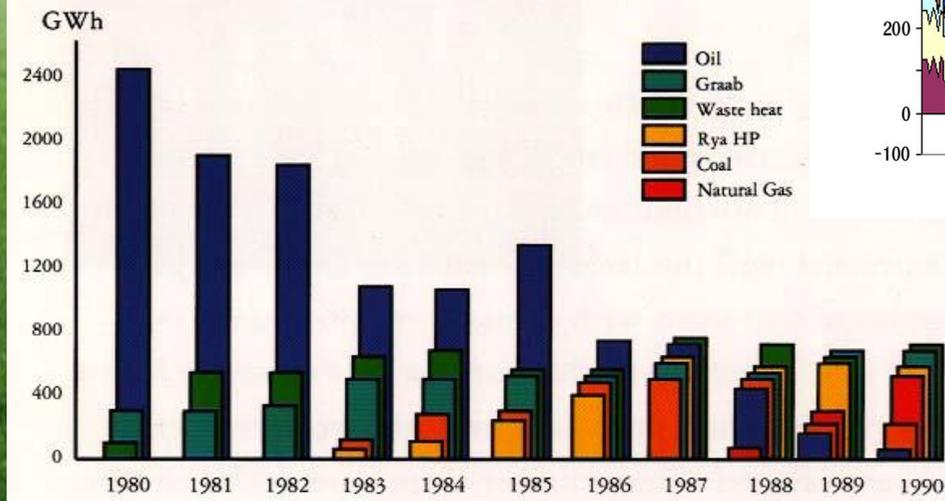
Uppasala시의 사례



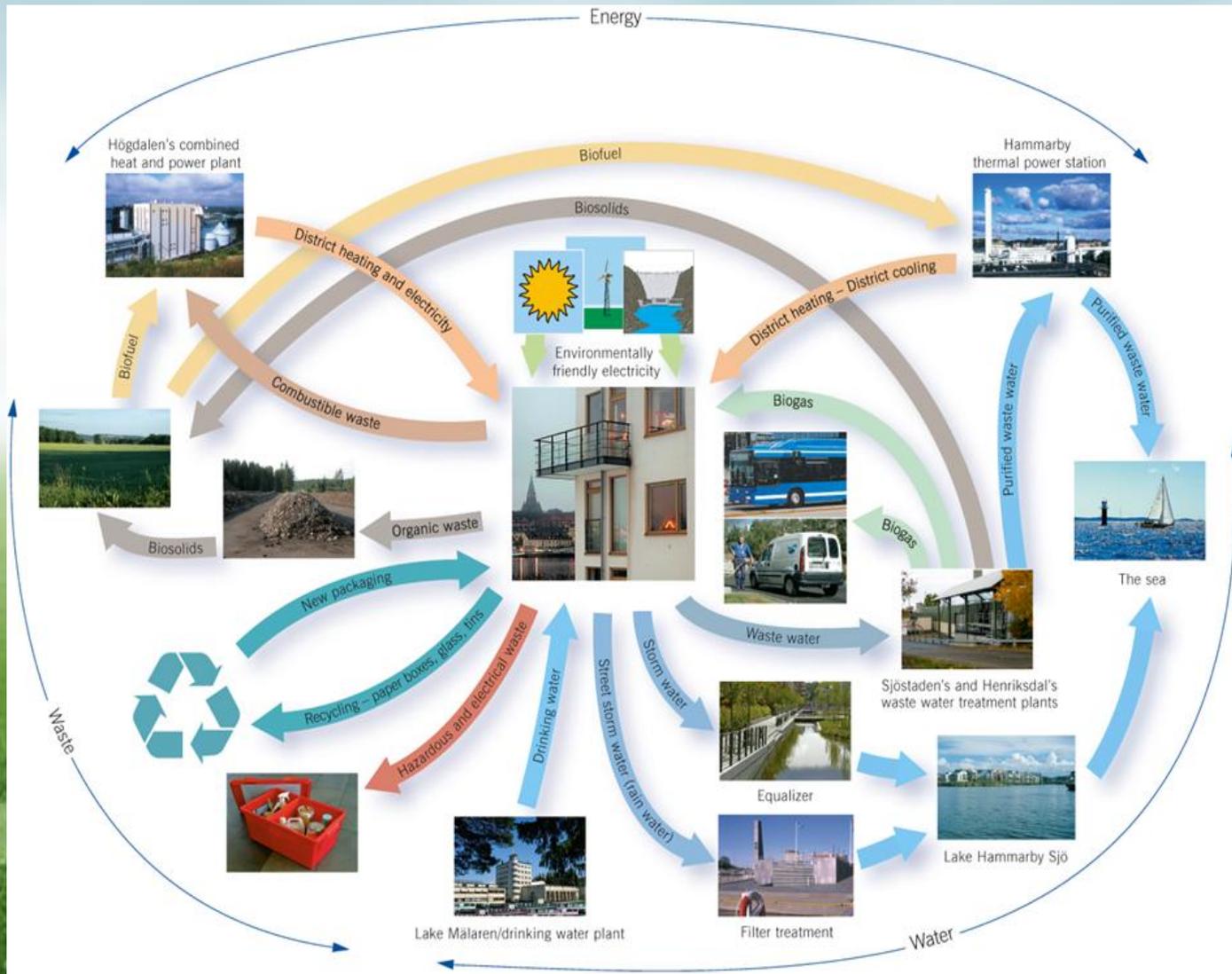
Gothenberg시의 사례



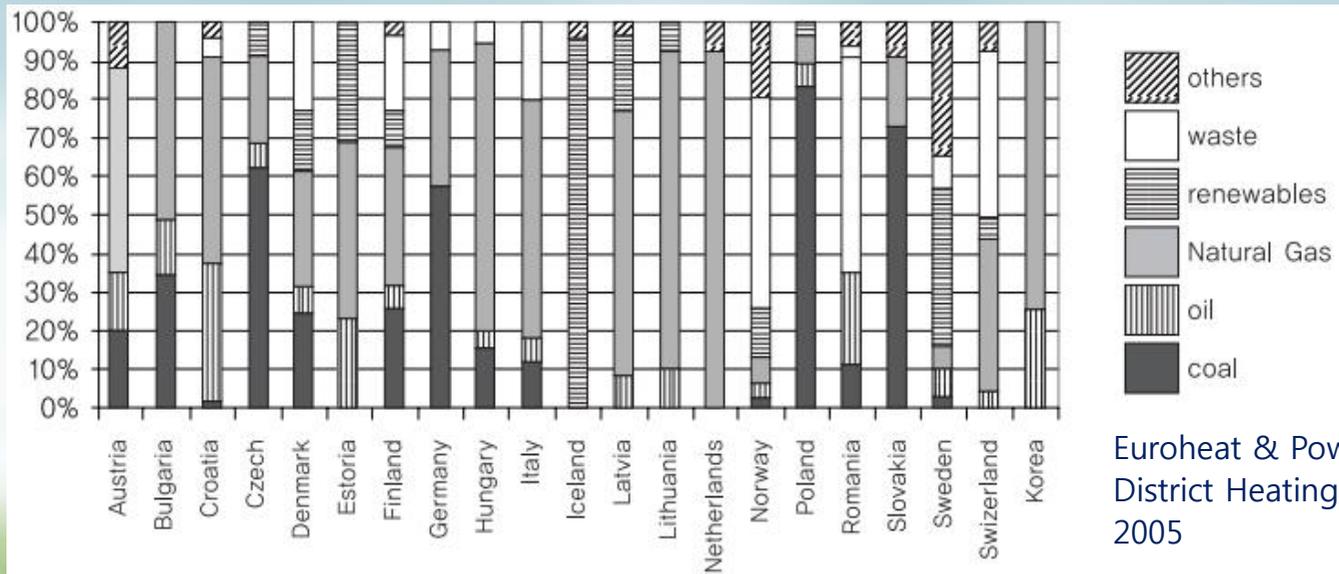
Fuel consumption and energy supply 1980 - 1990



Hammarby 생태도시 순환모델



각국의 집단에너지 공급체계 비교

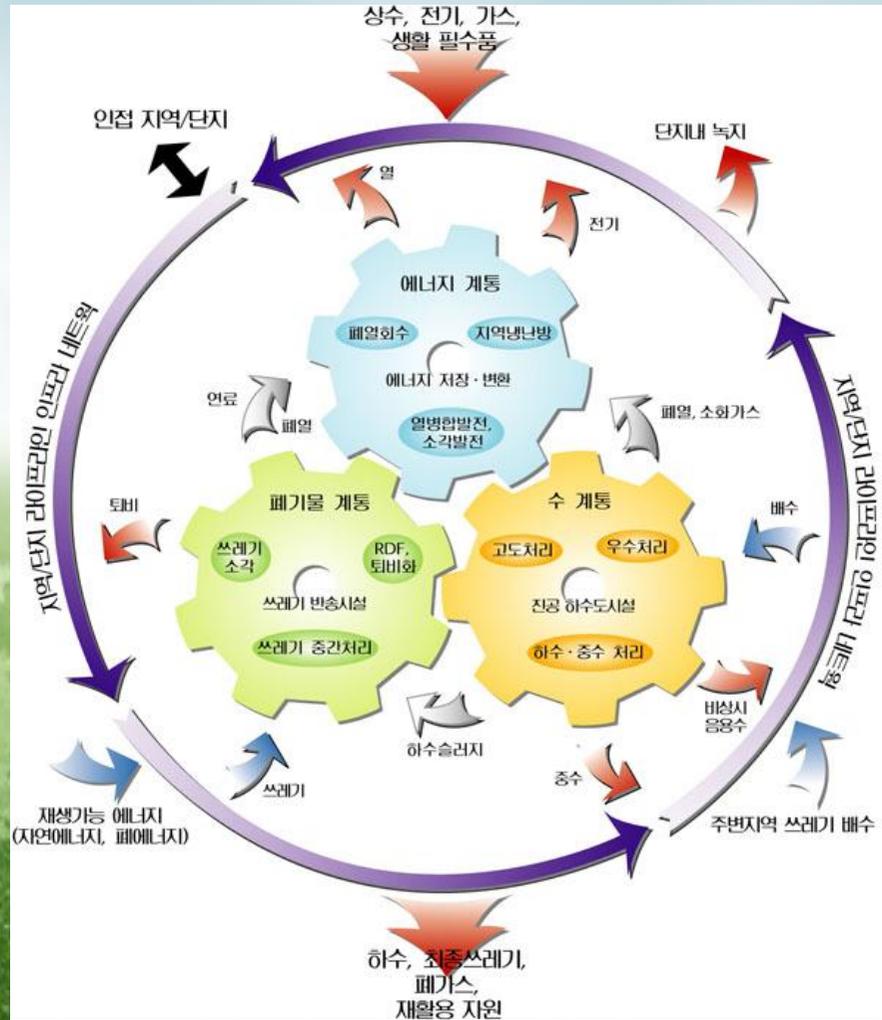


구분	보급율(%)	사업자수(개)	열판매량 (천Gcal/년)	1개사업자별 열판매량 (천Gcal/년)
덴마크	50	425	26,511	62.4
스웨덴	38	152	34,617	227.7
핀란드	50	127	21,362	23.2
프랑스	3.5	379	20,373	53.8
독일	12	233	83,998	360.5
폴란드	34	720	86,435	120.0
체코	33	1,850	49,179	26.6
일본	-	83 (138)	4,419	53.2 (32.0)
한국	7.8	3 (14)	8,823	2,941 (630.2)

주) 자료: District Heating Statistics. UNICHAL 1995, 1998

순환형 도시기반 복합플랜트의 개념

복합플랜트란 도시생활에 필수적인 자원/에너지를 효과적으로 이용한 시스템



에너지, 수 및 폐기물의 순환계통을 유기적으로 연관시켜 자원/에너지의 절약 및 순환활동 극대화

대규모로 건설되는 도시배후 지원공급 처리시설 (에너지공급 및 환경기초시설 등)이 안고 있는 문제점 해결 및 비효율성 개선

순환형 도시기반 복합플랜트의 필요성

70년대 이후 도시화/산업화 과정에서 고도 성장에 따른 양적 팽창으로 인해 도시기반 플랜트의 대량 공급 필요성에 따라 대규모 용량의 독립적인 플랜트를 도시외곽에 주로 건설

최근에는 양적 팽창이 정점에 도달, 유가상승 및 지구환경차원의 규제 등으로 인해 도시기반 플랜트 건설패러다임의 변화가 요구

각 유틸리티 공급사업자는 고유의 기능만을 수행하기 위해 신재생 에너지의 도입이나 순환형 시스템의 구축에 매우 소극적

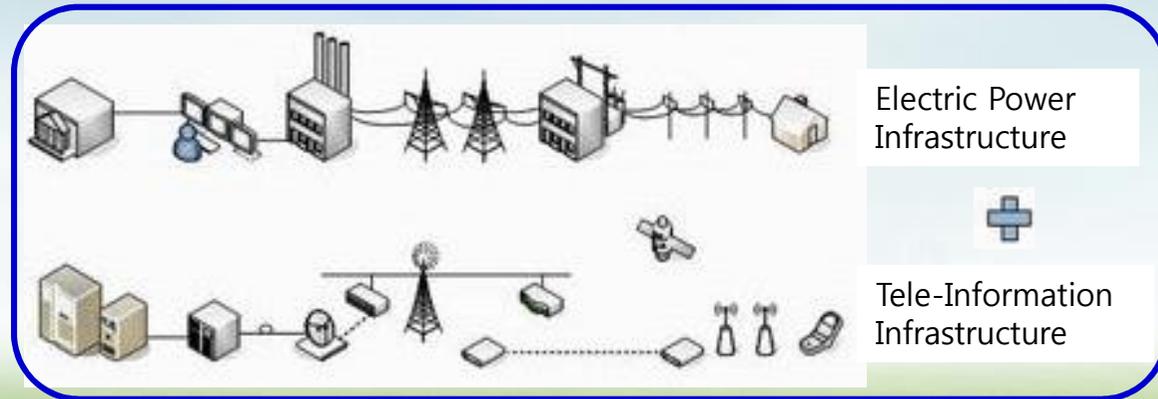
도시기반 플랜트의 질적 향상을 위해, 종합적인 공급/처리체계의 구축과 순환형 시스템의 도입 노력이 필요함

Smart Energy Matrix (도시 에너지 복합이용체계)

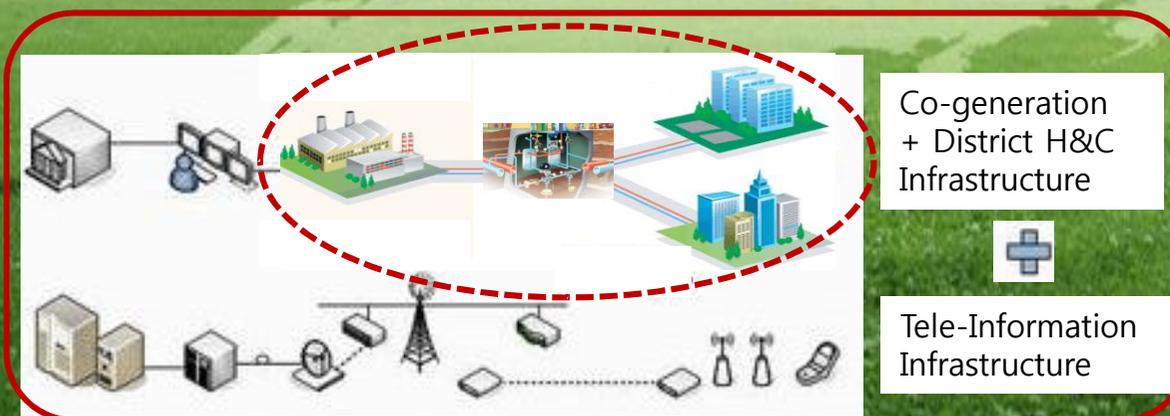
- ▶ 전력계통의 정보화를 통한 효율향상을 위한 스마트 그리드(Smart Grid)에 대비되는 개념
- ▶ 전력은 물론 가스와 열 및 각종 자원 공급계통을 포함하여 배열과 신재생에너지원, 폐자원 등 도시자원의 효과적 활용
- ▶ 수요의 평준화 및 관리를 통해 도시 및 건물 분야 에너지자원의 수요를 근본적, 획기적으로 줄이기 위한 시스템
- ▶ 개략 검토에 의하면 2007년 기준 총 국가 에너지 소비량의 3.6%에 해당하는 8,554천TOE의 에너지 절감(도시·건물분야 에너지소비량의 약 16.4%에 해당)
- ▶ 온실가스 배출량 중 42,409천TC(2006 국가 총 배출량의 7.4%에 해당) 삭감
- ▶ 냉·난방용 전력부하 감소(하절기 냉방용의 경우 4,865GWh 상당)로 피크부하 대체 가능할 것으로 예상

Smart (Thermal) Energy Matrix

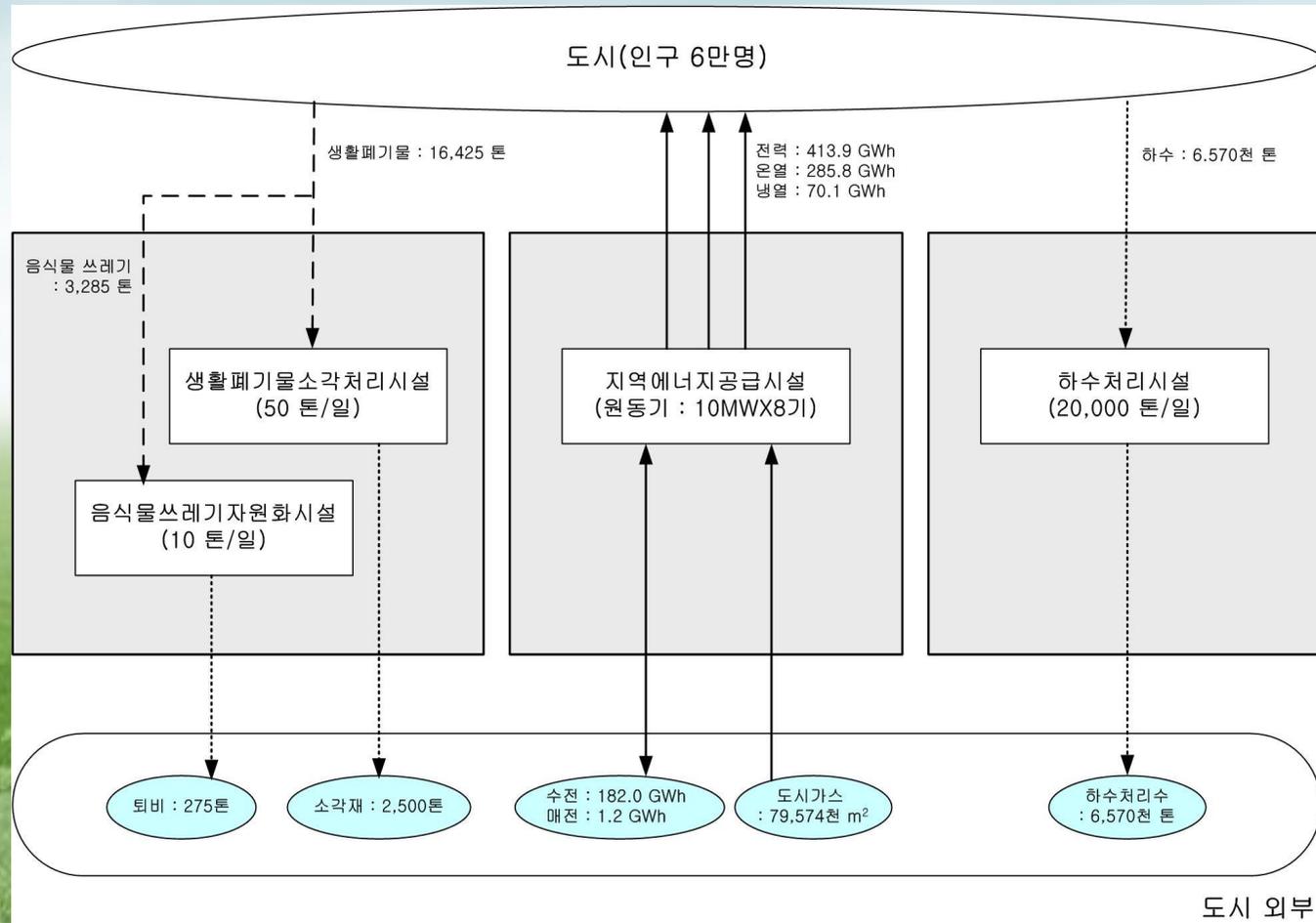
Smart Electric Grid



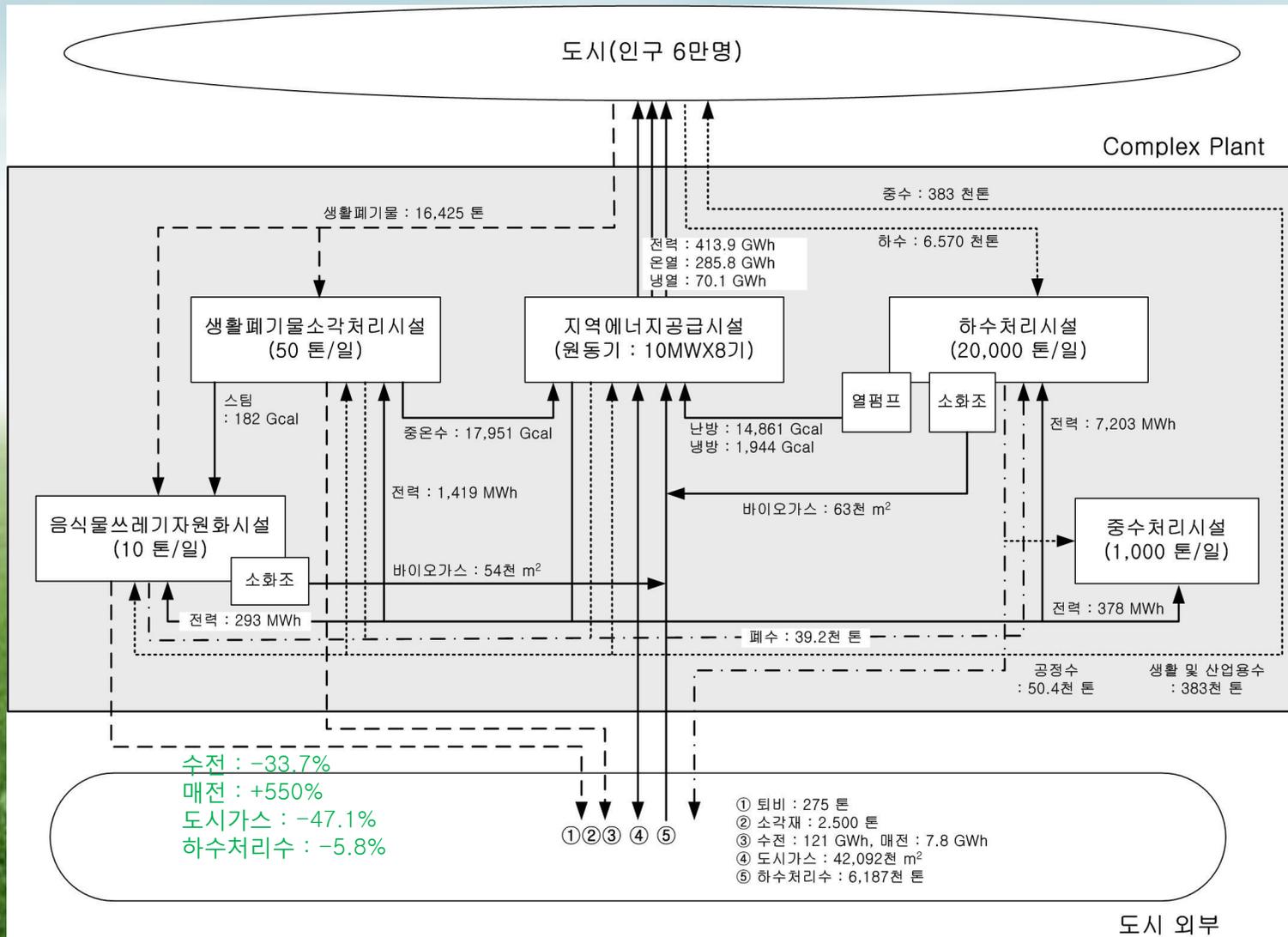
Smart (Thermal) Energy Matrix



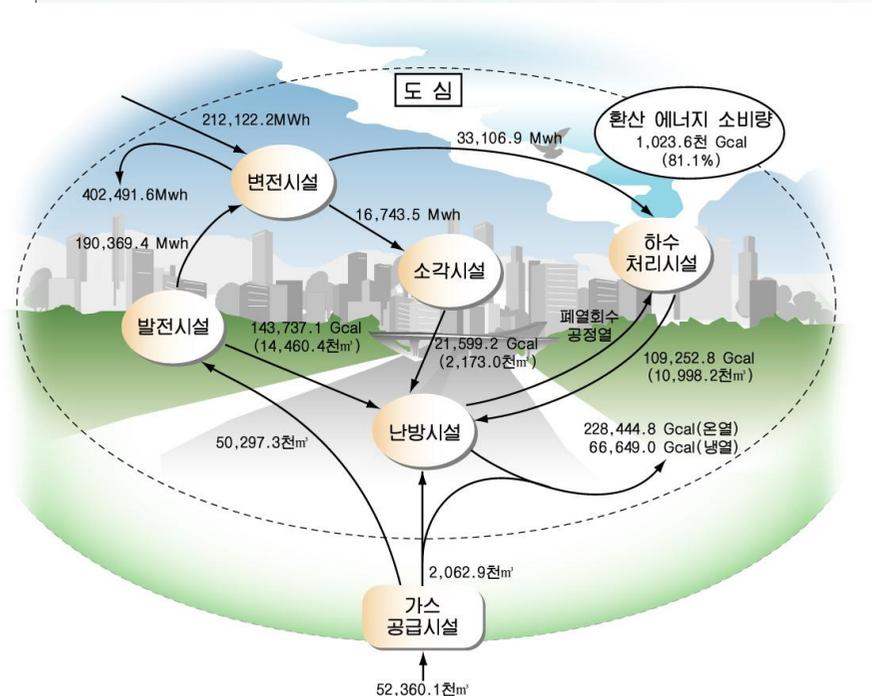
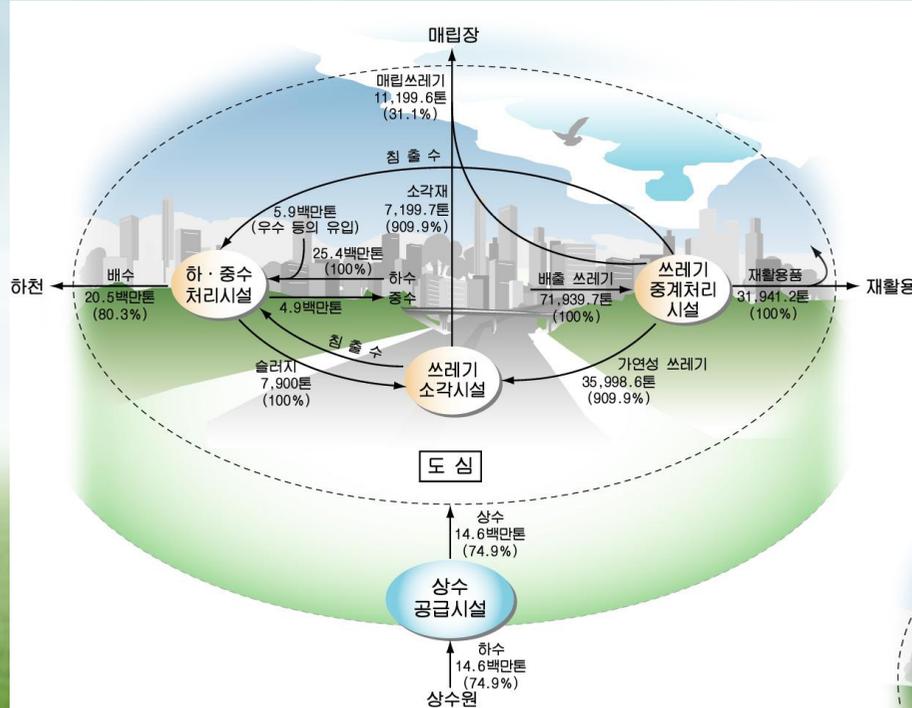
개별(기존)시설의 열·물질수지



복합시설의 열·물질수지



시설의 복합화에 따른 효과분석



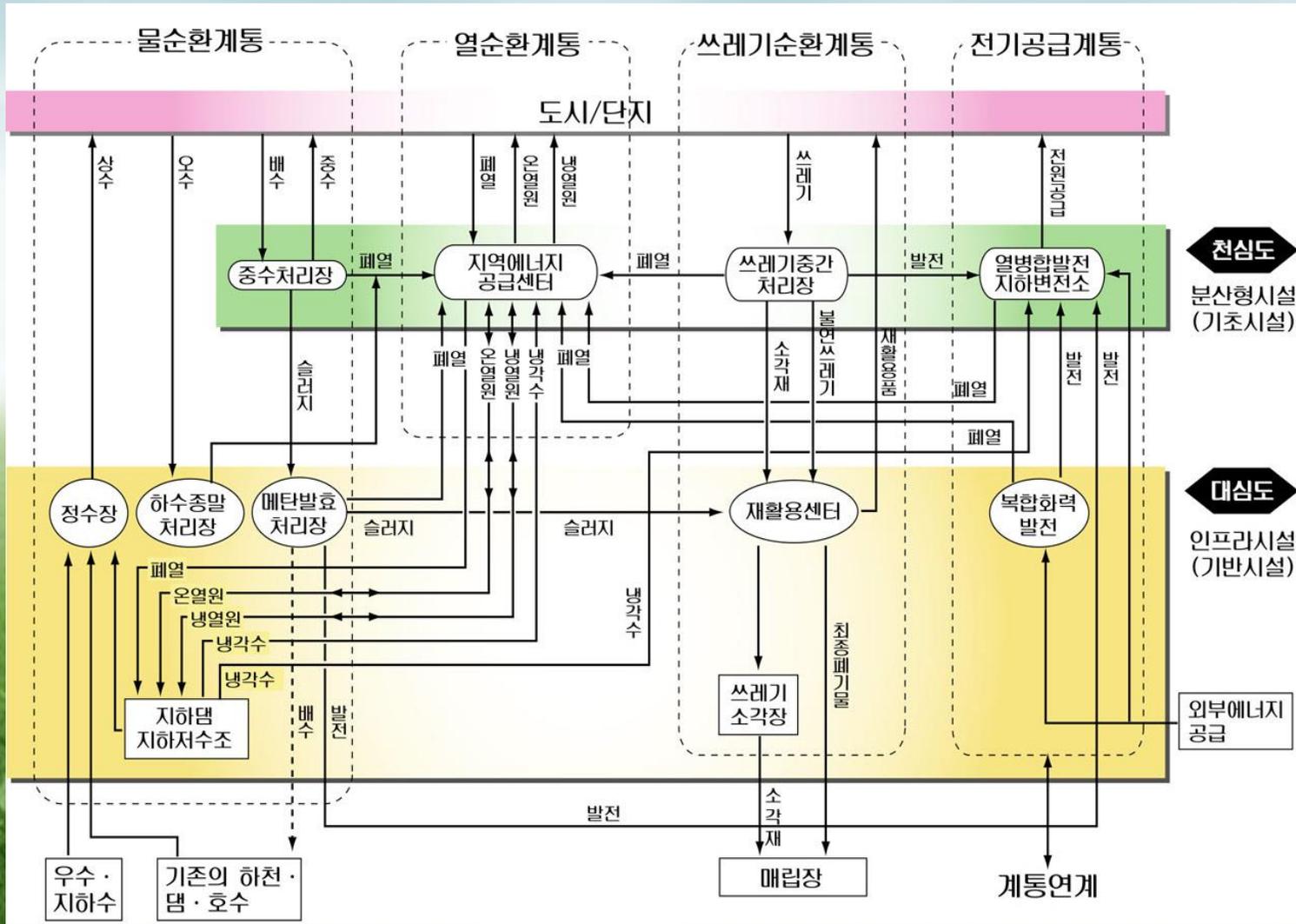
자족, 순환형 도시 라이프라인 인프라 구축방안 (1)

- ▶ 도시계획시 자원·에너지의 수요, 공급 및 처리에 대한 검토 필수
 - 도시개발사업자에 의한 종합계획(기존 협의의 도시계획과 도시기반 설비의 유기적 연계) 수립 필수
 - 도시계획 수립시 유관분야들의 협의체 운영
 - 도시계획 지원 라이프라인 인프라 코디네이터 양성
- ▶ 지역 단위 도시기반 공급·처리시설의 단일 사업자화
 - 시설의 능동적, 유기적인 설치, 운영을 통한 고효율화 가능
 - 신재생에너지 등 분산형 시설의 접목의 전제조건
- ▶ 시설의 능동적, 유기적인 설치, 운영 필수
 - 핵심 엔지니어링(특히 계획 및 설계) 기술 개발, 제도개선

자족, 순환형 도시 라이프라인 인프라 구축방안 (2)

- ▶ on-site 중소규모의 복합플랜트 구축 필수
 - 환경 및 주민친화형으로 수요처 및 발생처 내에 설치 가능 (공원, 체육시설 등 공공용지의 지하 활용)
 - 각종 자원에너지 순환형 연구개발 모델의 현장적용 가능
 - 신재생에너지 등 분산형 시설의 접목의 필수조건
 - 옹살라시, 고텐베르그시, 함마비 신도시(스위덴) 등 모범사례 다수
- ▶ 자본 및 기술집약적 고부가가치 기술개발 및 제도적 지원 필수
 - 도시기반 플랜트 건설 관련 핵심기술의 국산화
 - 국내 건설사의 핵심 엔지니어링 역량 배양
 - 세계적 순환형 도시기반 복합플랜트 모델도시 건설 및 홍보
 - 국내 플랜트 건설기술의 해외 수출 기반 확보
- ▶ 순환형 도시자원 복합플랜트 사업단 추진
 - 플랜트기술고도화사업 (국토해양부)

순환형 도시기반 복합플랜트 구성체계



국내 도시계획 반영사례

〔해외 열병합시설의 복합화/지하화 설치사례〕

국가	위치	복합시설	비고
노르웨이	오슬로시 교외	하수처리장+열병합발전	지하화
스웨덴	스톡홀름 북서쪽	열발전+소각+하수처리	지하화

자료) 건설기술연구원, 지하공간을 이용한 혐오시설의 복합플랜트화 연구보고서('04)

〔국내 처리시설의 지하화 설치사례〕

위 치	시설명	시설 특징	비 고
서울 중구	자원재활용처리장	쓰레기 중계처리, 재활용	지하공간 : 93천㎡
대구 지산	하수처리장	4만5천톤처리	사입비 550억
제주 서귀포	동부하수처리장	하수처리시설 2만톤	반지하복개식

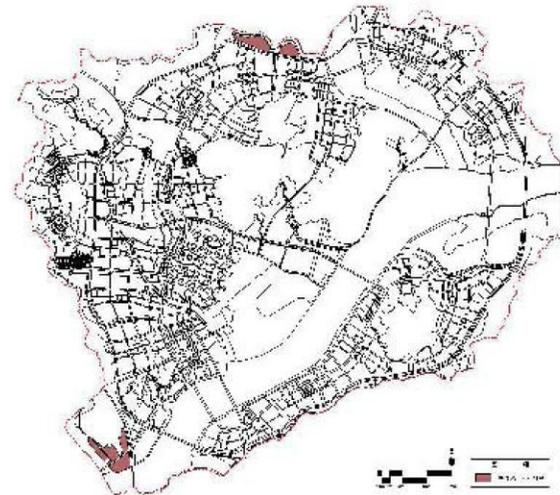
주) 지상부는 체육 및 공원시설

〔공급처리시설의 복합화〕

분 류	기 능	관 련 시 설
열생산시설	LNG로부터 열을 생산하여 생활권에 공급	열병합발전소
전기발전시설	전기발전을 통해 전기의 생산 및 공급	열병합발전소
하수처리시설	하수의 안정적 처리를 통해 생활환경개선	하수처리장
슬러지처리시설	하수슬러지와 유기성폐기물을 감량화/에너지화	소화조
폐기물처리시설	폐기물의 안정적, 위생적 처리	고체연료(RDF)제조
재활용시설	폐기물의 재활용처리, 수거	재활용수거, 처리

〔복합공급처리시설 계획〕

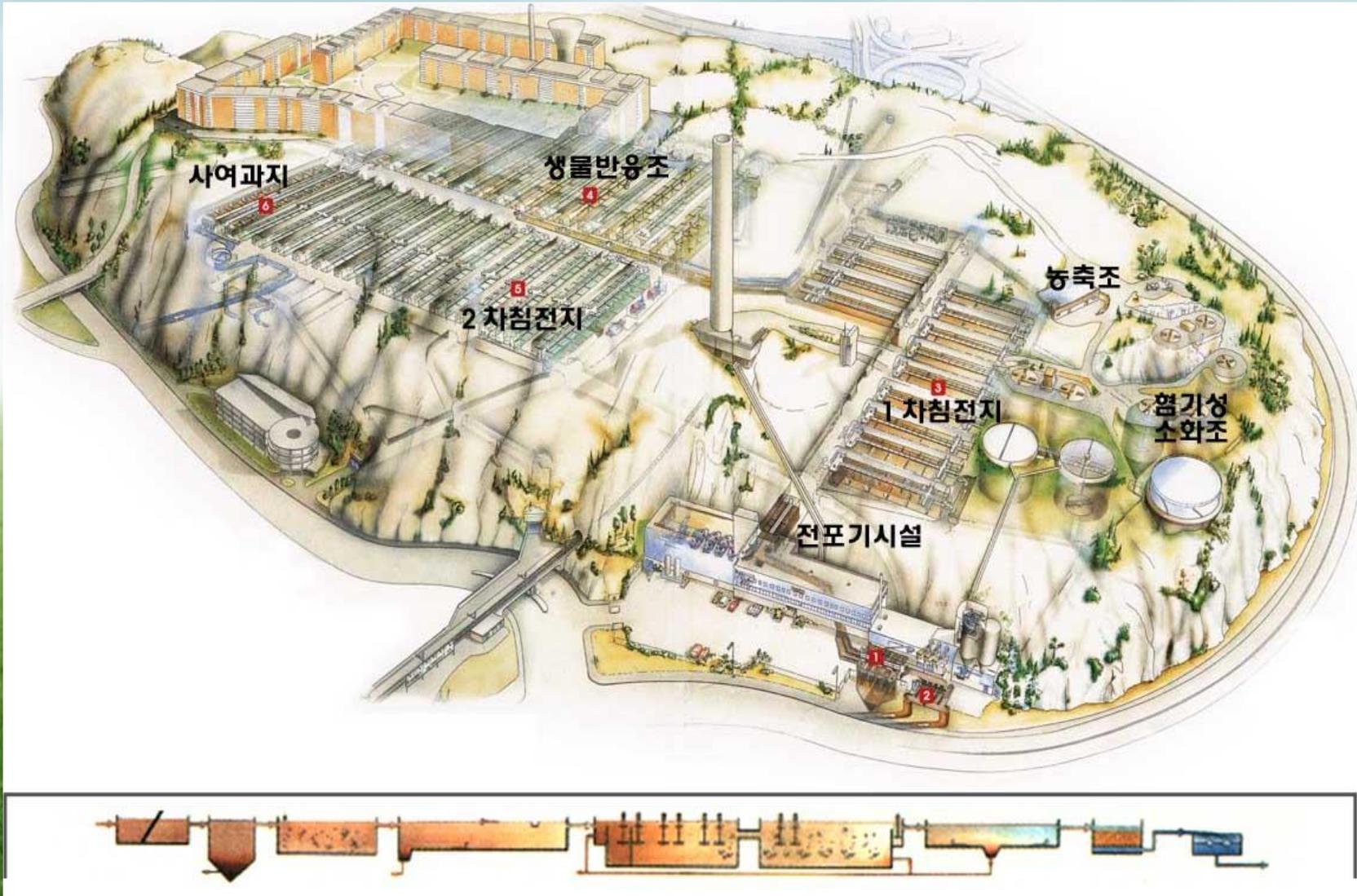
구분	번호	위 치	면적(㎡)	비고
합계	-	-	494,962	
복합 공급 처리 시설	소계		206,055	
	복합1	연기군 남면 연기리 818답 일원	10,057	가스공급
		연기군 남면 연기리 821답 일원	3,668	변전소
		연기군 남면 연기리 288전 일원	129,391	열병합발전
		연기군 남면 연기리 815답 일원	11,626	재활용,연료화
		연기군 남면 연기리 132전 일원	51,313	하수종말
	소계		288,907	
	복합2	연기군 남면 송원리 638답 일원	62,467	가스공급 변전소
		연기군 남면 송원리 671대 일원	71,167	열병합발전
		연기군 남면 송원리 512-2장 일원	57,375	재활용,연료화
연기군 남면 송원리 529전 일원		97,898	하수종말	



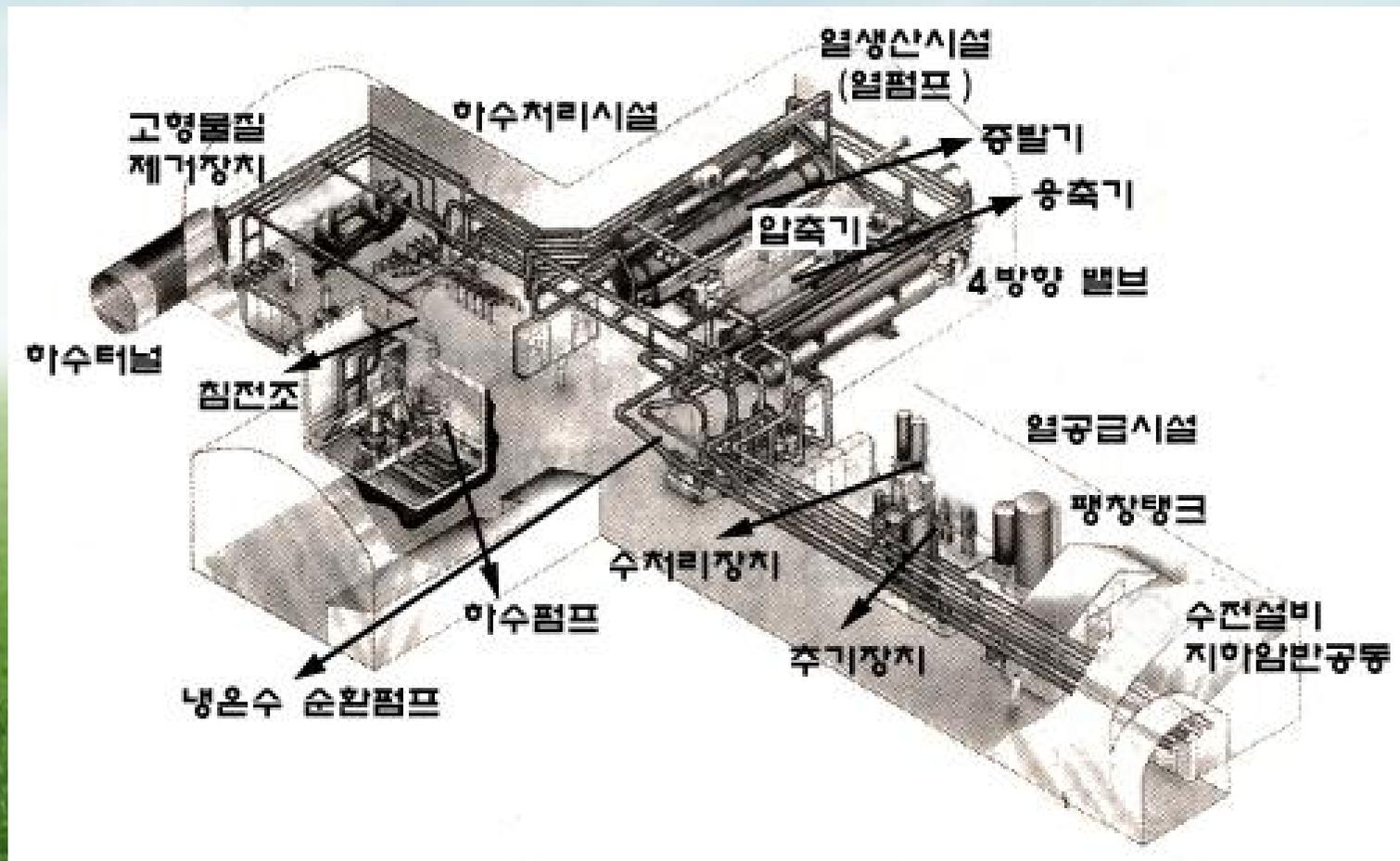
목 차

- ▶ 플랜트 건설산업 개요
- ▶ 도시/건물의 에너지 이용실태 및 문제점
- ▶ 도시기반시설의 문제점 및 복합플랜트화 방안
- ▶ 도시기반시설을 위한 지하공간 이용방안

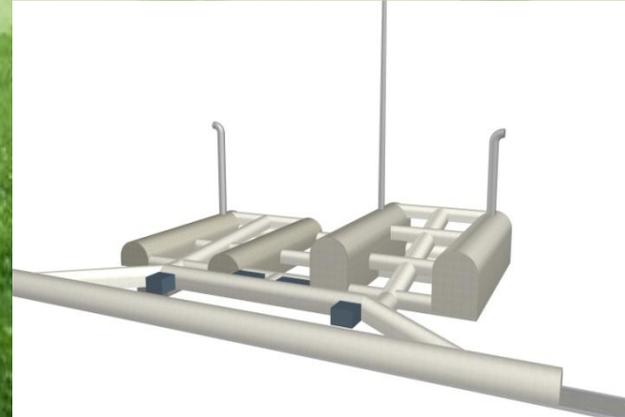
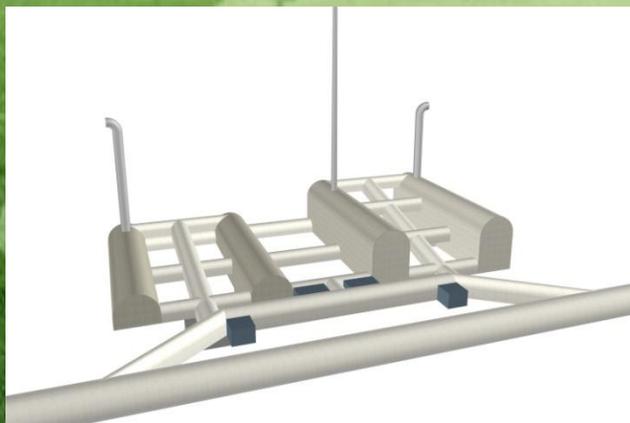
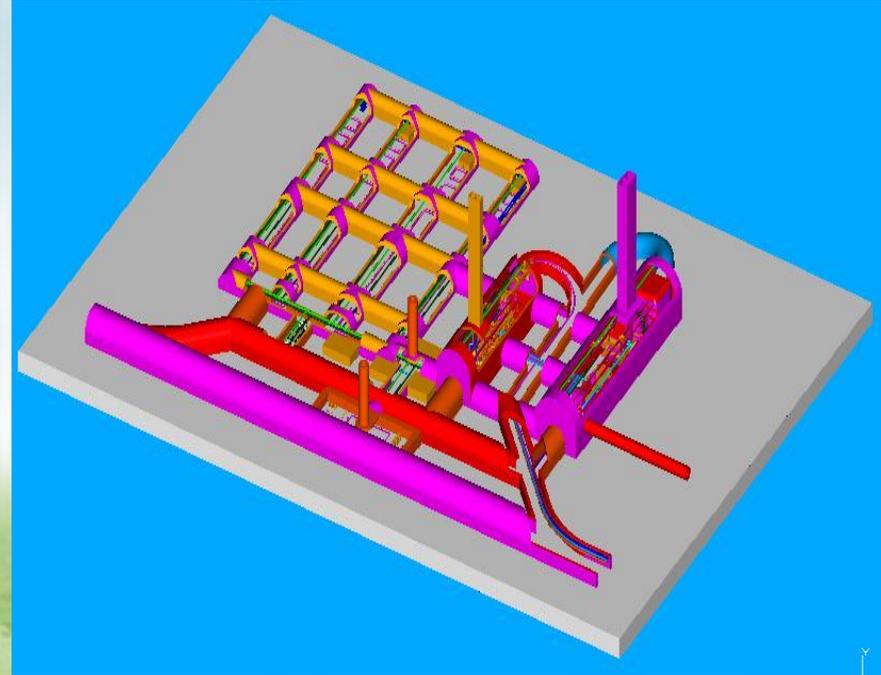
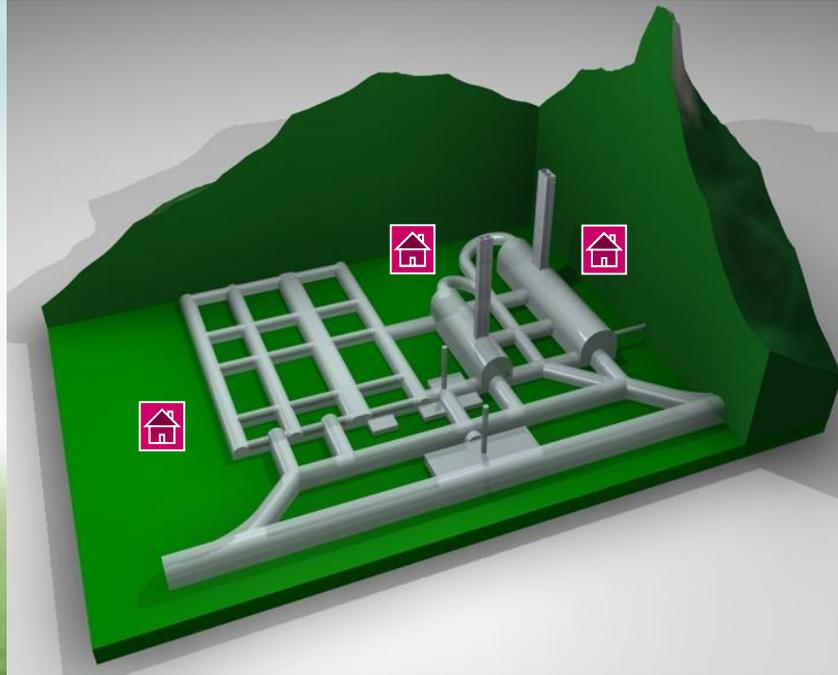
지하공간 이용 사례 Henriksdal 하수처리시설



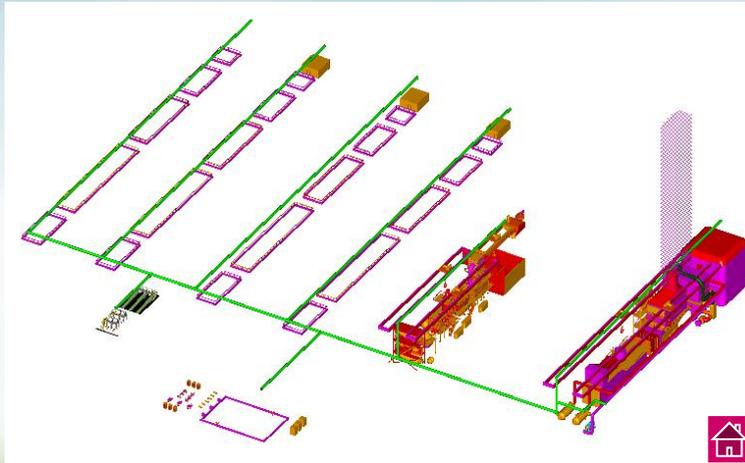
지하공간 이용 사례 Sandvika 하수처리 및 열공급시설



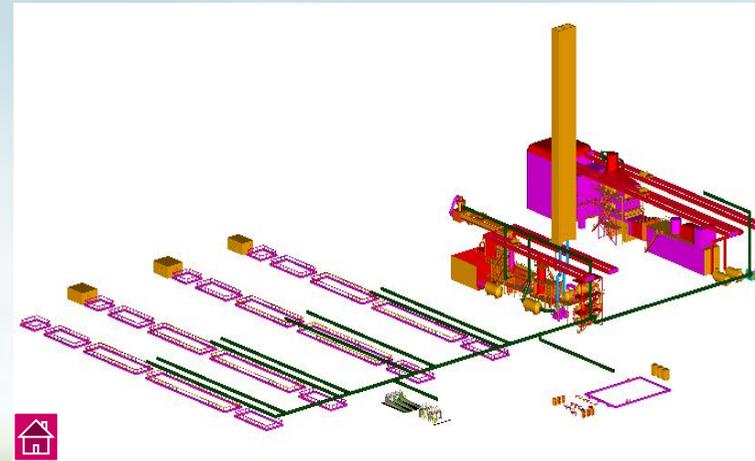
지하 복합시설의 개념설계



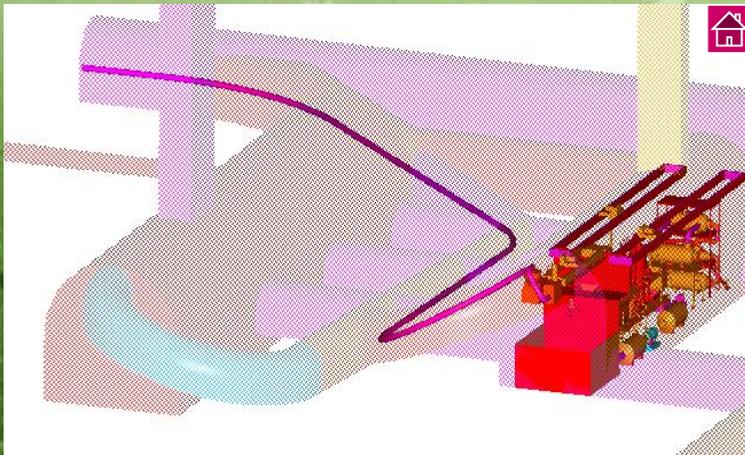
시설의 지하화에 따른 부대시설의 배치



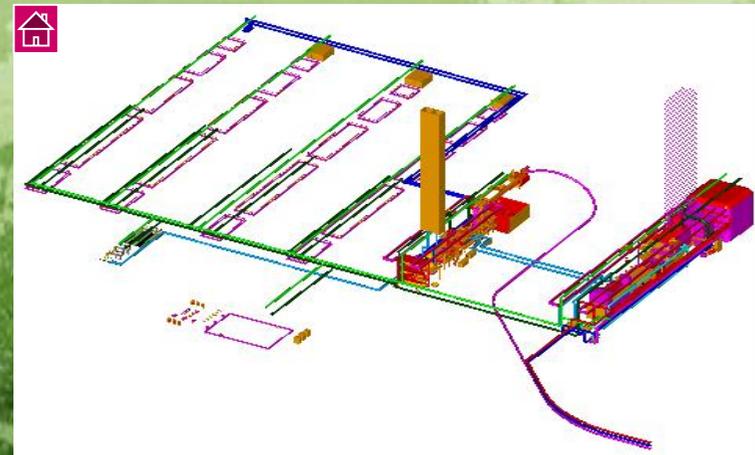
지하공간 내 급기계통도



지하공간 내 배기계통도

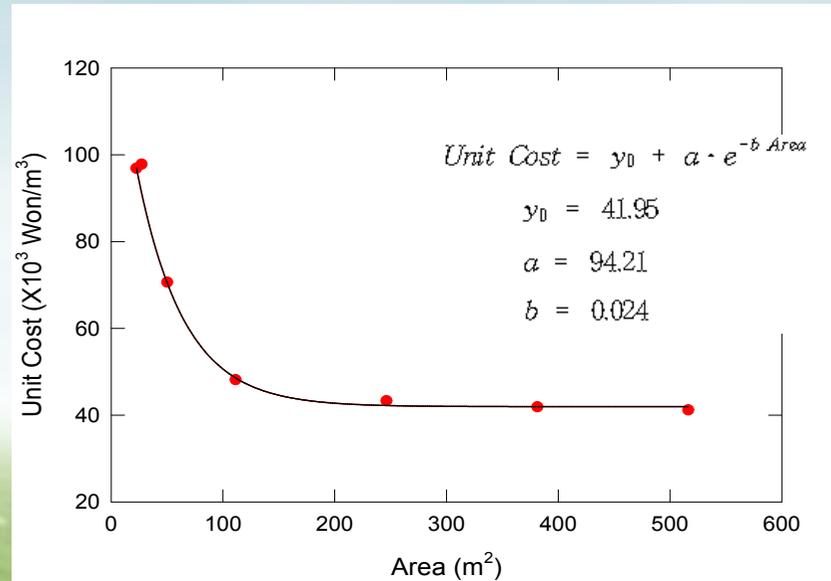
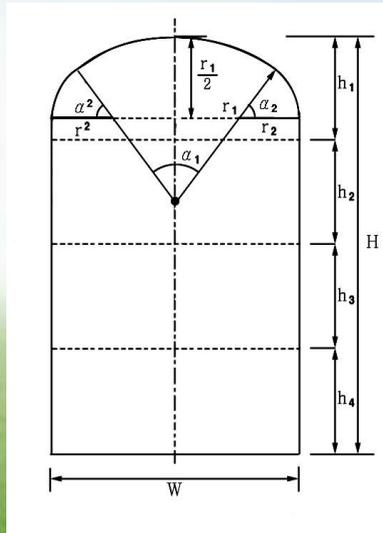


쓰레기 관로이송장치의 배관계통도

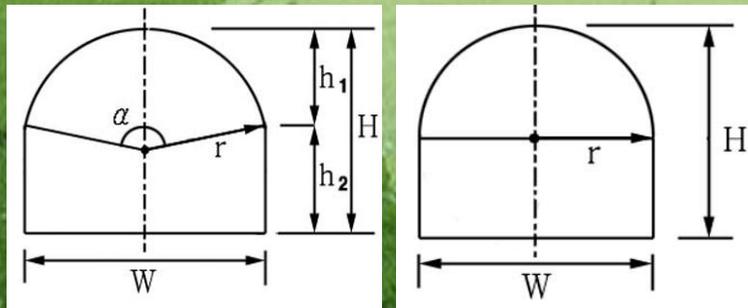


지하공간 내 각종 유틸리티 계통의 배치도

시설의 지하화에 따른 경제성



지하공간의 터널단면적이 굴착공사비 단가에 미치는 영향



터널단면에 대한 형상 및 제원

***Thank You
for Your Attention !***



***031-910-0587
twlee@kict.re.kr***