



녹색 인프라 발전 방향

- 녹색 인프라 시장 및 상품 -

2010. 12. 2



동국대학교 사회환경시스템공학과

김 상 범





Presentation Agenda



I. 녹색 성장과 녹색 건설

1. 녹색 성장의 배경
2. 녹색 성장과 녹색 건설
3. 녹색 인프라의 필요성

II. 녹색 인프라 건설 시장

1. 녹색 인프라 건설 관련 시장
2. 녹색 인프라 건설의 시장 전망
3. 미국의 녹색 인프라 시장 전망
4. 국내 녹색 인프라 시장 전망
5. 권역별 녹색 인프라 시장 전망

III. 녹색 인프라 건설 상품

1. 녹색 인프라 건설 상품의 기술적 접근
2. 녹색 인프라 상품군의 예시
3. 녹색 도로의 기술 구성 예시
4. 녹색 도로의 기술 사례 예시
5. 녹색 철도의 기술 사례 예시
6. 녹색 항만의 기술 사례 예시
7. 녹색 공항의 기술 사례 예시

IV. 녹색 인프라 발전 방향

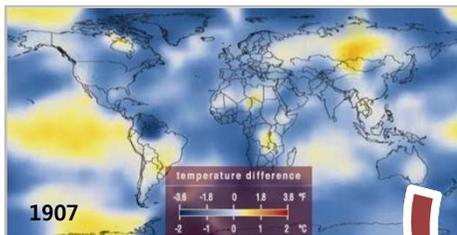
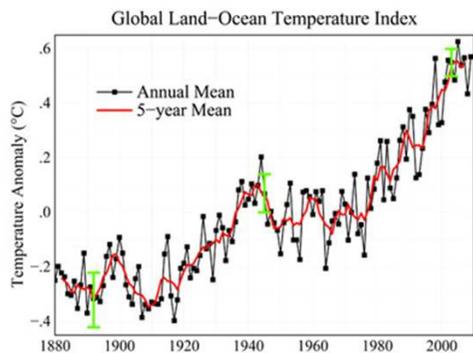
1. 녹색 인프라 활성화 프로세스
2. 참고_녹색 인프라 관련 해외 인증
3. 녹색 건설의 미래성장 전략

1. 녹색성장의 배경

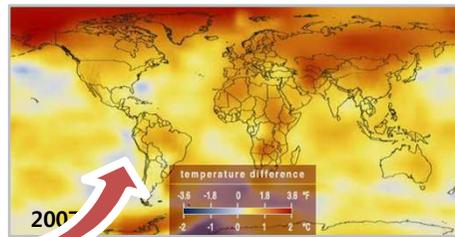
이산화탄소 배출량 증가 및 지구온난화

- 기후변화에 의한 지구 온난화 현상 심화
 - 150~200년 전부터 시작되고 있었으나 최근 더욱 심화

- 지구 온난화의 원인물질
 - 6대 온실가스의 배출량 증가
 - ✓ 주요물질: 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 이산화질소(N₂O)
 - ✓ 기타물질: 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 6불화황(SF₆)

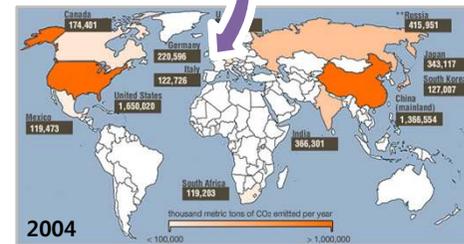
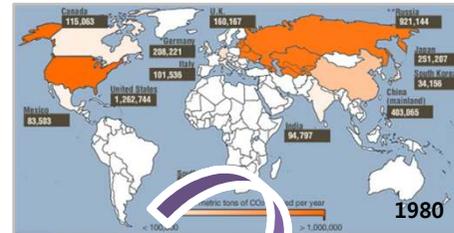


<최근 100년간 지구 평균온도 변화>

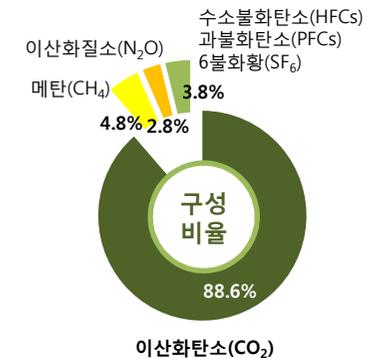


(출처 : www.nasa.gov, Climate Time Machine 자료 재구성)

<이산화탄소 배출량 상위 10개국 현황>



(출처 : www.nasa.gov, Climate Time Machine 자료 재구성)



(출처 : 환경부, 국내 6대 온실가스 배출량 통계자료 재구성)

- 온실가스 배출량 증가 등에 따른 세계 평균기온의 상승 → 지구온난화 현상 발생
 - 지난 100년(1907~2007년) 중 최근에 상승현상이 심화되고 있음
 - 질병발생률 증가
 - 아시아지역, 태평양 섬 등
 - 국제적 분쟁 야기
 - 기후변화위원회(IPCC)의 4차 보고서(2007.02)
 - 2100년까지 6.4°C 상승 전망

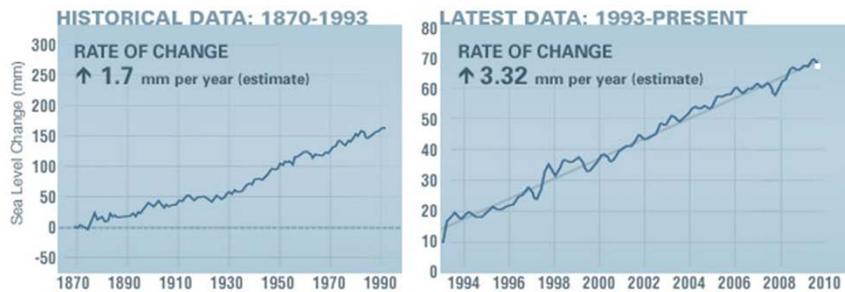
1. 녹색성장의 배경

빙하 면적 감소

전체 부피 약 50% 감소(2004년 기준)
표면적 23% 감소(2008년 기준)



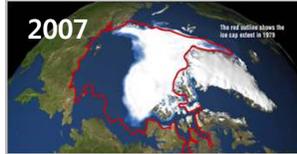
<1870년부터 현재의 해수면 변화>



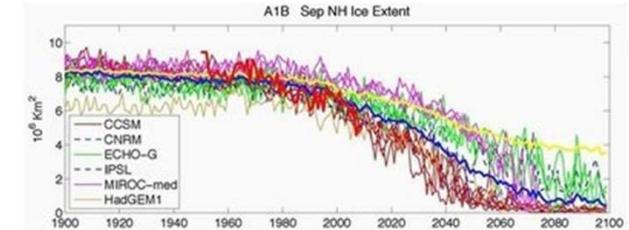
(출처 : Global Climate Change, NASA)



<최근 30년간 북극빙하 표면적 변화>



<북극 빙하 표면적 변화추이 전망>



(출처 : www.nasa.gov, Climate Time Machine 자료 재구성)

해수면 상승 (2100년 예상치) - 이론상 70m 가능

미환경보호국(USEPA): 0.5~2m
기후변화위원회(IPCC): 0.2~0.6m
국제기후변화과학회의(ISCCC): 0.8~1.9m

환경 변화에 의한 세계적 피해

세계 경작지의 1/3 피해
세계 대부분의 해안선 위협 → 국내 서/남해안 침수 우려
해안 습지 80% 유실 (2080년 예측)
해안 거주민 피해 700만명 (2050년 예측)
베트남, 태국, 인도네시아, 캄보디아 등 GDP 급락 예측 (World Bank, 2006년 4월)

참고_일상생활과 탄소배출

일상 생활과 CO2 배출.

1톤의 탄소란 어느 정도의 양일까요?

Typical U.S. household	18.58 tons/yr
Flying Seattle-Orlando round trip	1 ton/passenger
Average U.S. automobile	7 tons/yr
1 ton of portland cement manufacture	0.27 tons
<u>1 mature tree CO₂ removal</u>	48 lbs/yr

- 1 Seattle to Orlando round trip flight = 42 trees for a year
- 1 ton of portland cement = 11 trees for a year
- Typical U.S. household = 774 trees for a year
- My Seattle-Ocean Shores auto trip = 1.28 trees for a year

(출처: Muench, S.T., Anderson from University of Washington (2009). TRB Conference (Jan.15).)

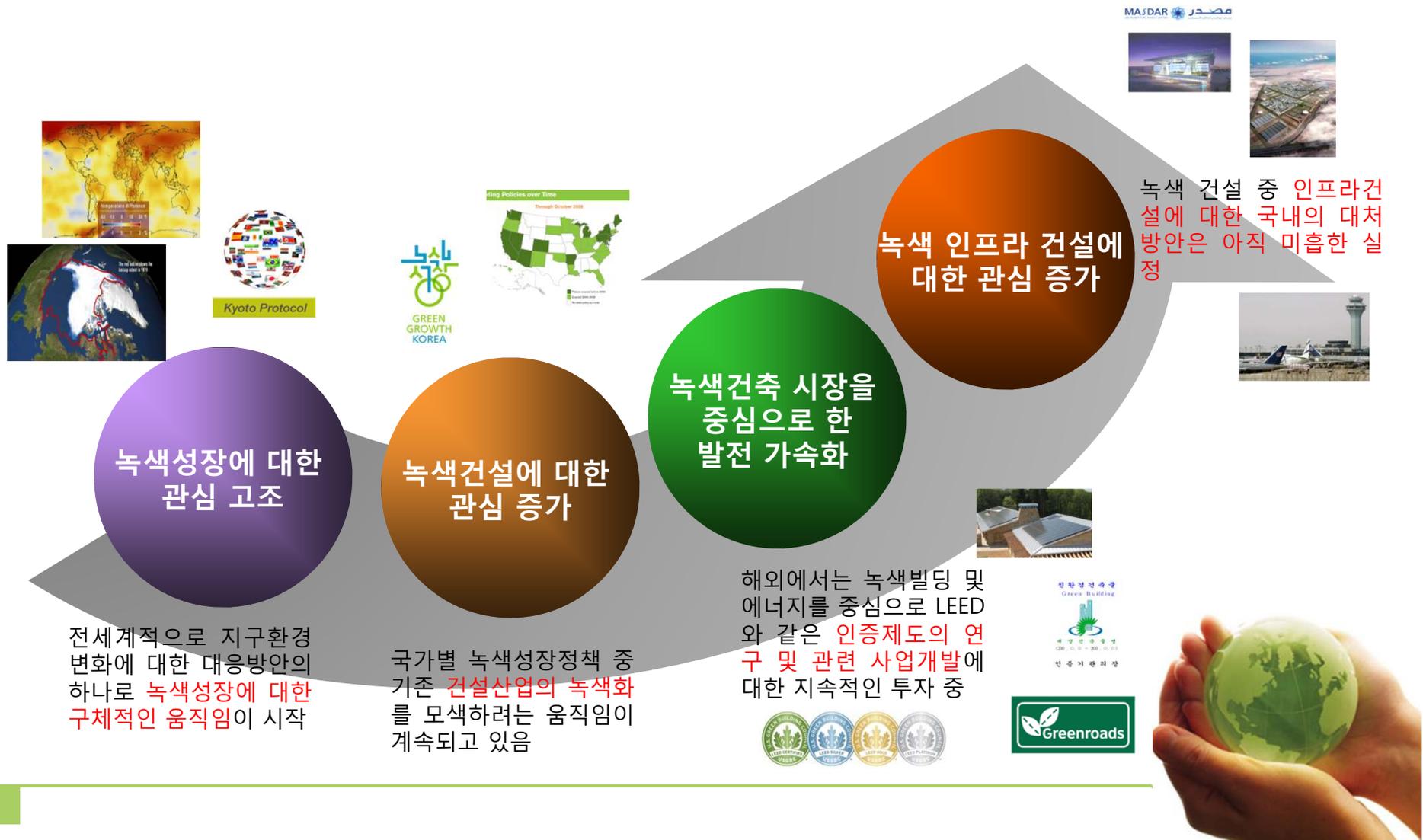
1톤의 탄소 = 8.23m X 8.23m X 8.23m



From energyrace (www.energyrace.com)
 picture is from Dave Ames, Cohasset High School in Mass 9th grade physics.

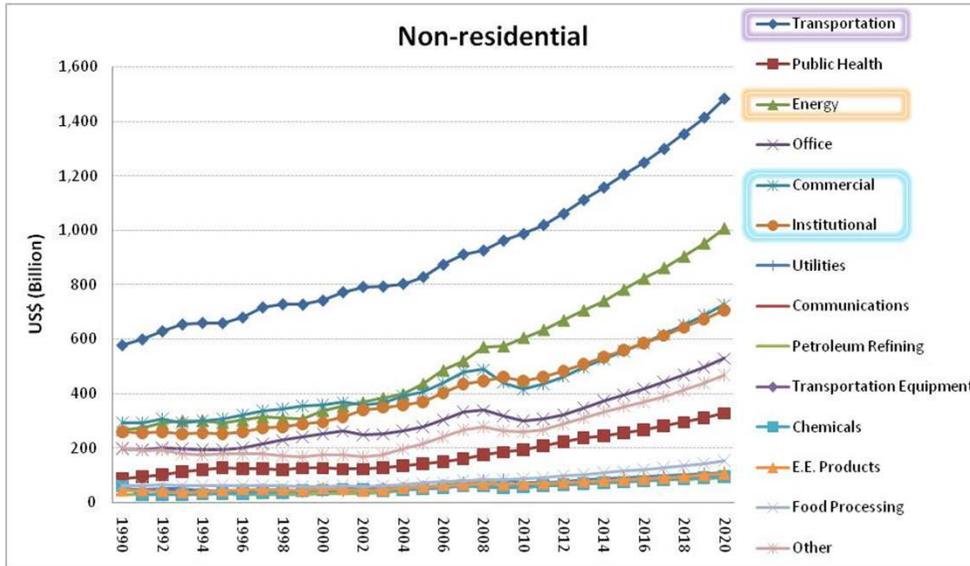
2. 녹색 성장과 녹색건설

전세계적으로 녹색에 관한 관심이 고조되면서 건설 분야에서는 최근 몇 년간 건축시장을 중심으로 녹색시장이 활성화 되고 있으나 향후에는 **녹색 인프라 건설을 중심으로 지속적인 발전방안**이 필요함.



3. 녹색 인프라 건설의 필요성: 시장 규모 및 흐름의 당위성

Reason #1. 시장 규모 상승과 건설의 녹색 기초



The Top 50 Green Contractors
Based on contracting revenue from registered sustainable projects

RANK 2007 FIRM	ACCREDITED STAFF	2006 GREEN REVENUE \$ MIL.	% OF TOTAL REV.*
1 SKANSKA USA INC., Whitestone, N.Y.	125	1,309.9	26
2 THE TURNER CORP., New York, N.Y.	280	1,276.0	15
3 BOVIS LEND LEASE, New York, N.Y.	155	644.9	13
4 SWINERTON INC., San Francisco, Calif.			
5 DPR CONSTRUCTION INC., Redwood City, Calif.			
6 HUNT CONSTRUCTION GROUP INC., Scottsdale, Ariz.			
7 GILBANE BUILDING CO., Providence, R.I.			
8 HATHAWAY DINWIDDIE CONSTRUCTION CO., San Francisco, Calif.			
9 WILLIAM A. BERRY & SON INC., Danvers, Mass.			
10 CLAYCO, St. Louis, Mo.			

THE TOP 100 GREEN CONTRACTORS
(BASED ON CONTRACTING REVENUE FROM REGISTERED SUSTAINABLE PROJECTS)

RANK 2009 FIRM	ACCREDITED STAFF	2008 GREEN REVENUE \$ MIL.	% OF TOTAL REV.
1 THE TURNER CORP., New York, N.Y.	1040	3,148.92	30
2 PERINI CORP., Framingham, Mass.	188	2,582.00	46
3 HENSEL PHELPS CONSTRUCTION CO., Greeley, Colo.	225	2,096.31	63
4 CLARK GROUP, Bethesda, Md.	204	1,918.41	41
5 WEBCOR BUILDERS, San Mateo, Calif.	105	1,635.72	84
6 BOVIS LEND LEASE, New York, N.Y.	320	1,579.75	29
7 GILBANE BUILDING CO., Providence, R.I.	291	1,507.70	47
8 HATHAWAY DINWIDDIE CONSTRUCTION CO., San Francisco, Calif.	175	1,239.69	21
9 WILLIAM A. BERRY & SON INC., Danvers, Mass.	157	1,029.35	44
10 CLAYCO, St. Louis, Mo.	144	1,023.25	25

The Top 100 Green Design Firms
(Based on design revenue from registered sustainable projects)

RANK 2008 FIRM	ACCREDITED STAFF	2007 GREEN REVENUE \$ MIL.	% OF TOTAL REV.*
1 HOK, St. Louis, Mo.	612	151.45	23
2 URS CORP., San Francisco, Calif.	113	150.80	3
3 GENSLER, San Francisco, Calif.			
4 HKS INC., Dallas, Texas			
5 FLUOR CORP., Irving, Texas			

THE TOP 100 GREEN DESIGN FIRMS
(BASED ON DESIGN REVENUE FROM REGISTERED SUSTAINABLE PROJECTS)

RANK 2009 FIRM	ACCREDITED STAFF	2008 GREEN REVENUE \$ MIL.	% OF TOTAL REV.
1 HOK, St. Louis, Mo.	838	197.54	26
2 URS CORP., San Francisco, Calif.	219	196.00	4
3 PERKINS+WILL, Chicago, Ill.	900	137.00	33
4 AECOM TECHNOLOGY CORP., Los Angeles, Calif.	457	131.40	3
5 HKS INC., Dallas, Texas	275	108.33	26

시장 규모적 당위성
인프라 및 그린 에너지 시장의 성장성

시장 흐름의 당위성
빌딩 / 오피스 / 주택 분야의 그린 열풍

From the Turner Construction website:

Green projects are:
30% of 2008 revenue
40% of backlog
50% of new sales



3. 녹색 인프라 건설의 필요성: 인프라 건설의 비 녹색성

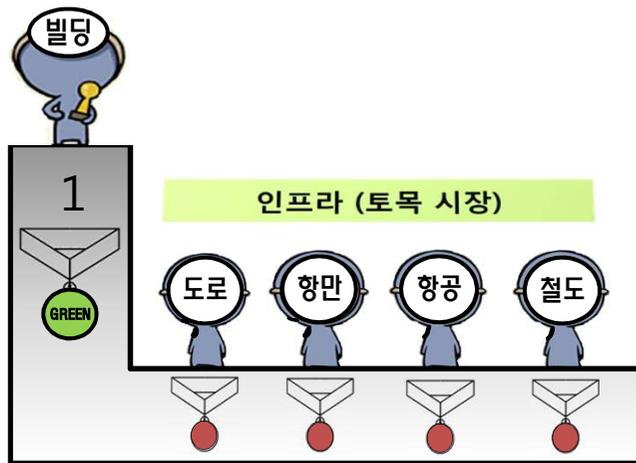
Reason #2. 현실적 당위성 → We are NOT GREEN



(출처: Muench, S.T., Anderson, J.L., Hatfield, J.P., Koester, J.R., & Sanderlund, M. et al. (2010), Greenroads Rating System v1.0. (J.L. Anderson and S.T. Muench, Eds.). Seattle, WA: University of Washington. Reorganized by the author)

3. 녹색 인프라 건설의 필요성

Green Infrastructures is **NOT a choice**....
It is a **MUST-HAVE capability**
for your organization to be competitive in global market.



So, Do you want to be a problem maker?
or
a PART of SOLUTIONs?



1. 녹색 인프라 관련시장: 탄소배출권 시장

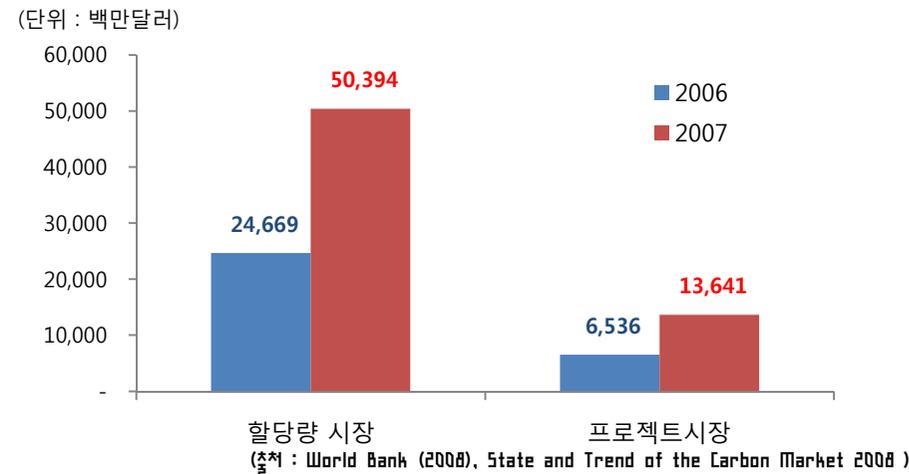
녹색기술 산업의 향후 시장 전망 결과, 이산화탄소의 배출량 증가 등과 관련하여 **탄소배출권 거래시장이 활성화될 것으로 전망됨**(WB는 탄소시장 거래규모가 2010년경에는 1,500억 달러에 이를 것으로 전망)

<녹색기술 산업의 성장 전망>

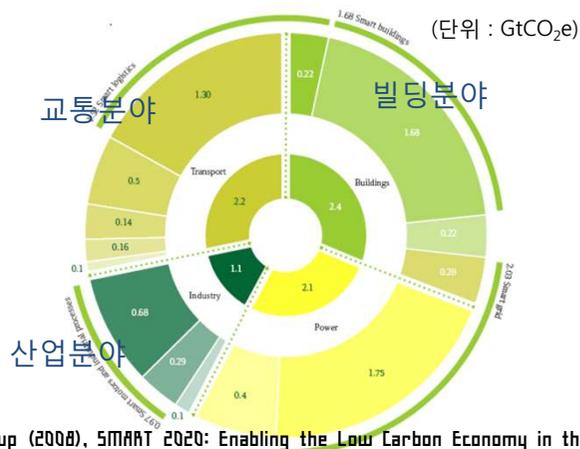
	세계 시장 추정 (10억 EUR)		고용성장 (%)	
	2005	2020	2004~2006	2007~2009
재생에너지	100	280	30	22
에너지효율화	450	900	15	17
지속가능한 이동	180	350	9	18
고형폐기물 관리 및 재활용	30	46	9	7
지속가능한 물 관리	190	480	8	12

(출처: WWF (2009), Low carbon Jobs for Europe Current Opportunities and Future Prospects)

<세계 탄소시장 규모 변화 추이(2006~2007년)>



<2020년까지 감축가능한 분야별 이산화탄소량>



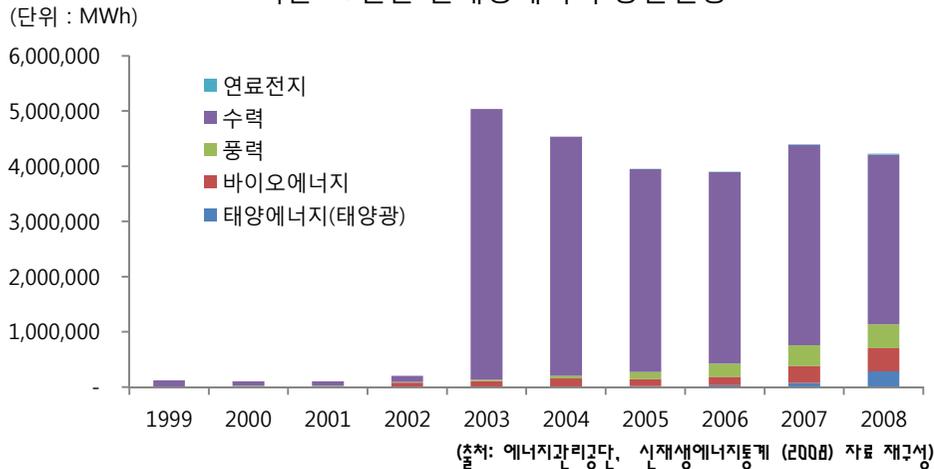
- ✓ 프로젝트 시장(Project-based Market): CDM, JI 등 온실가스 감축 프로젝트를 통해 발생한 배출권인 CERs, ERUs를 거래하는 시장
- ✓ 할당량 시장(Allowance-based Market): 온실가스 배출 허용량이 할당된 국가나 기업들이 할당량 대비 잉여분과 부족분을 거래하는 시장으로 EU-ETS, 미국의 CCX가 대표적인



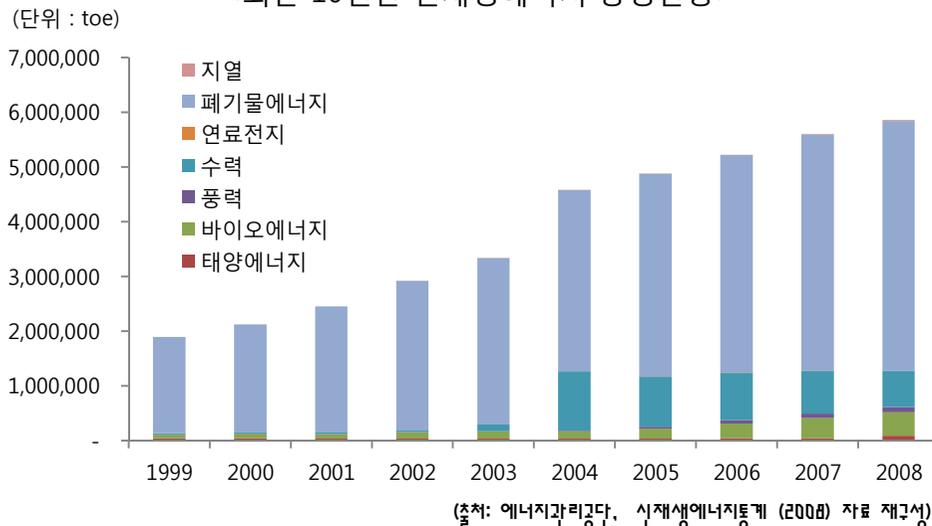
1. 녹색 인프라 관련시장: 신재생에너지 시장

신재생 에너지의 발전은 건설분야와 매우 밀접한 관계가 있으므로
 신재생 에너지를 활용하여 **다양한 분야의 건설에서 시너지 효과를 창출 가능**

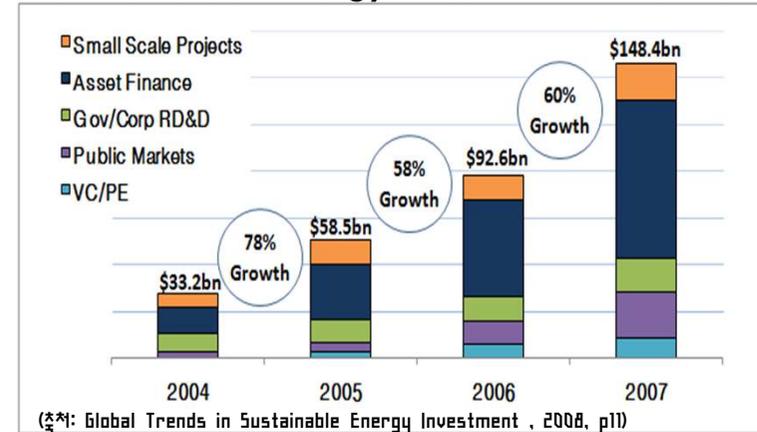
<최근 10년간 신재생에너지 총발전량>



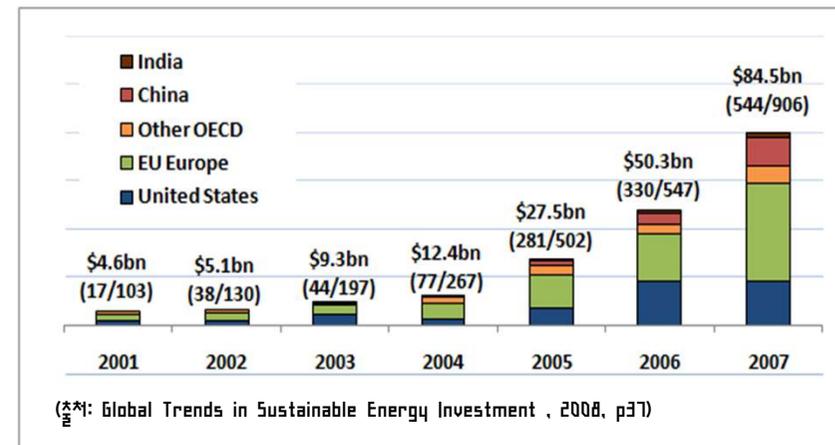
<최근 10년간 신재생에너지 총생산량>



<Trend of Green Energy Investment in the World>



<New Asset-Finance Investment by Region>



1. 녹색 인프라 관련시장: 그린빌딩 시장

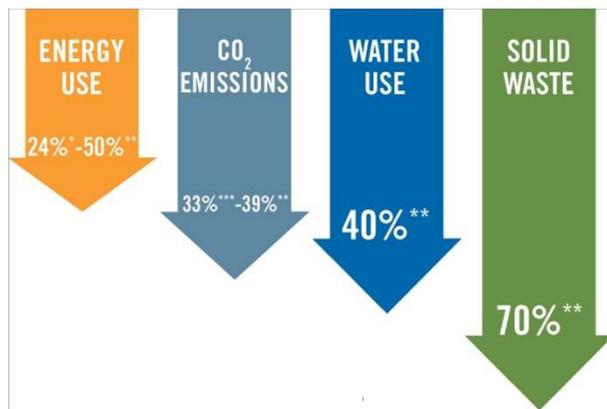
LEED에 의한 Green Building 관련 시장은
2006년에 비해 2010년에는 **약 2~5배 이상의 성장**

■ 기대효과

- 환경적인 영향
- 수요적인 영향
- 경제적인 영향
 - ✓ 운영비용 감소: 8~9%
 - ✓ 건물가치 상승: 7.5%
 - ✓ 투자 회수 증가: 6.6%
 - ✓ 공간 점유율 상승: 3.5%
 - ✓ 임대율 상승: 3.0%

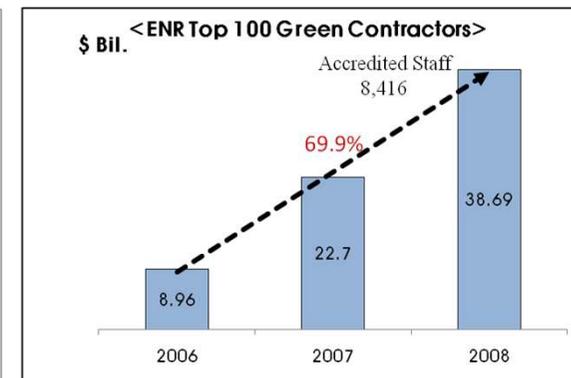
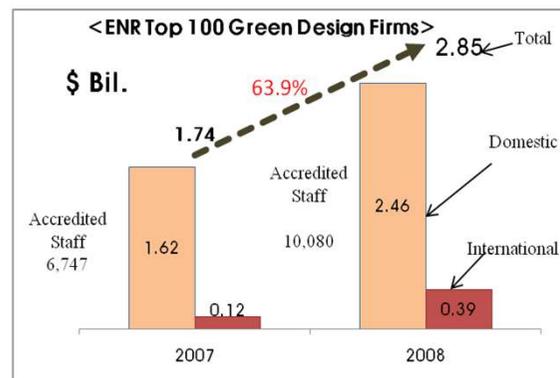
	2006	2010
Projection U.S. Market	\$ 12 Billion (New) \$ 130 Billion (Renovation)	\$ 30~60 Billion (New) \$ 240 Billion (Renovation)
Commercial & Institutional	\$ 4 Billion	\$ 10~20 Billion
Residential	\$ 8 Billion	\$ 20~40 Billion

(출처: Source : McGraw-Hill Construction (2007))

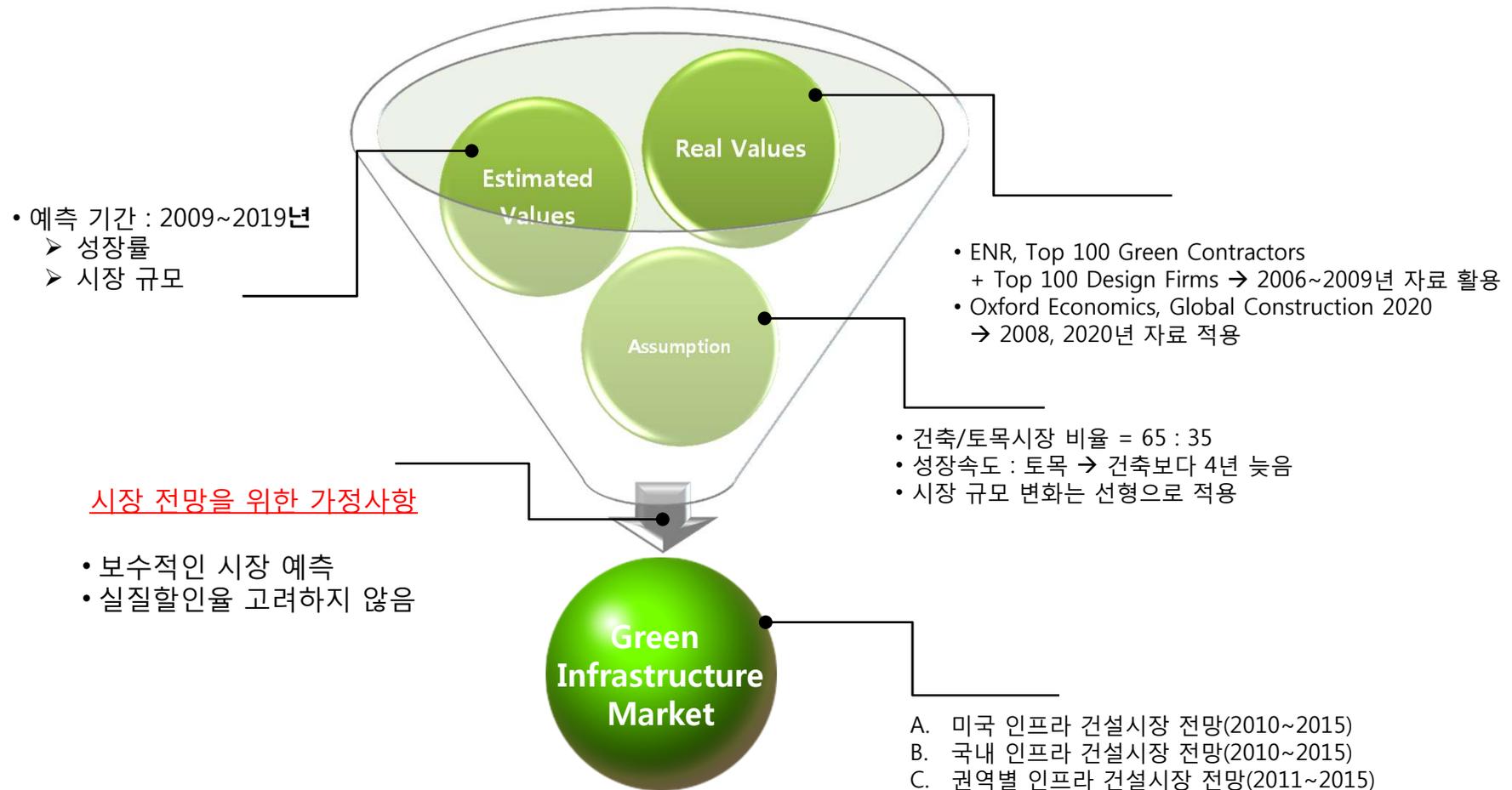
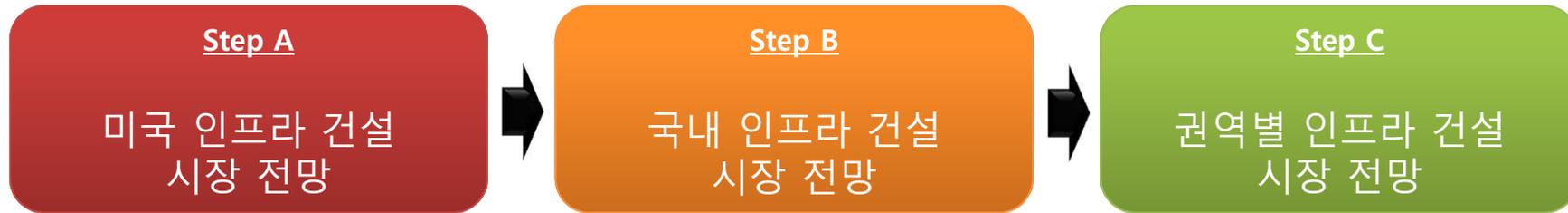


(출처 : McGraw-Hill Construction (2008), Key Trends in the European and U.S Construction Market Place Smart Market Report & Greening of Corporate America Smart Market Report)

Green Market is a major place that many global contractors have been focusing in recent years...



2. 녹색 건설시장 전망 Approach



참고: Global Green Construction Project



나라	프로젝트
캐나다	Docksider Green
미국	O'hare Modernization Program(OMP)
	Denver International Airport(DIA)
	Port of Portland
	Airport of Portland
	Proximity Hotel
	American Embassy
	National Park
	Battery Park City
	Bothell Multiway Boulevard
	Toyota Motor Sales South Campus Office Development
	L.L. Bean
	AMB Morgan Business Center Building 100
	I-90 West of George Paving project
	U.S Green Building Council HQ Development
	One Boston Place Development
	Joe Serna Jr. California EPA Headquarters Building
	Banner Bank Building 8
	Clearview Elementary
	TLS Facility Portland
	L-5 Pavement Replacement Options
	Port of Seattle
	Port of long beach
	Portland Bulk Terminals
Port of New Bedford	

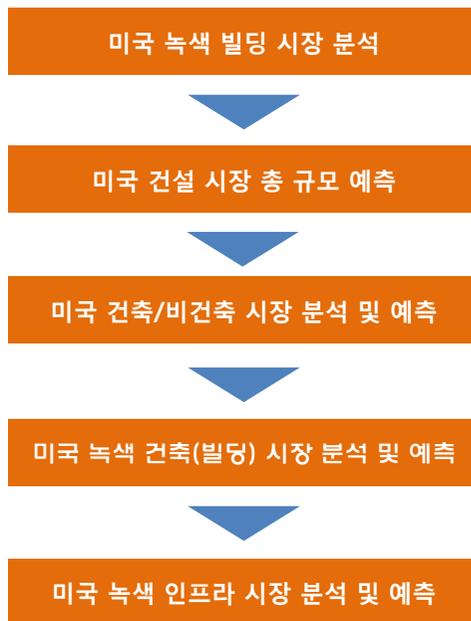
나라	프로젝트
영국	Milton Keynes
	맨체스터
	BedZED
독일	Freiburg Messestadt Riem 프라이부르크
덴마크	H2PIA
UAE	masdar City
중국	동탄 프로젝트
스페인	콩고스
한국	4대강 살리기 사업
	청계천 복원사업
	Seoul Lite
일본	요코하마
	신칸센
스웨덴	벡스웨 하마비 허스타드
네덜란드	socio-technical system
싱가폴	Waterbodies Plan
	싱가폴 Park
뉴질랜드	Oakland Harbor
	Oakland Airport

- Green Building Project
- Green City Project – 12개 사례
- Green Infrastructure – 20여개 사례

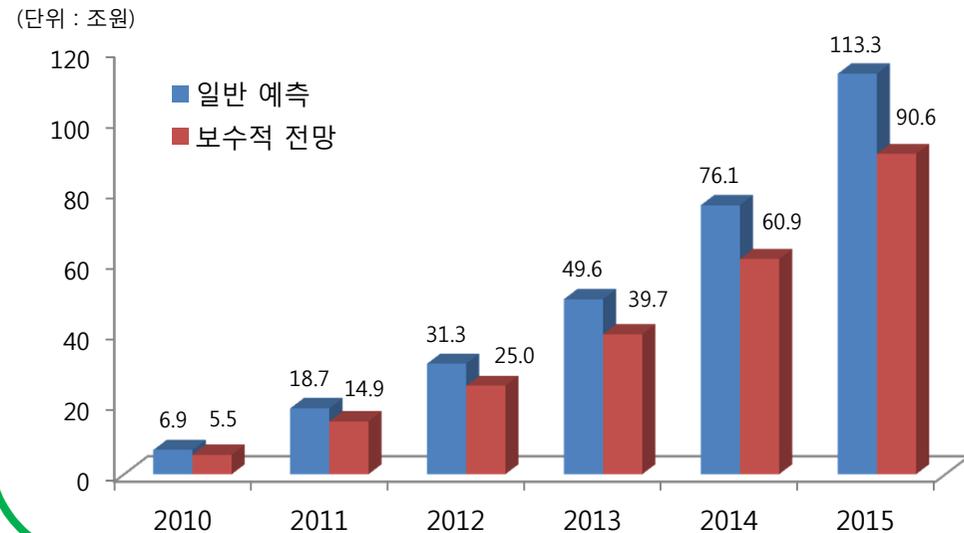
3. 미국 녹색 인프라 건설 시장 전망 및 Process

- 가정사항 1 : 설계 + 시공 업체 매출만 분석 (ENR 자료 기반)
- 가정사항 2 : 상위 100위 업체 매출
 - * : 2006년은 Top 50의 합계이지만 하위 업체의 매출을 감안할때 미미한 수준이므로 적용
- 가정사항 3 : 환율 적용 ← 1,150원
- 가정사항 4 : 건축 : 토목 시장비율 = 65 : 35
- 가정사항 5 : 성장률은 빌딩시장과 동일한 성장률 적용
- 가정사항 6 : 인프라시장이 빌딩시장 보다 4년 정도 성장 지연
- 가정사항 7 : 보수적 예측 방법론
 - 녹색 토목(인프라)시장의 Maximum Capacity = 80% X 녹색 건축 (빌딩)시장의 Maximum Capacity
- 가정사항 8 : 실질할인율 고려하지 않은 보수적인 예측

<미국 녹색빌딩 시장 규모>



<미국 녹색 인프라건설 시장 예상규모>



4. 국내 녹색 인프라 건설 시장 전망 및 Process

미국 녹색 인프라 건설시장의 규모를 토대로 국내 녹색 인프라 건설시장의 전망치를 예측

Step 1) 미국 시장 기준 국내 시장 규모 환산

- 한국의 건설시장 규모는 미국의 약 6.84%
- 환율 1,150원 적용
- 녹색 건설에 대한 자료 집계가 체계적인 지역이 미국이 유일하므로 미국 기준으로 분석 시행

Step 2) 국내 건설시장 내 건축 및 토목 시장 비중

- 전체 건설시장의 약 33%가 토목시장 (통계청 1998~2008 평균치 적용)

Step 3) 다중 전망치 도출 : 일반 예측 + 보수적 전망

- 우리 건설시장의 공공성을 고려하여 보수적인 시장 예측
- 국내 건축시장 규모의 80%를 전망치로 제시

Step 4) 국내 녹색 인프라 건설 활성화 시기 예측

- 녹색시장이 미국 건설시장의 3%를 차지했을 때부터 녹색시장이 매우 성장하였음
- 국내 인프라 건설시장의 전망을 위해 건설시장의 1.5%를 차지하는 시점부터 예측
 - 2013년부터 시장의 1.5%를 차지함. (연평균 4.25% 성장)

Step 5) 국내 녹색 인프라 건설 성장률

- 국내 시장이 후발 시장이므로 미국의 녹색시장 활성화 이후의 성장률을 15% 상향하여 성장한다고 가정
- 미국의 경우 초기 4~5년간은 수백% 이상의 시장 확대 효과가 있었음.

Step 6) 시간에 따른 돈의 가치

- 할인율을 적용하지 않음
- 실제보다 보수적인 시장 규모 예측

4. 국내 녹색 인프라 건설 시장 전망

The Top 50 Green Contractors
Based on contracting revenue from registered sustainable projects

The Top 100 Green Contractors
Based on contracting revenue from registered sustainable projects

THE TOP 100 GREEN CONTRACTORS
BASED ON CONTRACTING REVENUE FROM REGISTERED SUSTAINABLE PROJECTS

THE CONSTRUCTION WEEKLY ENR
Engineering News-Record

The Top 100 Green Design Firms
Based on design revenue from registered sustainable projects

THE TOP 100 GREEN DESIGN FIRMS
BASED ON DESIGN REVENUE FROM REGISTERED SUSTAINABLE PROJECTS

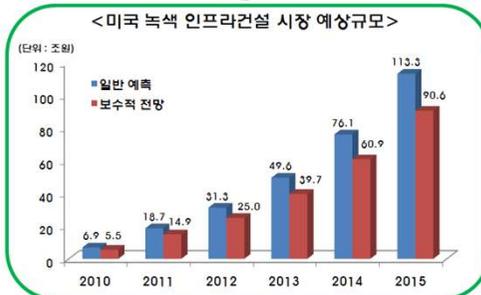
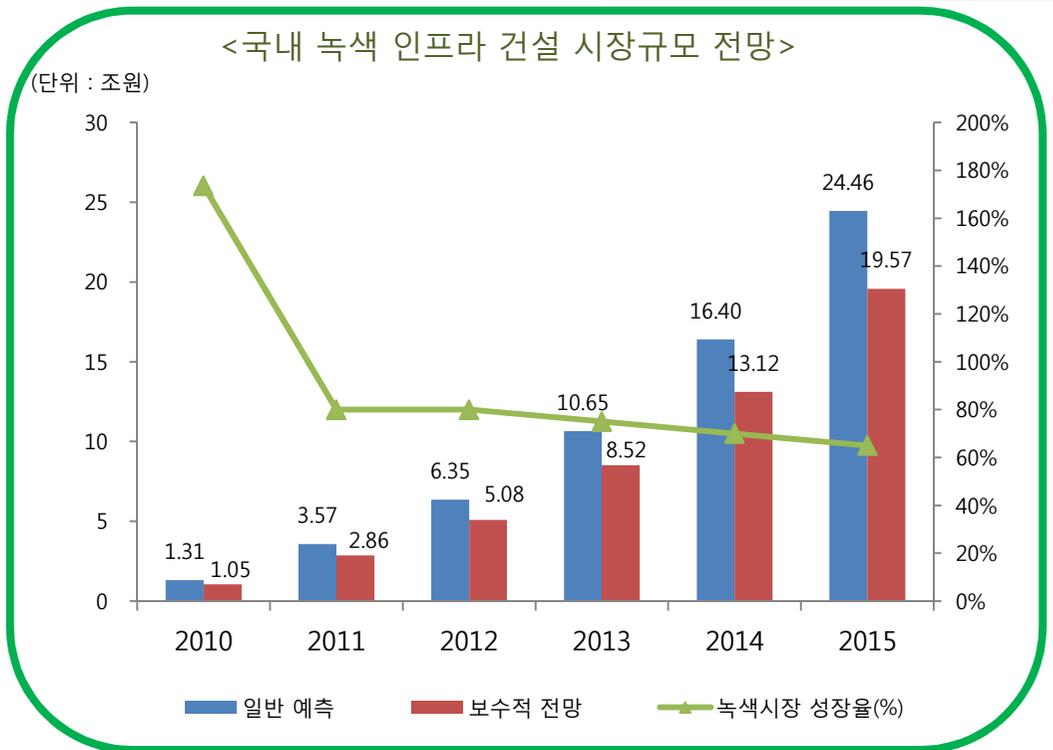


Market Prediction Data – Used for Further Analysis

A. Real Values (Examined by Oxford Economics, 2009) B. Estimated Values (Linear Estimation based on A values) Market = Architect (6%), Civil (3%)
(Based on last 10 yrs. data (domestic))

(단위 : \$ Billions)

연도	세계 시장 (\$)	미국 시장 (%)	미국시장 (\$)	건축시장 (\$)	비건축 (토목) (\$)
2008	7,842.0	17.40%	1,312.3	853.0	459.3
2009	7,972.3	17.36%	1,383.9	899.5	484.4
2010	8,402.5	17.32%	1,455.2	945.9	509.3
2011	8,832.8	17.28%	1,526.1	992.0	534.1
2012	9,263.0	17.24%	1,596.6	1,037.8	558.8
2013	9,693.3	17.20%	1,666.8	1,083.4	583.4
2014	10,123.5	17.16%	1,736.7	1,128.6	607.8
2015	10,553.8	17.11%	1,806.2	1,174.0	632.2
2016	10,984.0	17.07%	1,875.3	1,219.0	656.4
2017	11,414.3	17.03%	1,944.1	1,263.7	680.4
2018	11,844.5	16.99%	2,012.6	1,308.2	704.4
2019	12,274.8	16.95%	2,080.7	1,352.4	728.2
2020	12,705.0	16.91%	2,148.4	1,396.5	751.9



5. 권역별 녹색 인프라 시장 전망 및 Process

전세계 권역별 녹색 인프라 건설시장 규모를 예측하기 위해 총 7가지의 가정사항을 단계별로 적용

- **가정사항 1) 세계 건설 시장 규모**
 - 2008년 세계 건설시장은 4조 7천억 달러 : World Construction (2007-2008)~2020년
- **가정사항 2) 세계 건설 시장 성장률**
 - CAGR = 3.0% 로 가정
 - ✓ 참고자료: CAGR 토목 (2008~2013) = 6.7%
 - ✓ 참고자료: CAGR 플랜트 (2008~2013) = 4.5%
- **가정사항 3) 권역별 시장 규모 예측**
 - 아메리카 25%, 아시아 30%, 유럽 22%, 중동 10%, 아프리카 13%
 - 선진국 시장: 개도국 시장의 비율은 55:45% (2008), 45:55%(2020)
 - 권역별 분포 (2008~2020) 시장 규모 변화를 선형으로 적용하여 분석 반영
- **가정사항 4) 건축 : 토목 시장비율 = 65 : 35**
- **가정사항 5) 녹색 건설 시장 규모 예측 : 건축**
 - 녹색빌딩의 기존 데이터를 활용하여 미국 지역의 전체 건축 물량중 녹색 빌딩 부분 추정
 - 2007년: 3.0%, 2008년: 4.9%로 도출 (ENR TOP 100 Green Contractors & Design Firms 의 자료 합산)
 - 건축 시장의 녹색 시장 비율을 세계적으로 동일하게 적용
- **가정사항 6) 녹색인프라 건설 시장 성장속도**
 - 건축 보다 4년 늦다고 가정
- **가정사항 7) 녹색 인프라 건설 시장의 성장률**
 - 초기 2년은 건축과 같은 성장률로 성장
 - 그 이후 2년은 초기 성장률의 70% 수준으로 성장한다고 가정

5. 권역별 녹색 인프라 시장 전망

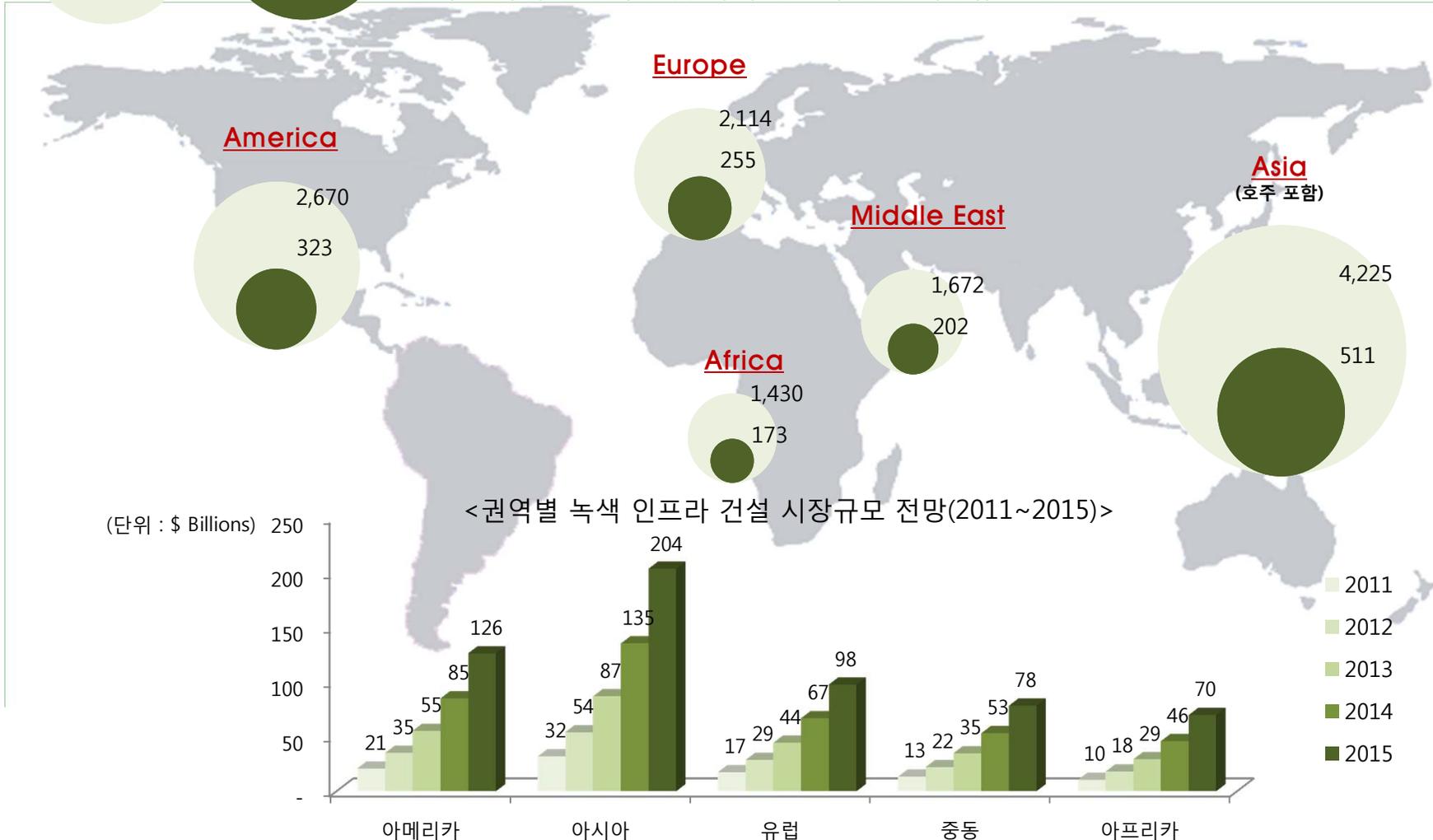
녹색건설시장
건축/토목포함

녹색인프라
토목 Only

Step 3) 세계 권역별 녹색 인프라 시장 전망

<권역별 녹색 건설시장 및 녹색 인프라 건설 시장규모 전망>

(단위 : \$ Billions)



1. 녹색 인프라 상품의 기술적 접근

녹색 건설 기술요소

1. 학회 및 언론을 통해 얻은 사례 분석 및 기존 연구의 고찰과 녹색 관련 인증에 관한 분석
2. 총 5종류 16개 분야 약 70개 기술을 분석하였고 각 기술의 내용/사례/효과 등을 조사하여 도출

Green Energy Technologies

2개 분야 14개 기술 분석
기술 내용/사례/효과, 등

Green Ecology Technologies

3개 분야 12개 기술 분석
기술 내용/사례/효과, 등

A. 에너지
(Energy Source & Efficiency)

B. 친환경
(Environmental & Ecological friendly)

E. 효율적 운영
(Effective Operations)

C. 설계/시공 중심의
프로세스 혁신
(Process Innovation)

D. 건설 재료 절감
(Materials/ Resources Reduction)

Green Operation Technologies

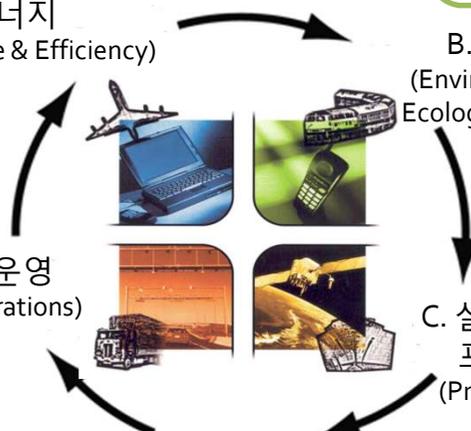
3개 분야 11개 기술 분석
기술 내용/사례/효과, 등

Green Process Technologies

5개 분야 21개 기술 분석
기술 내용/사례/효과, 등

Green Material Technologies

3개 분야 8개 기술 분석
기술 내용/사례/효과, 등



2. 녹색 인프라 건설상품군의 예시

도로, 철도, 공항, 항만 등 총 4개 분야의 녹색 인프라 건설상품을 에너지, 친환경, 설계/시공 프로세스 혁신, 건설재료 및 자원, 효율적인 운영의 5가지 기술요소와 결합



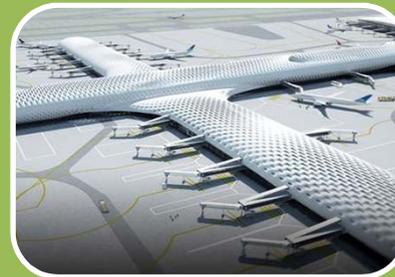
Green Road

에너지: 총 7개
친환경: 총 4개
설계/시공 혁신: 총 8개
건설재료 및 자원: 총 8개
효율적 운영: 총 3개



Green Railway

에너지: 총 6개
친환경: 총 5개
설계/시공 혁신: 총 4개
건설재료 및 자원: 총 8개
효율적 운영: 총 3개



Green Airport

에너지: 총 5개
친환경: 총 4개
설계/시공 혁신: 총 6개
건설재료 및 자원: 총 8개
효율적 운영: 총 3개

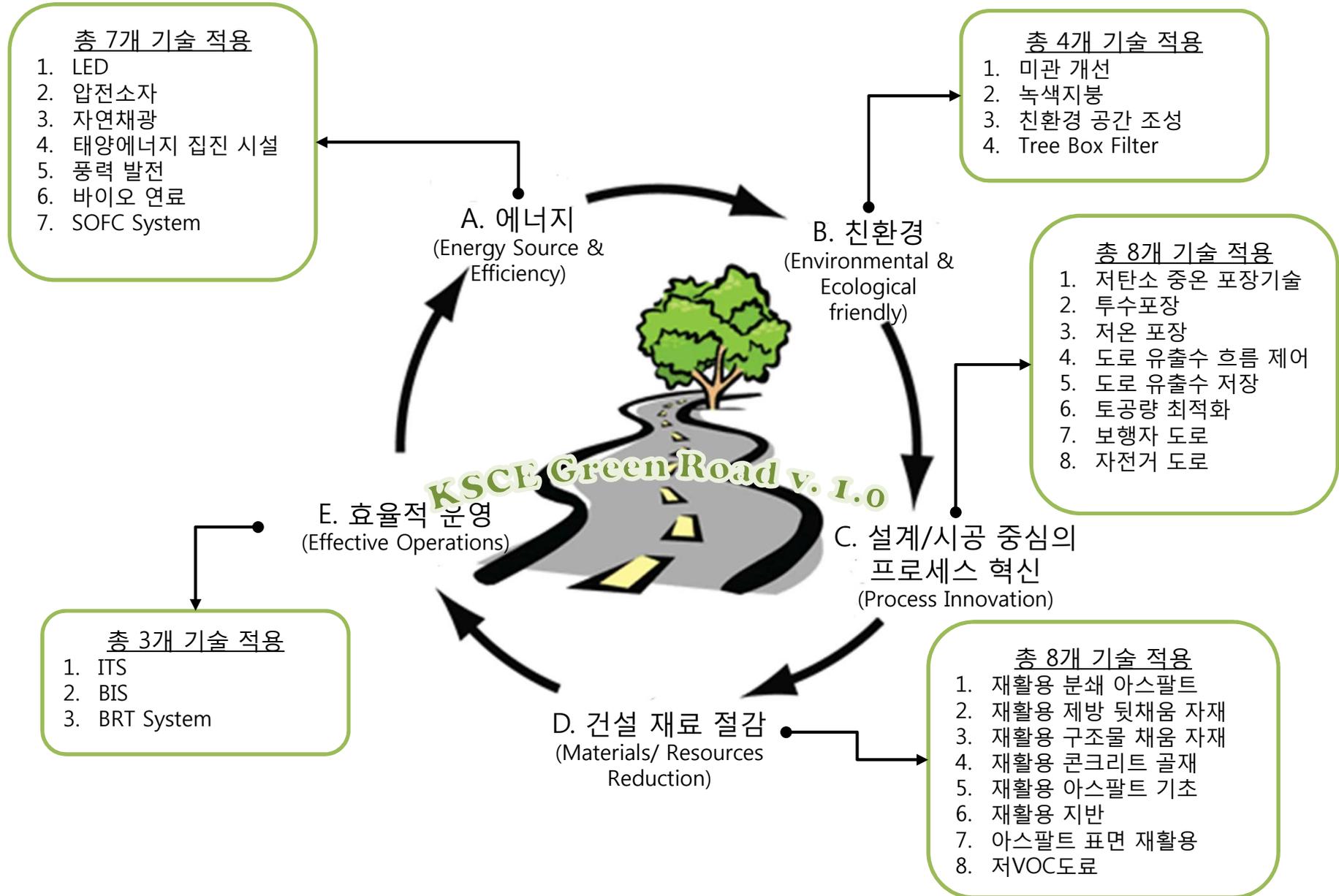


Green Port

에너지: 총 7개
친환경: 총 3개
설계/시공 혁신: 총 6개
건설재료 및 자원: 총 8개
효율적 운영: 총 2개

Green Construction Products w/ Techniques

3. 녹색 인프라 상품의 기술 구성 예시_녹색 도로



4. 녹색 도로의 기술사례: LED 및 저탄소 중온 아스팔트 포장(WMA)

<LED(Light Emitting Diode)를 활용한 조명시설>



■ 특징(장단점)

- 구조가 간단하기 때문에 대량생산이 가능하고 저렴함(빨간색 LED 1개에 40~75원 정도)
- 전구처럼 필라멘트를 사용하지 않기 때문에 소형이며 진동에 강하고 긴 수명을 가지고 있어서 고장날 확률이 낮음
- 사용 목적에 따라서 수지의 열화에 의한 조도 저하의 진행이 빨리 되기도 하기 때문에 발광 다이오드 교환이 필요한 정도까지 조도가 떨어졌을 때 기판의 교환을 포함하여 대규모 보수가 필요

■ LED조명을 활용할 경우, 기존 조명의 전체 전력소모량 중 12% 절감이 가능할 것으로 전망

■ Lifecycle Cost Savings

- LED사용은 초기 설치비용이 많은 대신 유지 관리 비용이 적음
- 지속적으로 효과적이고 저렴한 LED 기술이 개발

• 에너지 및 부산물 저감 효감 (WMA)

- 30-40% less CO₂
- 35% less SO₂
- 50% less VOC
- 10-30% less CO
- 60-70% less Nox
- 20-25% less dust
- 10-20% less fuel

WMA: NO Visible SMOKE



HMA: Much Visible SMOKE



4. 녹색 철도의 기술사례_철도 시설 유출수 저장 및 활용

<철도 도로 및 역사건물 내 유출수>



<중수도 사용>

<철도세척>



<철도 화재 발생 시 활용>



■ 철도 도로 유출수를 모아서 저장

- 약 13.3억 톤의 수자원 확보 가능
- 팔당댐 저수용량의 5.5배에 해당하는 수량
- 3개월 동안 전 국민이 쓸 수 있는 양
- 도로 온도 저감
- 눈이 오면 제설액으로 사용
- 도로 유출수 저감으로 환경 보호

■ 건물에 떨어지는 유출수를 모아서 저장

- 중수도 사용(화장실, 청소 등)
- 자원의 재활용으로 에너지 소비 감소
- 냉난방에 이용

· 역사 중수도 사용효과

- 휴게소에서 사용되는 화장실, 청소 등 중수도에 활용
- 물 소비 감소로 인한 에너지 절감

· 철도 세척

- 도로 세척 시 저장된 물 사용
- 물 소비 감소로 인한 에너지 절감

· 철도 화재 시 활용

- 화재 시 저장된 물 사용
- 물 소비 감소로 인한 에너지 절감

5. 녹색 공항의 기술사례_자연채광 및 태양에너지 집진 시설 설치

· 자연채광시설을 활용한 공항 내 주간 조명

- 반 영구적인 수명으로 유지관리가 쉬움
- 기존 조명에 비해 사용되는 에너지가 현저히 적음
- 여타의 조명용 장치를 사용하지 않음으로 산업폐기물 감소
- 화재 및 폭발성 없음



<공항 지붕 태양에너지 집진시설 설치 및 활용>



<공항 지붕 자연채광시설 설치>



<공항 내 조명 공급>



<활주로 유도등 조명 공급>



· 태양에너지 (태양광 혹은 태양열) 집진시설을 활용하여 공항 관제탑, 관리통, 공항 내 수송수단 등 전력 공급 가능

- 청정 에너지를 활용한 에너지 사용으로 환경 오염 감소
- 가장 실용화 된 방법 중 하나로 실제적인 전력공급이 가능
- 상당한 녹색 효과 기대

6. 녹색 항만의 기술사례_풍력발전 시설 및 미관개선

- 바람이 많이 부는 해안가에 설치하면 효율적임
- 가로등, 신호등, 차량 유도등, 표지판 등
 - 풍력에너지로 전력 공급
 - 기존 조명에 비해 에너지 소비 50%~80% 절감
- 하역장 열선
 - 겨울철 하역장 결빙 시 작동
 - 새벽 안개 제거에도 활용
- 크레인 야간 동력
 - 크레인의 야간 작업 시 동력 공급



<해안가에 풍력발전 시설 설치>



- 계획 및 설계단계에서 항만사업 구간 설정 시 자연 경관에 관한 부분을 고려하여야 함
 - 경제적인 가치 : Hong Kong Harbor의 경우, 주변 아파트 가치가 2.97%(혹은 약 \$15,173) 상승
- 문화에 대한 인식, 사회와의 연결, 미적인 특징 등에 대한 홍보 → 예술에 대한 부분

2. Review: 녹색 인프라의 활성화 Process

향후 저탄소 녹색성장의 중심에는 녹색 건설이 위치할 것으로 예상되며
녹색성장의 성숙기에는 인프라 건설의 활성화가 필연적으로 이루어질 것으로 판단됨

해외 녹색건설 발전방향

녹색성장에 대한 관심 고조

녹색성장을 위한 정책적인 기반 조성

녹색건축(Green Building)분야에
 대한 시장 형성 (LEED)

녹색 인프라(Green Infrastructure)분야에
 대한 관심 고조 및 상품 출현

← 인식 단계 →

← 기반 조성 단계 →
 (정부 주도하의 정책 위주)

← 시작 단계 →

← 발전 단계 →

국내 녹색건설 발전방향

녹색성장에 대한 관심 고조

녹색성장을 위한 정책 발표
 (저탄소 녹색성장)

친환경 건축물 인증제도 등
 녹색 건축에 관련된 시장 형성

녹색 인프라 사업 발주 시작
 (4대강 살리기, 청계천 복원사업 등)



참고_해외 녹색인프라 인증: 녹색 도로 및 공항



북미의 녹색 도로 인증 시스템 Greenroads Evaluation System



- Greenroads 인증은 11개의 필수 항목과 38개의 추가 항목으로 구성되어 있음.
 - Part 1. Project Requirements(PR): 인증 필수에 관한 총 11개 항목
 - Part 2. Voluntary Credits(VC): 인증 추가에 관한 총 6개 분야, 38개 항목 → 총 118점
- Greenroads의 인증은 Green, Silver, Gold, Evergreen 의 4단계로 구성



Category	Description	Points
Project Requirements	Minimum requirements for a Greenroad	Req
Environment & Water	Stormwater, habitat, vegetation	21
Access & Equity	Modal access, culture, aesthetics, safety	30
Construction Activities	Construction equipment, quality, use	14
Materials & Resources	Material extraction, processing, transport	23
Pavement Technology	Pavement design, material use, function	20
Total Voluntary Credit Points		108
Custom Credits	Write your own credit for approval	10
Grand Total		118



Chicago Development of Aviation Sustainable Airport Manual v1.0



- Sustainable Site Management는 설계단계와 시공단계별로 각각의 프로세스를 구성하고 있으며 상호 연관되어 있음.
 - 총 9개의 분야에 관한 115개 필수 및 추가항목 → 총 297점(Design Phase) / 총 326점(Construction Phase)
- Sustainable Airport의 인증은 5단계로 구성되어 있으며, 2~5단계는 LEED 2009 Rating system과 연관되어 있음

TABLE 1 –SAM Green Airplane Rating System (Design)

Green Airplanes	Prerequisites	Civil-Airside	Civil-Landside	Occupied Buildings	Unoccupied Buildings	Reference LEED 2009 Rating System:
		8	8	13	12	
		2-16	2-17	2-40	2-31	
		17-20	18-22	41-50	32-39	Certified
		21-25	23-26	51-60	40-47	Silver
		26-33	27-35	61-80	48-63	Gold
		34-47	36-50	81-112	64-88	Platinum
MAXIMUM		47	50	112	88	

TABLE 2 –SAM Green Airplane Rating System (Construction)

Green Airplanes	Prerequisites	Civil-Airside	Civil-Landside	Occupied Buildings	Unoccupied Buildings	Reference LEED 2009 Rating System:
		8	8	13	12	
		2-19	2-20	2-43	2-34	
		20-24	21-25	44-54	35-42	Certified
		25-28	26-30	55-64	43-51	Silver
		29-38	31-40	65-86	52-68	Gold
		39-54	41-57	87-120	69-95	Platinum
MAXIMUM		54	57	120	95	

참고_해외 녹색인프라 인증: 녹색 도로 및 공항



Chicago Development of Aviation

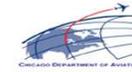


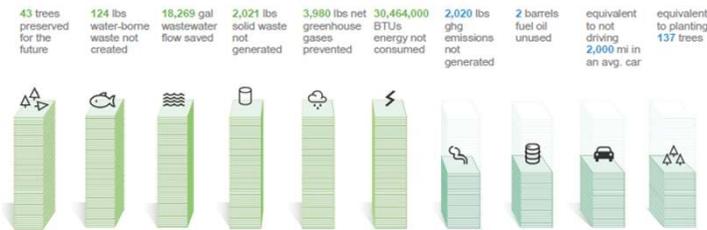
TABLE 1 –SAM Green Airplane Rating System (Design)

Green Airplanes	Prerequisites	Civil-Airside	Civil-Landside	Occupied Buildings	Unoccupied Buildings	Reference LEED 2009 Rating System:
		8	8	13	12	
		2-16	2-17	2-40	2-31	
		17-20	18-22	41-50	32-39	Certified
		21-25	23-26	51-60	40-47	Silver
		26-33	27-35	61-80	48-63	Gold
		34-47	36-50	81-112	64-88	Platinum
MAXIMUM		47	50	112	88	

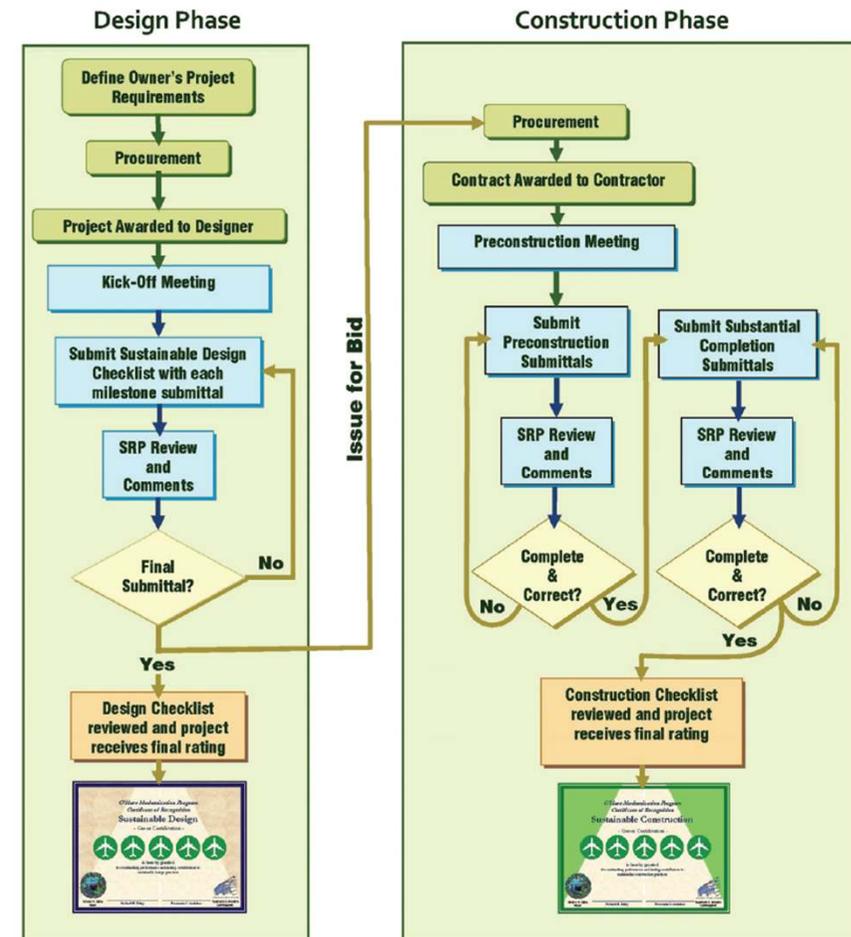
TABLE 2 –SAM Green Airplane Rating System (Construction)

Green Airplanes	Prerequisites	Civil-Airside	Civil-Landside	Occupied Buildings	Unoccupied Buildings	Reference LEED 2009 Rating System:
		8	8	13	12	
		2-19	2-20	2-43	2-34	
		20-24	21-25	44-54	35-42	Certified
		25-28	26-30	55-64	43-51	Silver
		29-38	31-40	65-86	52-68	Gold
		39-54	41-57	87-120	69-95	Platinum
MAXIMUM		54	57	120	95	

Savings from the use of 100% FSC Certified recycled paper made with Green-e certified renewable wind energy*



*for every 500 printed SAM copies



맺음말:녹색 건설 미래 성장 전략

