

민간 건물 수익형 그린리모델링 사업화 방안

주식회사 센솔루션

손원득 대표이사/공학박사

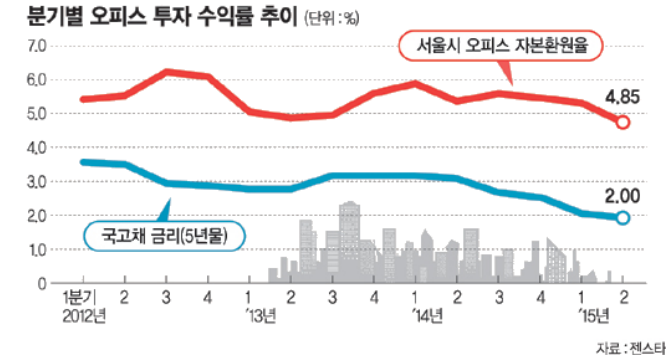
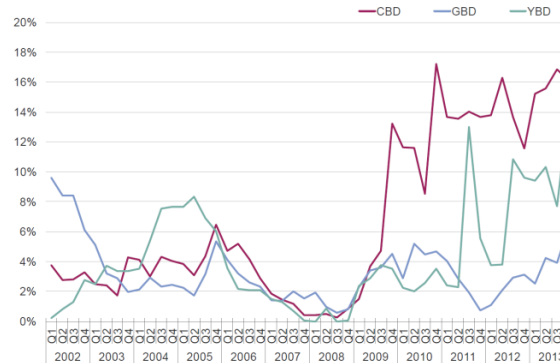


빌딩의 부동산 가치가 저절로 오르던 시대는 끝났습니다.

또한, 공실률은 지속적 증가세, Cap Rate는 지속적 하락세를 보이고 있습니다.

□ 2013년 부동산 관련 주요 개요 (서울)

- 신축 프라임급 오피스 건물 : 604,497m² (7개프로젝트)
- 프라임급 오피스 건물의 공실률 : 12.4%
- 임대 비용: 1.3% 증가
- 유지 보수 비용 : 2.3% 증가



□ 2013년 4분기, 지역별 월 임대료 및 공실률:

지역	평균임대료/ 평 (임대면적기준)	평균임대료/ 평 (전용면적기준)	공실률 (%)
CBD(광화문)	95,300	168,500	16.2%
GBD(강남)	84,400	164,600	6.1%
YBD(여의도)	75,200	155,600	13.7%
Overall Ave	88,100	164,900	12.4%

↑ 공실 증가
매출 하락

- 자본 환원율은 지난 몇 년간 지속적으로 감소하여 2013년의 5.2%의 최저율을 기록 했으며 전체 거래금액은 5조 6백억원을 기록했습니다. 투자자들은 높은 공실률에도 불구하고 우량물건의 관심은 계속되고 있습니다.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014F
Vacancy	4.3%	7.2%	8.0%	8.5%	10.8%	12.4%
Cap rates	6.5%	5.8%	5.7%	5.4%	5.2%	5.2%

↓ 수익률 하락

※Capital rates=Net Operating Income / Building Value = 순영업소득 / 부동산가치

신규 빌딩의 공급으로, 기존 빌딩의 경쟁력은 계속 약화됩니다.

기존 빌딩을 수익성이 좋은 물건으로 만들기 위한 돌파구가 필요합니다.

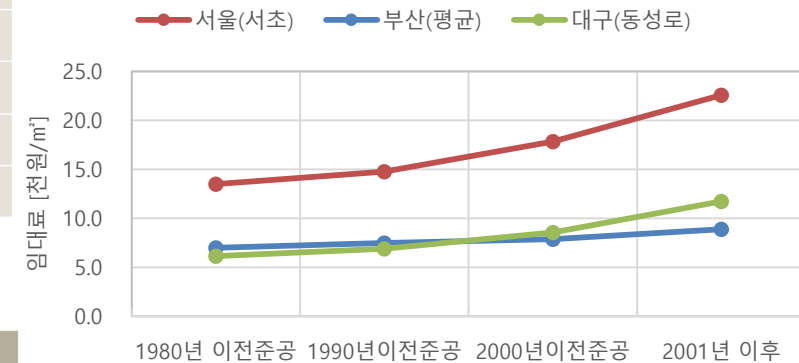
2013년 신규공급 빌딩

권역	빌딩명	공급시기	연면적(spm)	층수	비고
CBD	스테이트타워광화문	2013년 1분기	40,991	B6/F-23/F	라이나 생명이 매입 진행중(2014년 6월 거래 종결 예정), 사옥으로 사용 예정
CBD	KDB생명타워 (구 센트레빌아스테리움서울)		82,116	B9/F-30/F	칸서스자산운용 매입(2013년 4분기), KDB생명, 동부엔지니어링 및 동부 계열사 입주
CBD	AIA타워(구 N Tower)	2013년 2분기	51,380	B8/F-27/F	AIA생명이 매입(2013년 4분기), 일부 사옥사용 및 임대 예정
CBD	센터포인트광화문	2013년 3분기	38,925	B7/F-20/F	김&장 입주 예정
YBD	FKI타워		168,507	B6/F-50/F	LG CNS, 전경련 관계사 등 45% 입주
CBD	연합미디어센터	2013년 4분기	47,041	B4/F-17/F	70% 연합뉴스사옥, 30% 외부임대 계약완료 (현대중합상사, 대림 입주예정)
CBD	그랑서울		175,537	B7/F-24/F	GS건설 100% 책임 임차, 임대 마케팅 진행중 GS건설 A동 100%, B동 일부 입주
합계		604,497 sqm			

2014년 공급 예정빌딩

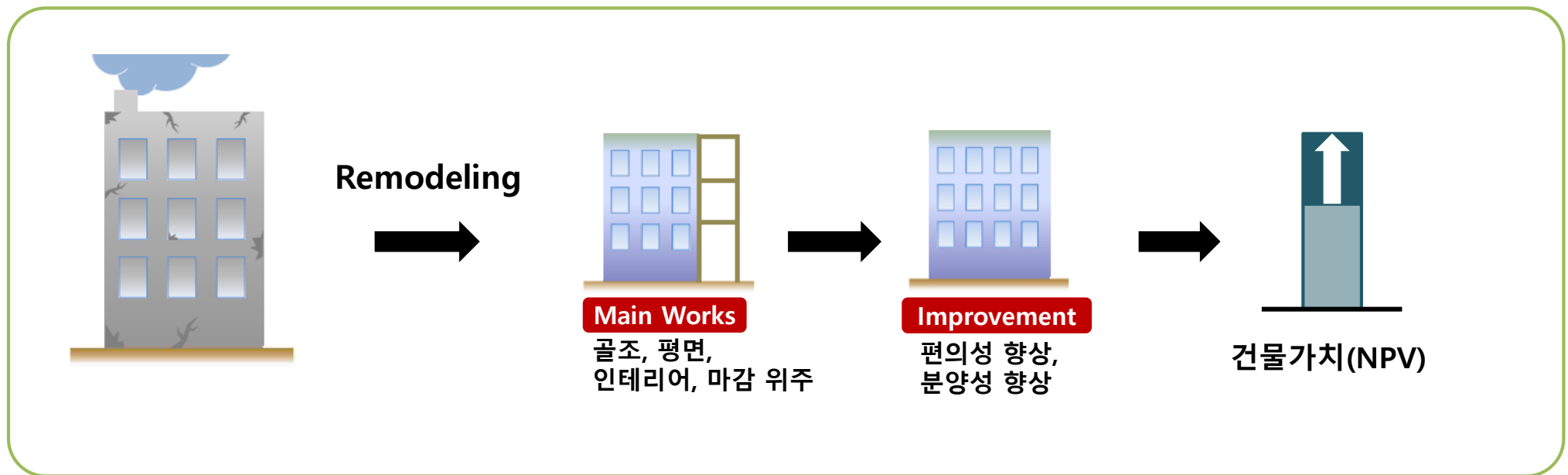
권역	빌딩명	공급시기	연면적(spm)	층수	비고
GBD	SK네트웍스대치빌딩	2014년 1분기	47,638	B5/F-9/F	매각 진행중
CBD	동자동 8구역	2014년 3분기	36,657	B7/F-29/F,30/F	매각 진행중
CBD	청진구역 제2,3지구(광화문D타워)	2014년 4분기	105,462	B8/F-24/F	매각 진행중, 임대마케팅 중
CBD	청진구역 제1지구(올레플렉스)	2014년 4분기	51,120	B6/F-25/F	100% KT 사옥으로 사용예정
YBD	Three IFC*	2014년 2분기(예정)	161,104	B7/F-55/F	2014년 임대마케팅 진행 예상
합계			240,877 sqm (Three IFC 포함 시 401,981 sqm)		

출처 : 세빌스 코리아



어떻게 하면 기존 빌딩을 우량 물건으로 만들 수 있을까요?

지금까지 쉽게 생각할 수 있는 것은 '리모델링'에 의한 방법이었습니다.



그러나, 기존 리모델링 방식은....

노후된 시설 및 인테리어 위주의 리모델링이 진행되었습니다.
입주자 또는 건물주의 유지관리비 절약은 생각하지 않았습니다
리모델링에 의한 실제 효과만을 구분하여 확인하기가 어렵습니다.

기존건물의 수익성 향상 방안은 없는 것일까요?

최소한의 공사비로 투자대비 수익률을 향상시킬 수 있는 방법이 있습니다.



Energy
Green

EG Remodeling

Energy & Green

리모델링 이상의 리모델링...이제 패러다임이 변화합니다.

건물의 가격은 어떻게 결정되는 것일까요?

비싸게 팔고 싸게 살 수 있다면 얼마나 좋을 까요?

•Market data Comparison Approach (비교방식)

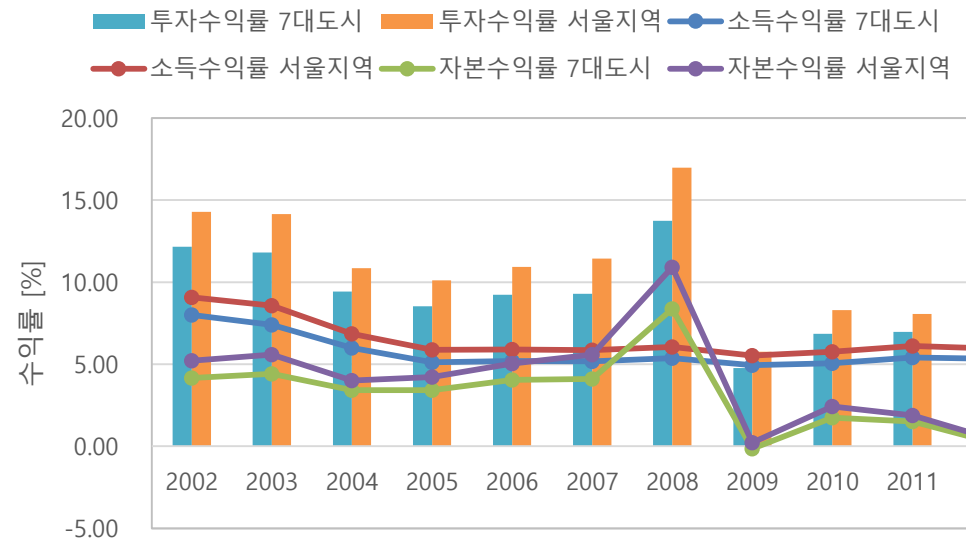
대상물건가 가치형성 요인이 같거나 비슷한 물건의 거래 사례와 비교하여 대상물건의 현황에 맞게 사정보정, 시점수정, 가치형성 요인비교 등의 과정을 거쳐 대상물건의 가액을 산정하는 감정평가 방법

•Income Capitalization Approach (수익방식)

대상물건의 수익성의 원리에 기초한 평가법으로 부동산이 물리, 기능 및 경제적으로 소멸할 때까지 전기간에 걸쳐 산출하는 가격시점 당시의 용익대가로 평가수익환원법, 수익분석법

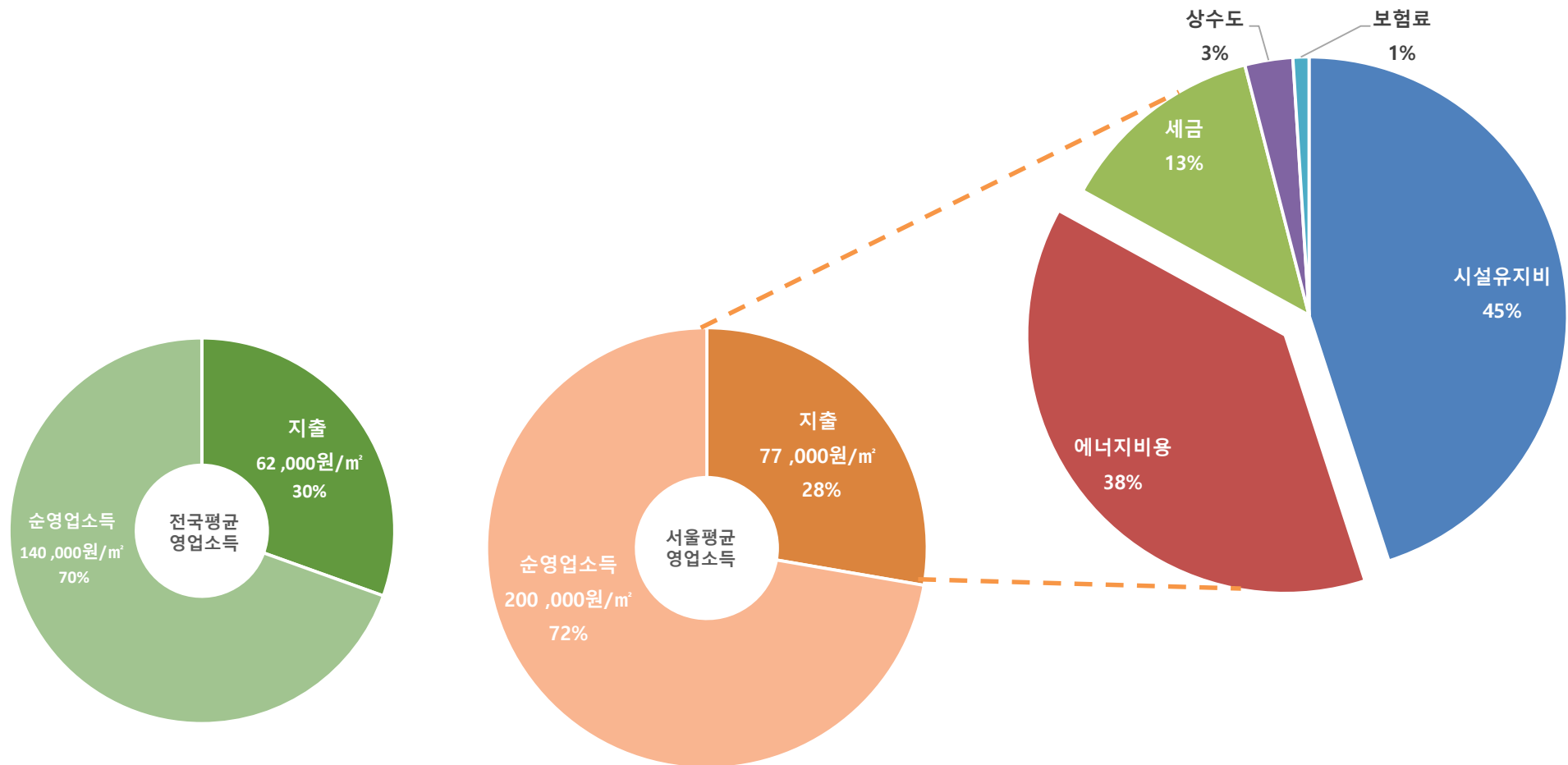
•Cost Approach (원가방식)

대상물건의 재조달원가에 감가수정을 하여 대상물건의 가액을 산정하는 평가법
원가법, 적산법



지출을 줄이면 수익이 늘어납니다

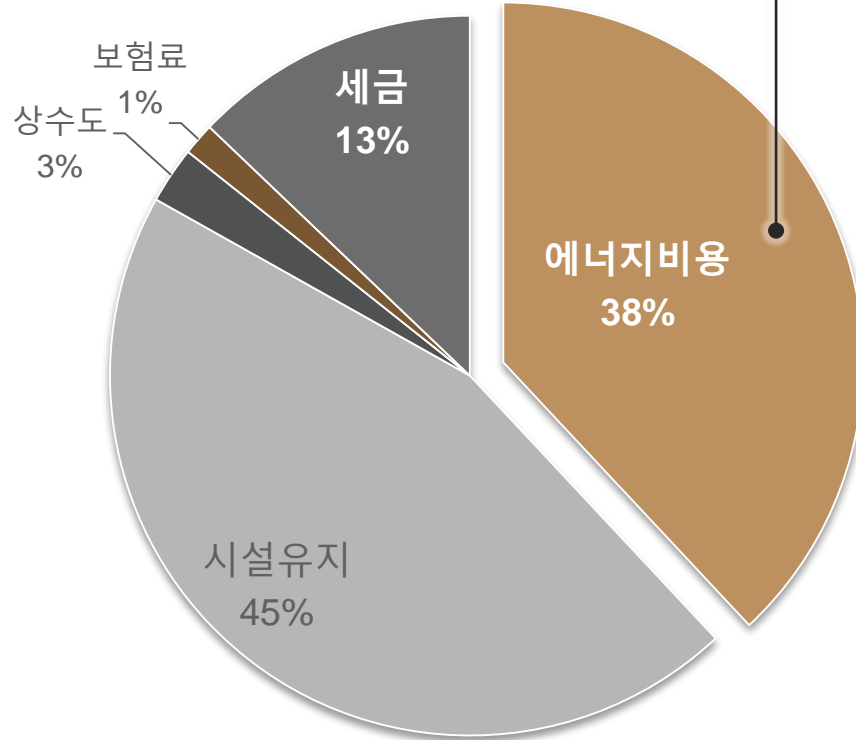
어떻게 하면 지출을 줄이고 수익을 늘릴 수 있을까요?



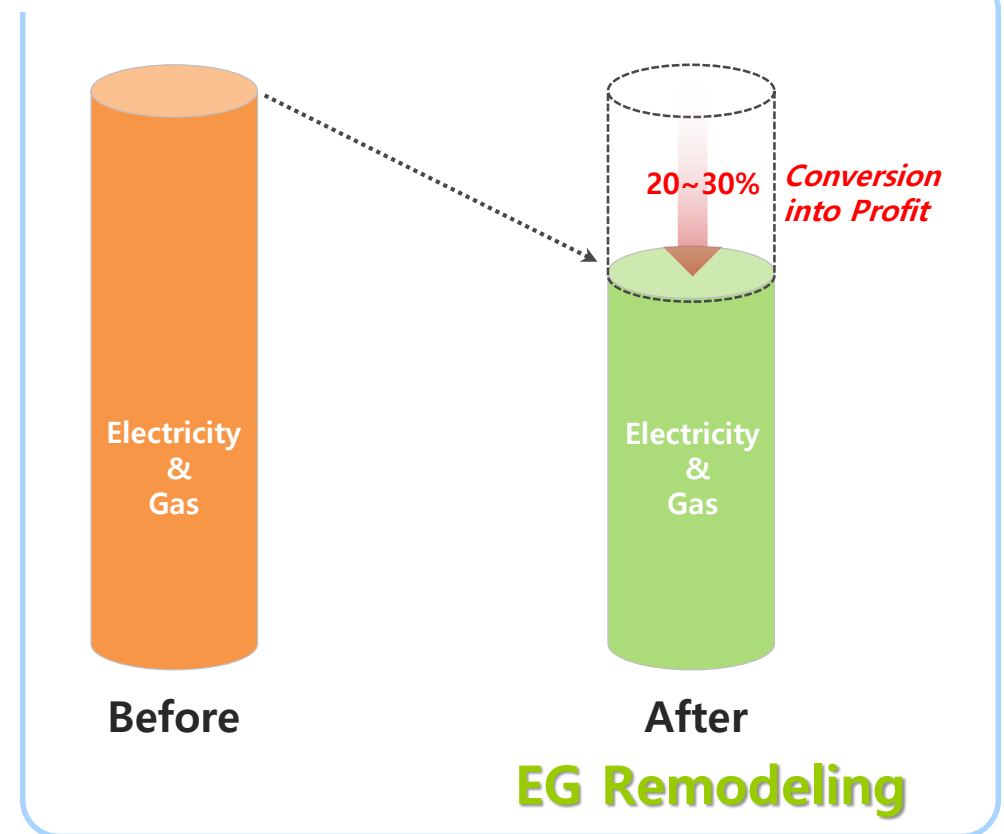
수익률 향상 방법은 에너지비용 및 운영비 절감입니다.

건물에서 에너지비용 절감은 건물의 순수익 향상으로 이어집니다.

건물 유지관리비



Our Value Proposition



건물주 눈높이에 맞추면 공사가 시작됩니다.

초기투자비의 부담을 최소화 하고 기대효과를 극대화 해야 합니다.

※ EG Remodeling 사례(업무시설)

연면적	40,000	m ²
공실률	16.2	%
임대료	95,300	원/평/월
에너지비용	1,700	원/m ² /월
자본환원율(Cap Rate)	5.2	%



After EG Remodeling

에너지절감율	:	15.0%
초기투자비	:	2,350,000,000 원
건물 가치 향상분	:	2,353,846,154 원

항목 구분		월평균	연간
수익	임대료	968,016,970	11,616,203,636
지출	합계	178,947,368	2,147,368,421
	FM비용	80,526,316	966,315,789
	에너지비용	68,000,000	816,000,000
	세금	23,263,158	279,157,895
	보험료	1,789,474	21,473,684
	수도요금	5,368,421	64,421,053
순수익		789,069,601	9,468,835,215
건물가치			182,092,984,910

항목 구분		월평균	연간
수익	임대료	968,016,970	11,616,203,636
지출	합계	168,747,368	2,024,968,421
	FM비용	80,526,316	966,315,789
	에너지비용	57,800,000 (-10,200,000)	693,600,000 (-122,400,000)
	세금	23,263,158	279,157,895
	보험료	1,789,474	21,473,684
	수도요금	5,368,421	64,421,053
순수익		799,269,601	9,591,235,215
건물가치			184,446,831,141 (+ 2,353,846,231)

※ 매년 에너지비용 약 1억 2천만원 절감
+ 건물 가치 약 24억원 향상

기존 빌딩을 매우 매력적인 투자 대상으로 바꿉니다.

에너지 성능이 우수한 건물은 임대료와 건물가치는 높아지고, 공실율을 줄여 줍니다.

Green “energy efficient” buildings are financially more attractive!!

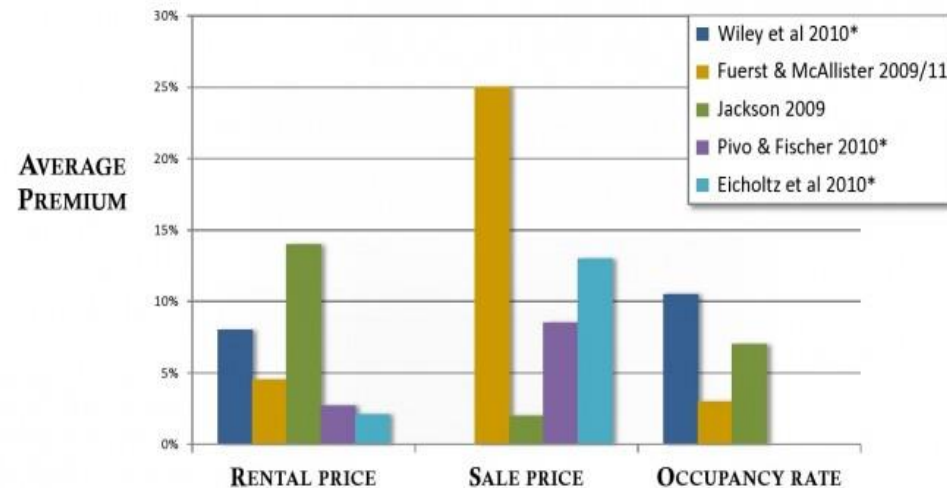
The Institute for Market Transformation (IMT), founded in 1996, is a Washington, DC-based nonprofit organization promoting energy efficiency, green building, and environmental protection in the United States and abroad. The prevailing focus of IMT’s work is energy efficiency in buildings.

❑ As the graph below shows, a growing body of research shows that energy-efficient properties have the following benefits compared to less efficient properties.

- ✓ **higher rental rates** (ave. 6.2% higher)
- ✓ **higher sales prices** (ave. 12% higher)
- ✓ **higher occupancy levels** (ave. 7% higher)

❑ Increasingly, tenants and real estate investors demand energy efficiency, sometimes paying a premium to lease or own space where energy costs are lower.

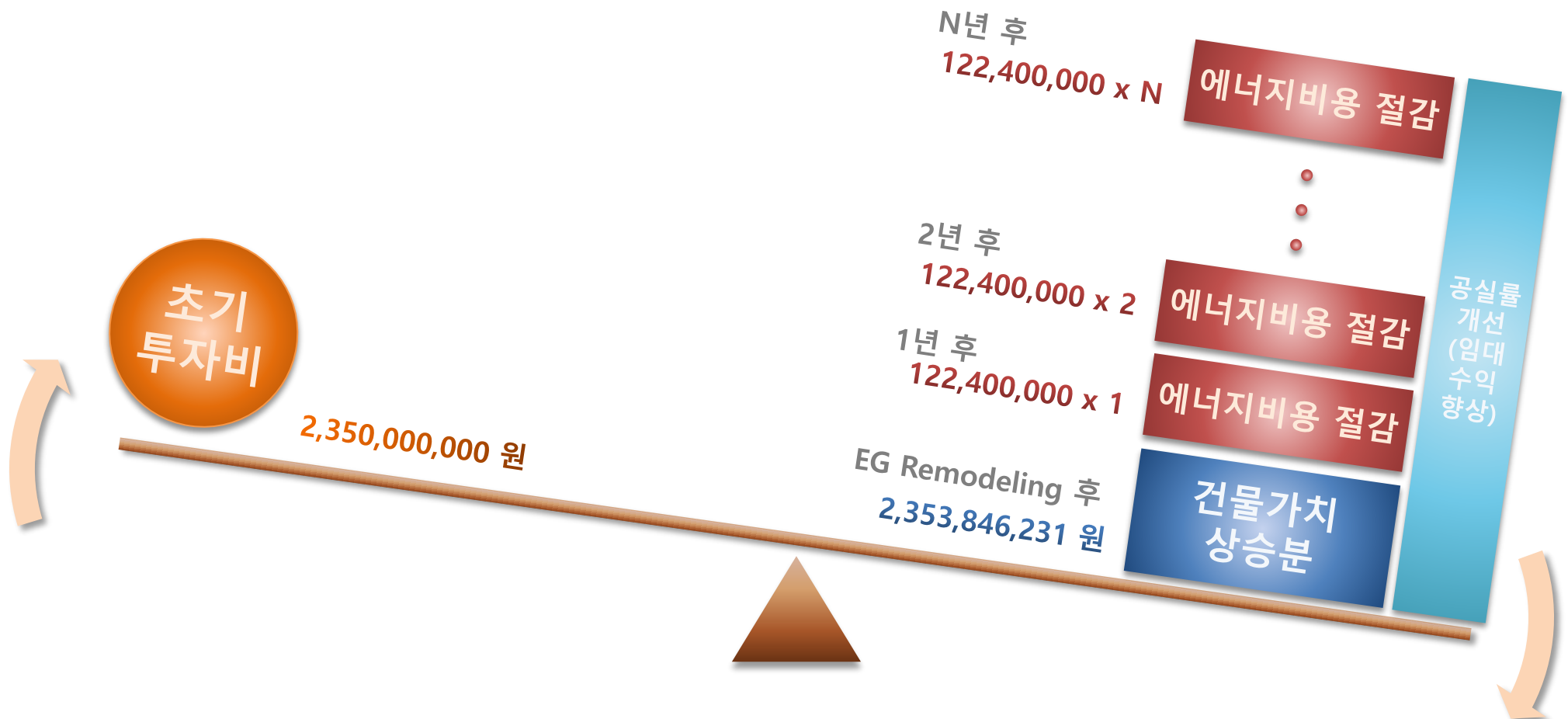
❑ Banks, real estate appraisers and insurance companies are beginning to reward energy efficiency with better financing and lower premiums.



Source: <http://www.imt.org/about>

초기 투자비 회수 이후에도, 에너지 절감 비용이 매년 누적됩니다.

공실률이 개선되고 임대 수익 향상이 동반됩니다.



에너지절약효과를 명확하고 합리적으로 제시할 필요가 있습니다.

수익성을 정량적으로 산출하여 확인하기 위한 , 정확한 진단과 효과예측이 필요합니다.

정밀한 건물에너지 현황 파악

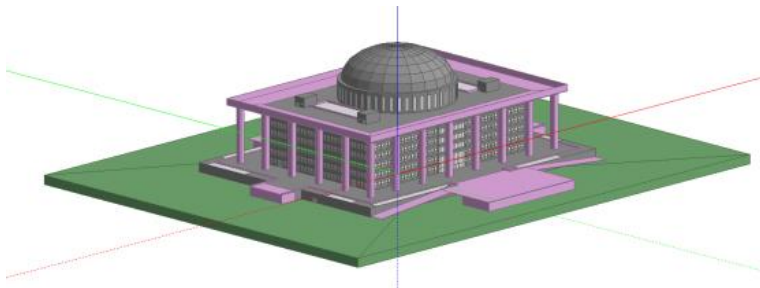
에너지 진단

열손실 파악

노후도 파악

운전현황 파악

에너지 효율
향상방안 도출



정확한 개선효과 예측

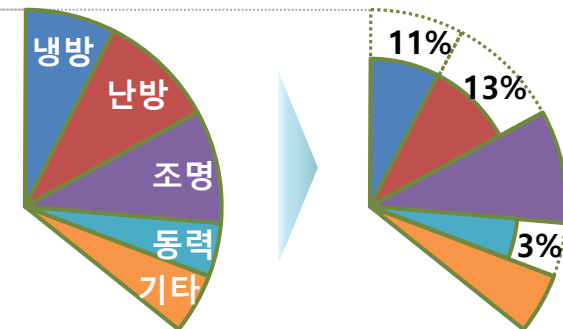
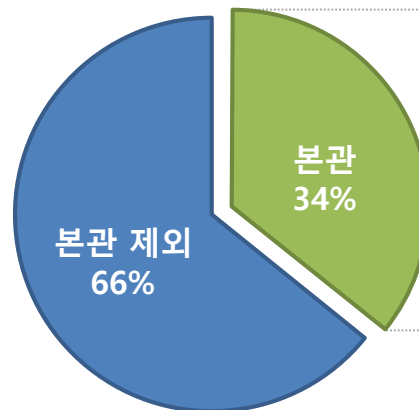
에너지 시뮬레이션

정밀3D모델링

에너지성능분석

에너지비용예측

수익성 기반
최적 솔루션
도출



에너지절감
27%

에너지시뮬레이션을 통해 정확히 예측해 볼 수 있습니다.

시행착오는 모두 가상 시뮬레이션으로 이루어지므로, 시간과 비용이 낭비되지 않습니다.

Remodeling



실존 건축물



리모델링 실시 후
실제 운영



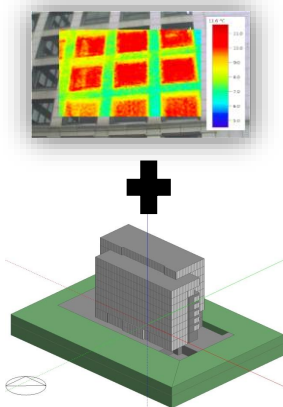
에너지 요금 고지서
확인

에너지절감 확인 방법

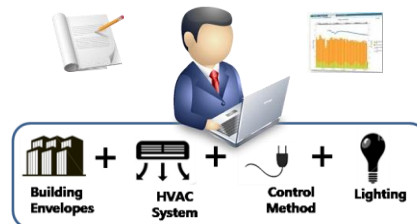
실제 건축물에
적용 후 시험 운전을
통해 에너지절감
여부 확인 가능

▶ 시행착오에 의한
투자비 낭비 발생

EG
Remodeling



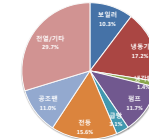
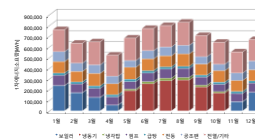
정확한 진단을 통한
에너지모델링



노후건물의 문제점
및 대안효과 예측



구분	에너지소비량		에너지비용		합계	석유류산화물 TCE	이산화탄소 배출량 TCE _{CO2}
	전력 kWh	가스 Nm³	전력 원	가스 원			
난방	211,192	60,270	23,530,686	53,341,151	76,871,837	115	233.3
냉방	277,109	95,750	30,510,477	84,741,765	115,252,242	171	343.3
급탕	0	18,554	0	16,420,803	16,420,803	22	41.4
조명	512,985	0	54,813,182	0	54,813,182	110	240.2
환기	361,956	0	40,284,711	0	40,284,711	78	169.5
기타	975,444	0	98,360,617	0	98,360,617	210	456.7
신재생	-64,322	0	-9,564,028	0	-9,564,028	-14	-30.1
합계	2,274,363	174,575	237,895,664	154,503,719	392,439,384	1,313	1,454.3



최적대안 제시 및
수익률 예측

에너지절감 확인 방법

EC Dynamic Simulation
을 통해 그린 리모델링
후의 효과 예측

▶ 최소 투자비에 의한
최적의 효과 발생

성공적인 **Green Remodeling**을 위하여
꼭 필요한 과정이 있습니다.



수익형 Green Remodeling을 위한 절차는 이렇습니다.

현장 진단 및 문제점 파악

자료 수집 및 미흡한 자료에 대한 유추

운영 패턴 및 운영상 문제점 분석

정밀한 에너지 Simulation 분석

적용 가능한 에너지절감 기술 제시

에너지절감 기술 적용 효과 예측

경제성을 고려한 최적의 EG Remodeling Design 제시

EG Remodeling 효과의 정량적 분석

초기 투자비 및 회수기간 분석

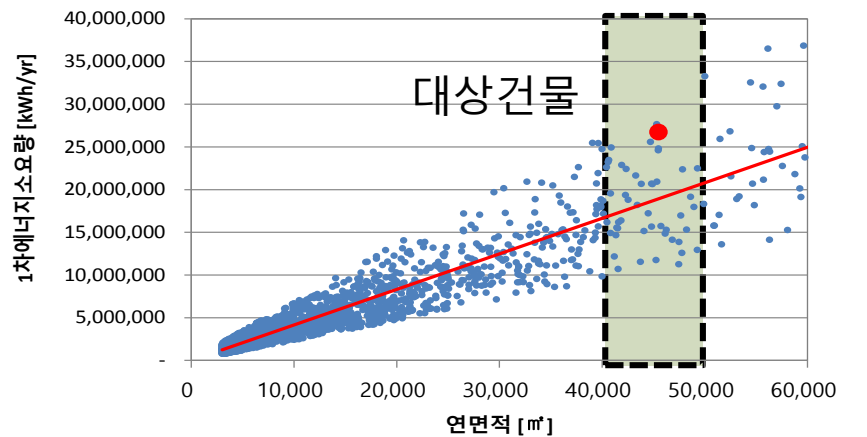
연간 에너지 절감 비용 분석

EG Remodeling에 의한 건물 가치 향상 분석

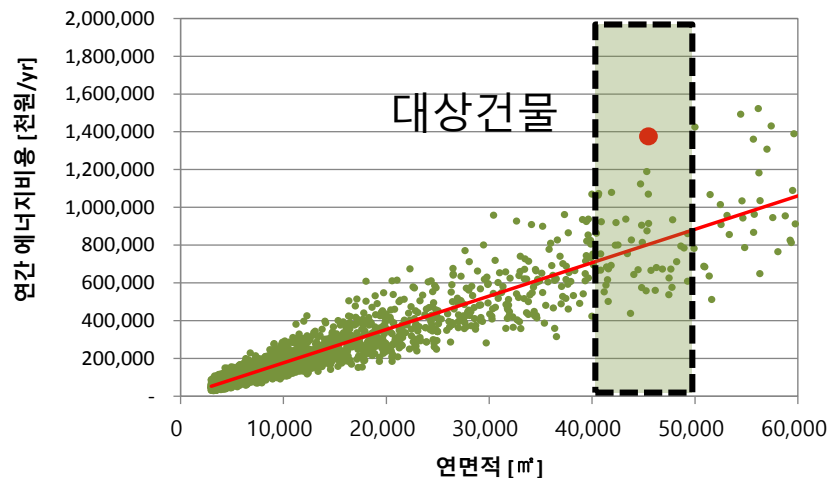
EG
Remodeling

얼마만큼 절약 할 수 있는 지를 먼저 알아야 합니다

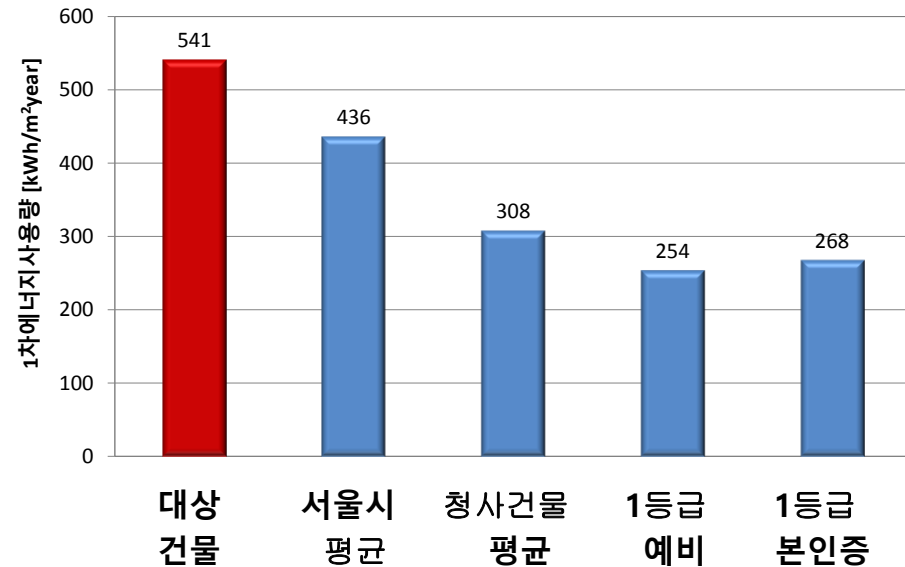
기존의 유사건물과 비교하여 에너지비용을 얼마를 더 지출하는지 파악해야 합니다.



<서울시 2700개 건물 면적별 1차에너지소요량>



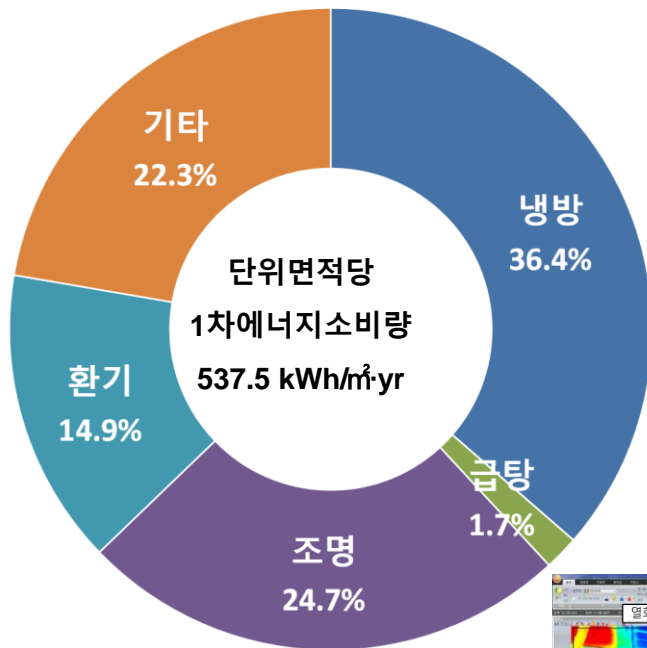
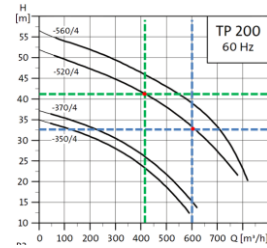
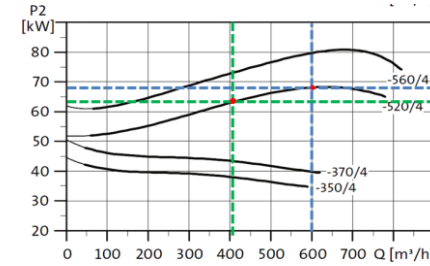
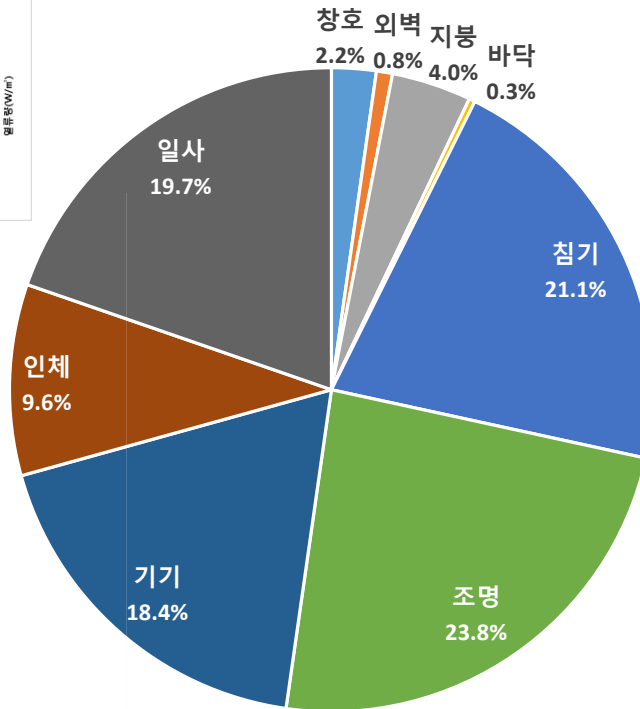
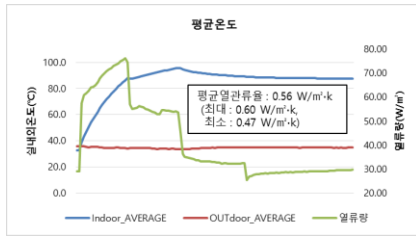
<서울시 2700개 건물 면적별 에너지비용>



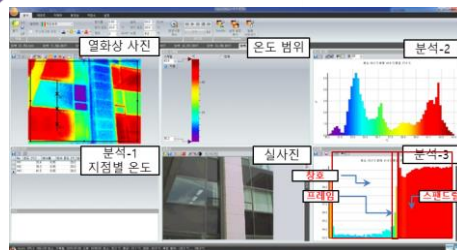
- 단위면적당 1차에너지소요량은 540.82kWh/m²
- 유사규모 건물 평균 436kWh/m² 대비 약 **1.24배** 과소비
- 단위면적당 연간에너지비용은 30,257원/m²
- 유사규모 건물 평균 15,981원/m² 대비 약 **2배** 지출
- 연간 에너지비용 약 **6.5억원** 더 지출

자세히 볼 수 있다면 어디서 절약해야 할지 알 수 있습니다.

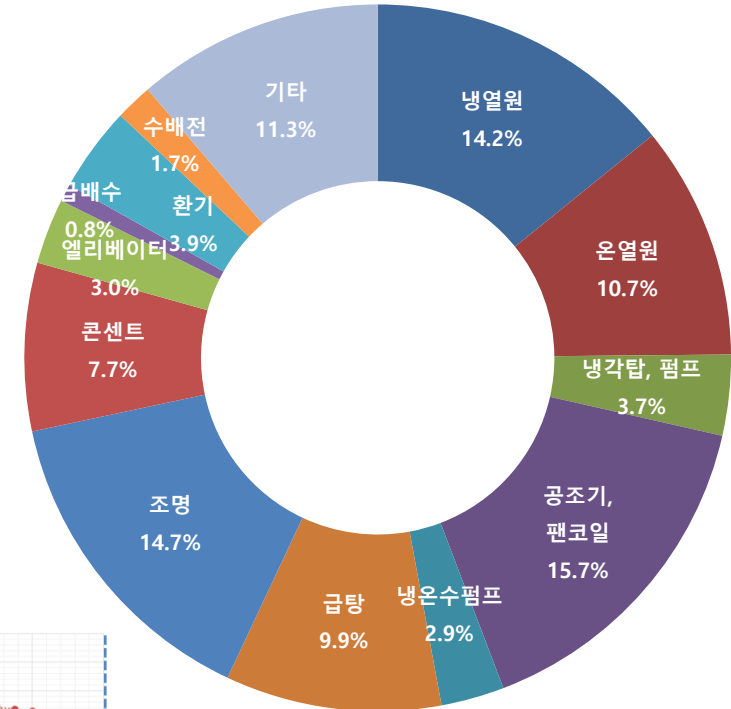
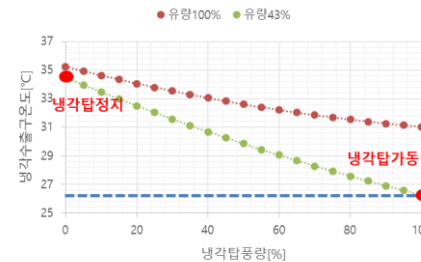
에너지를 자세히 볼 수 있는 방법은 정확한 에너지시뮬레이션을 통해 실현 가능합니다



<부문별 에너지 소비량 비율>



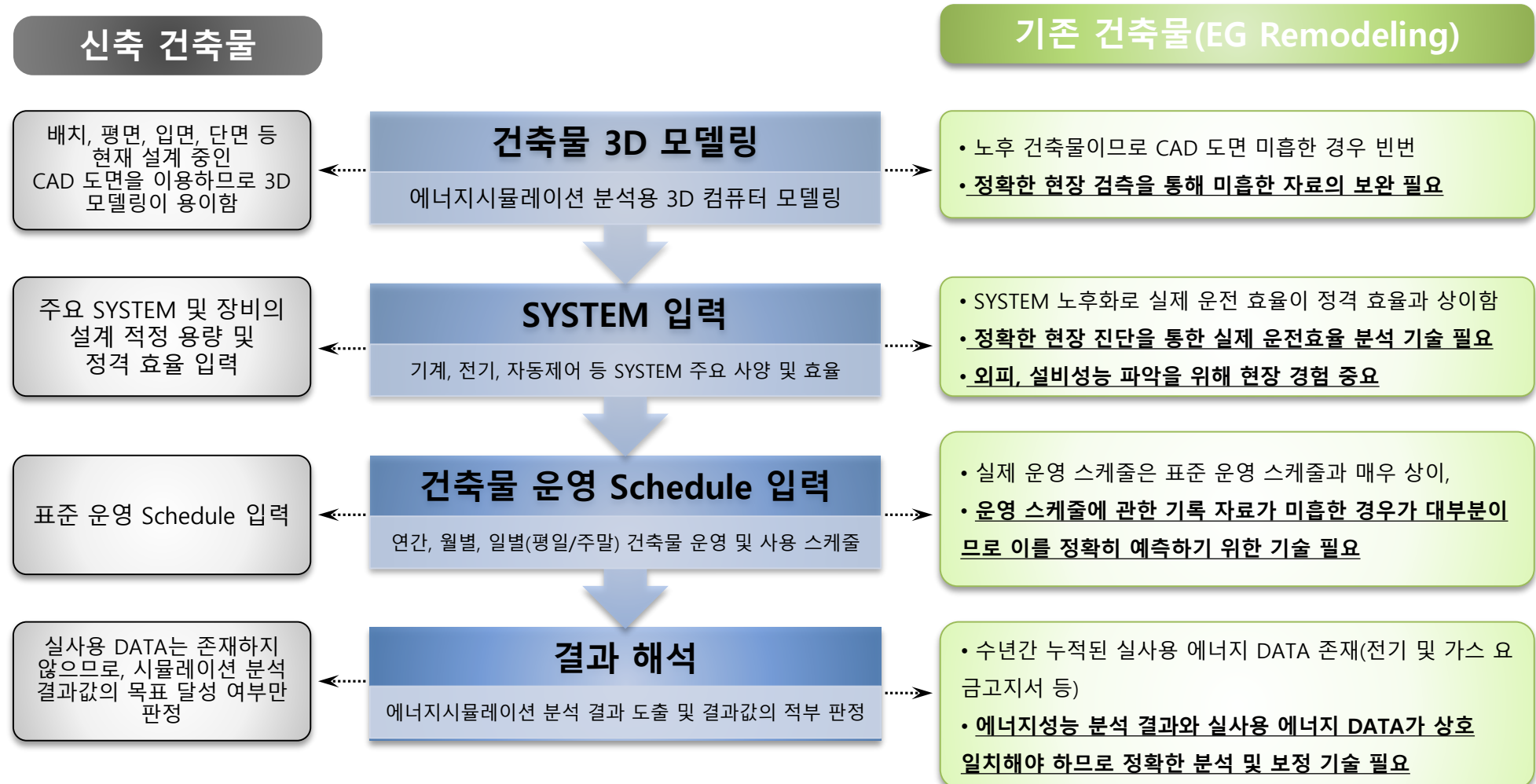
<요소별 냉방부하 비율>



<기기별 에너지소비량 비율>

기존 건축물에 대한 분석은, 신축 건축물과 다르게 접근해야 합니다.

신축 건축물보다 **High Technology**를 필요로 합니다.



최소 공사비로 최대 효과를 낼 수 있는 대안이 필요합니다.

에너지를 절약할 수 있는 기술들은 많습니다.
그러나, 수익성을 확보한 매력적인 **최적안**을 도출해야 합니다.

Phase 1

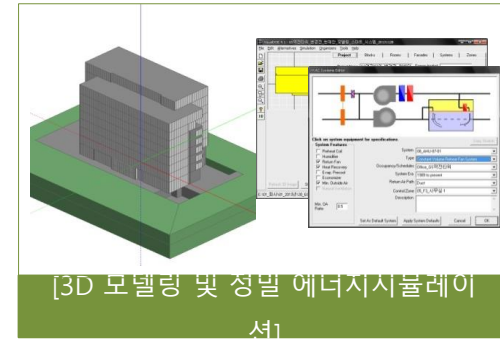
에너지
진단

1 현황분석 및 에너지 모델링

- 건축, 기계, 전기시스템 현황분석
- 내부발열, 운영스케줄 및 실내온습도 조사를 통한 3차원 에너지모델링

2 현 에너지 성능 평가

- 정밀 에너지시뮬레이션을 통한 시간별 냉난방 부하패턴 분석
- 부문별(냉방, 난방, 급탕, 환기, 조명), 시간별 에너지사용량 분석



Phase 2

에너지
시뮬레이션

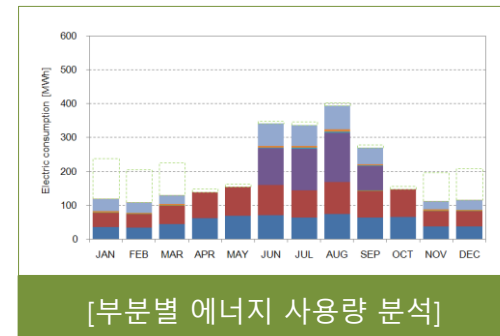
및
최적안
도출

3 에너지절약 요소기술 도출

- Design 개선사항, 시스템 개선사항, 운영 개선사항,
- 적용 가능 기술 List 도출

4 요소기술별 적용효과 분석

- 정밀 에너지시뮬레이션 수행을 통한 요소기술별 적용 효과 예측
- 경제성을 고려한 최적요소기술 조합 도출



5 경제성 평가

- 각 대안별 생애주기비용 분석
- 최적 대안의 회수기간 분석

6 최적 설계안 도출

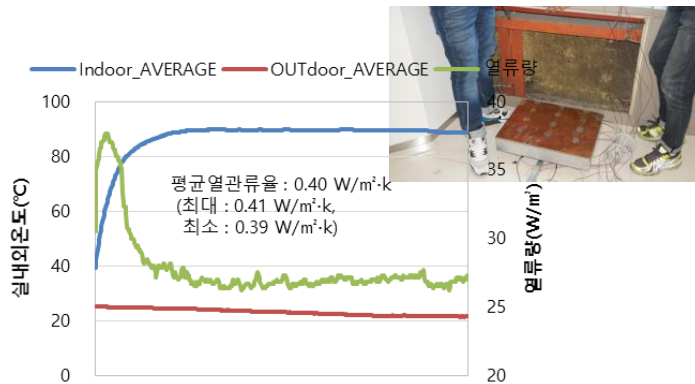
- 최적 설계안 도출
- 최적안 적용효과 검증



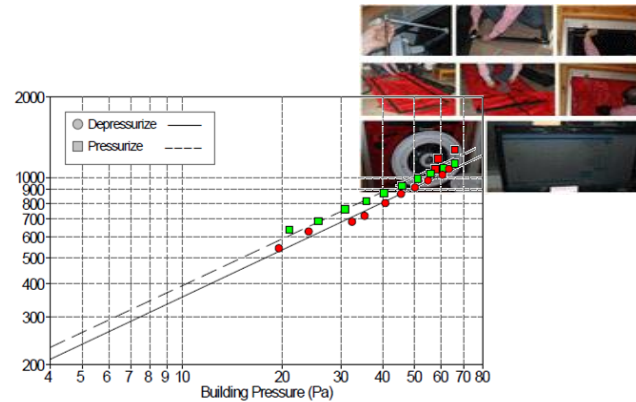
다양한 관점으로 건물현황을 진단하는 것부터 시작합니다.

현재 상태를 정확히 진단한다면, 투자비 없이 성능개선 가능한 부분이 많습니다.

■ 벽체 단열성능 진단



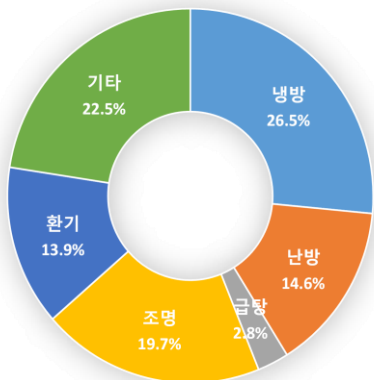
■ 실의 기밀성능 진단



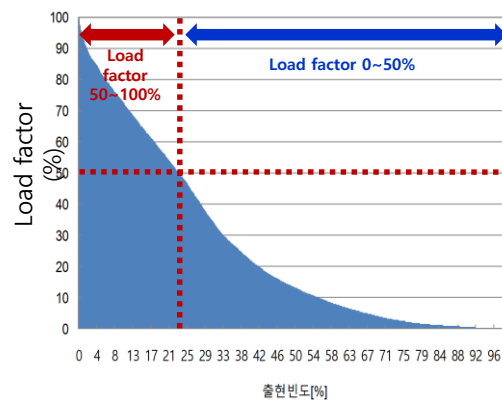
■ 실의 쾌적성능(PMV) 진단



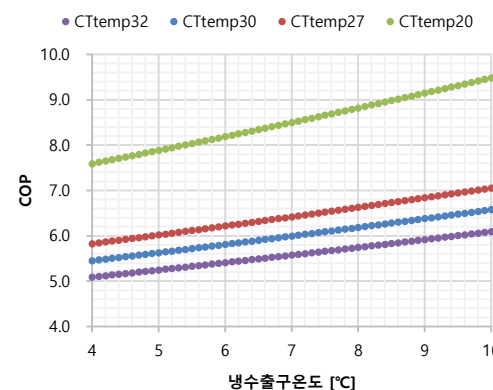
■ 부문별 소비패턴 분석



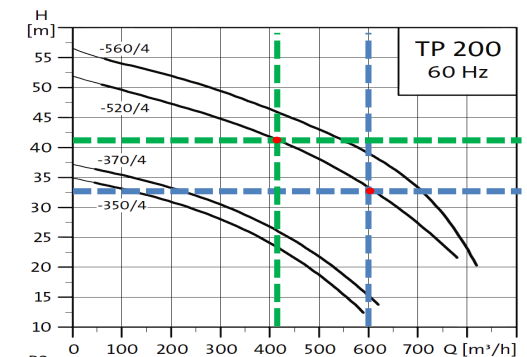
■ 연간 부하패턴



■ 냉수온도에 따른 COP변화

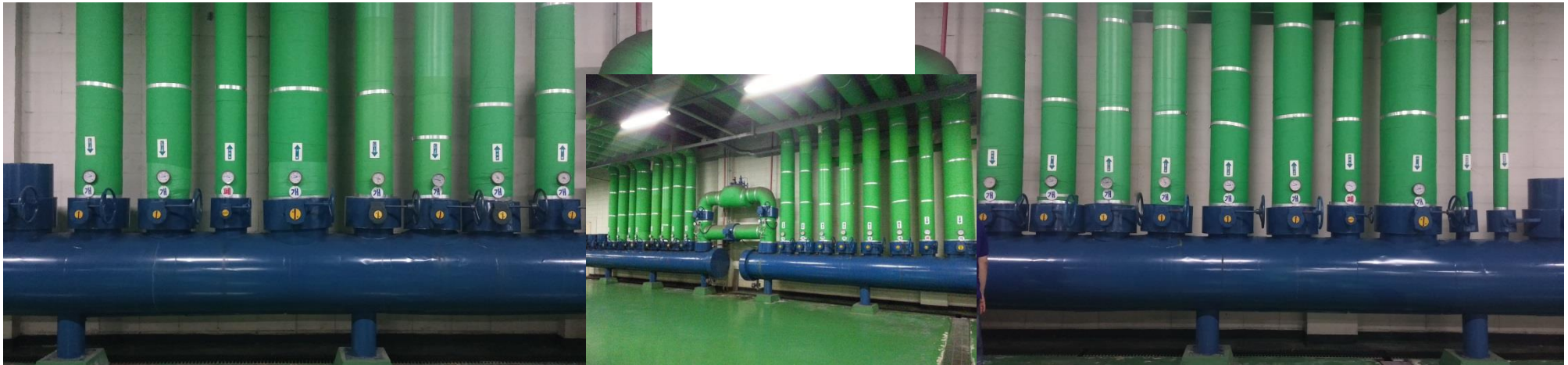
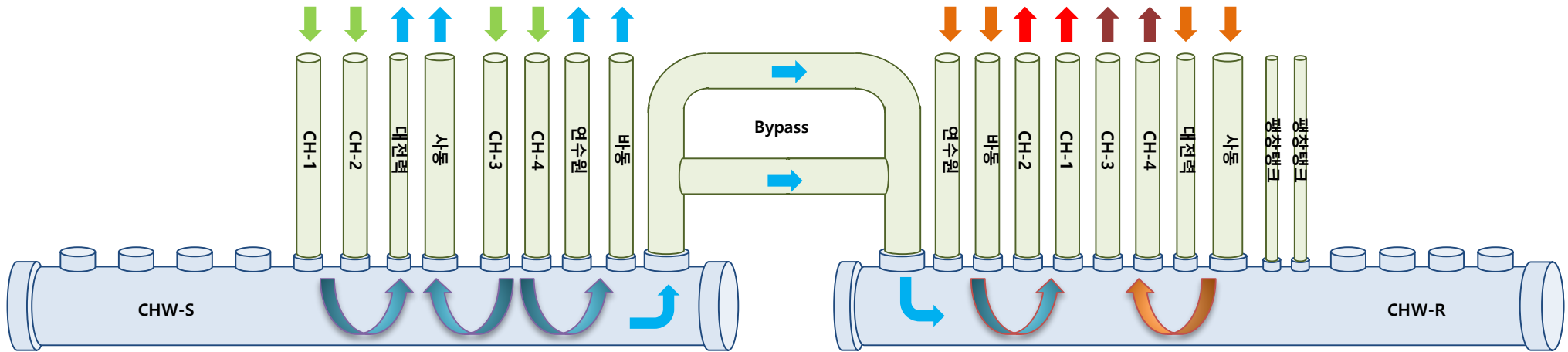


■ 양정에 따른 유량변화



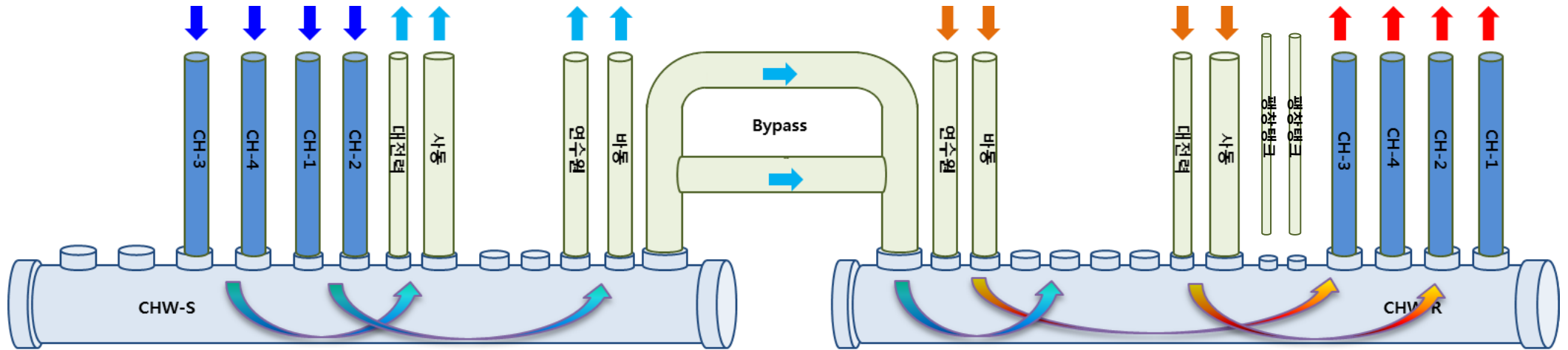
대부분의 현장에서 설비시스템은 비효율적 운전을 하고 있습니다

장비교체, 증축 및 설계 시 설비시스템의 오버사이징이 대부분의 원인입니다



대부분의 현장에서 설비시스템은 비효율적 운전을 하고 있습니다

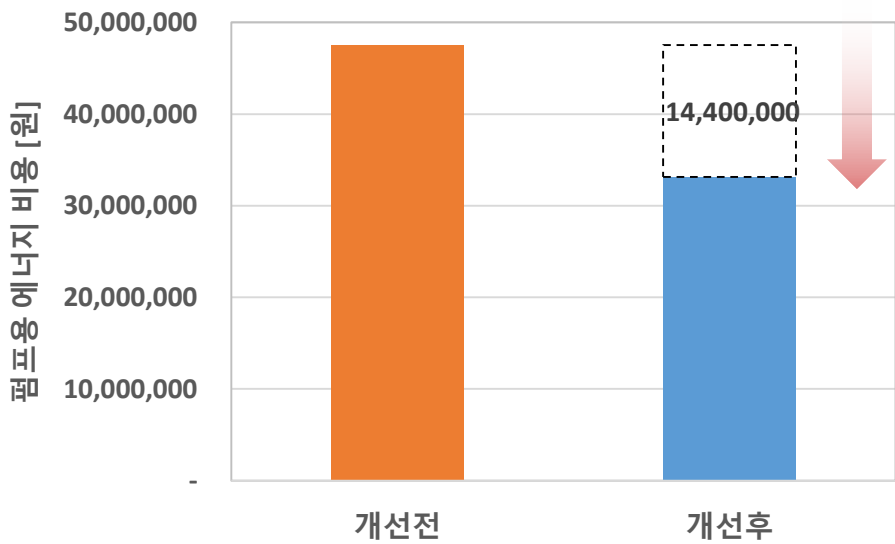
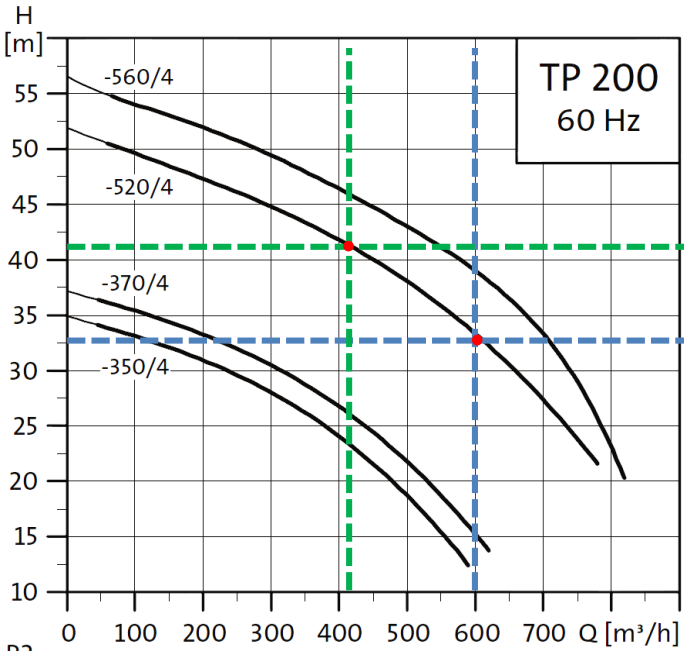
증축에 의한 헤더 내 배관 혼재에 의한 냉동기 운전 오류 사례입니다



대부분의 현장에서 설비시스템은 비효율적 운전을 하고 있습니다

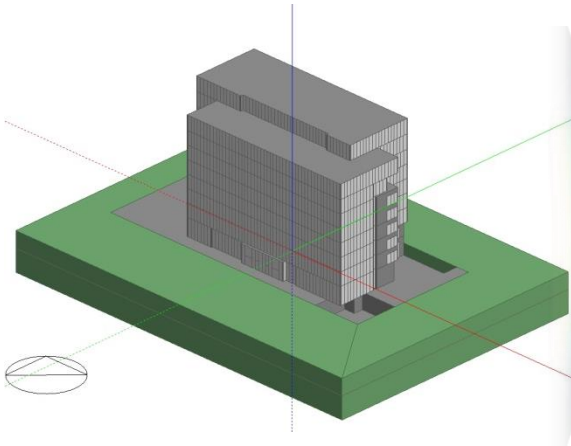
밸브 전개방으로 냉수유량 과다에 의한 냉동기 과부하 운전 및 반송동력 증가사례입니다

구분	기호	형식	용도	설치위치	냉방용량	수량	냉수				냉각수				모터용량	소비전력	냉매	TON당 소비전력
						EA	유량	입,출구 수온(℃)	손실수두 mAq	설계압력 kg/cm²	유량	입,출구 수온(℃)	손실수두 mAq	설계압력 kg/cm²	kW	kW		kW/TON
					m³/h		l/min				kg/cm²							
장비 일람표	CH-1	터보 냉동기	상온용	기계실	690	1	415	12 / 7	8.6	10.5	8,333	32 / 37	6.6	10.5	512	434.8	R-123	0.63
현황							600	12.1 / 9.0	12	7.5	7,806	30.4 / 35.5	6.0	7.4		368.6		0.53

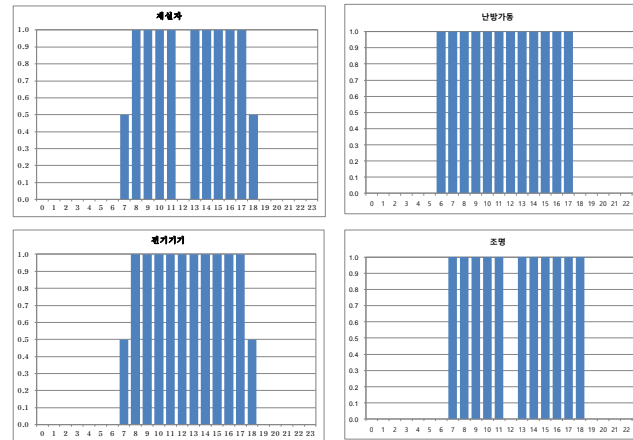


정밀한 에너지시뮬레이션을 통해 효과를 정확히 예측해야 합니다

<건축물 기본 정보>



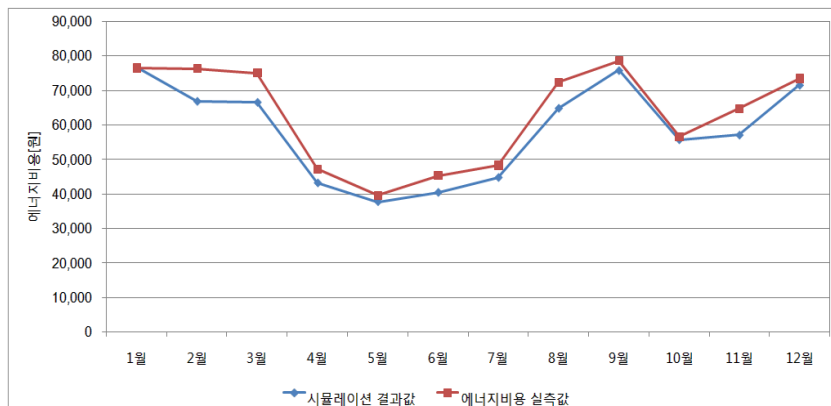
<건물 운영 스케줄>



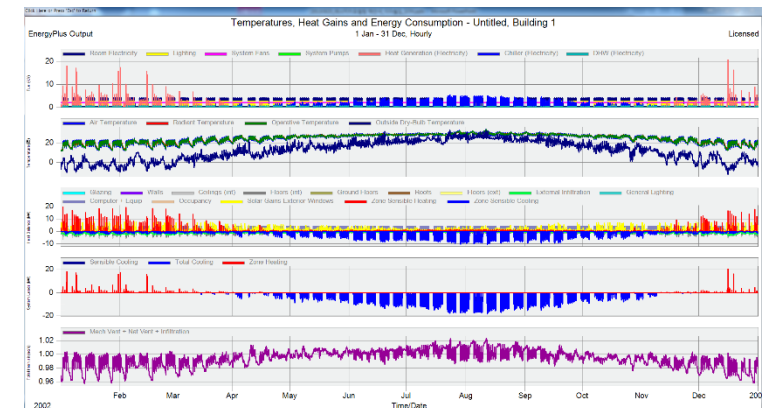
<시뮬레이션 기본 입력 사항>

구분	입력 내용
건축	단열성능 · 외벽 : 0.574 W/m ² · K · 지붕 : 0.385 W/m ² · K · 바닥 : 0.580 W/m ² · K · 창호 : 4.00 W/m ² · K (SHGC : 0.43)
	기밀성능 · 0.5 ACH
	재실인원 · 1F : 0명 · 2F : 39명 · 3F : 39명 · 4F : 0명 · 5F : 0명
기계	열원장비 · 흡수식 냉온수기 · 대량유형 냉각탑
	공조장비 · 공기조화기 · 팬코일유닛 · PAC 에어컨
	급탕장비 · 온수보일러 (급탕량 : 8.0 t/day · 인)
	냉난방설정온도 · 냉방온도 : 26 °C · 난방온도 : 20 °C
전기	가전기기 · B1F : 5.8 kW/m ² · 1F : 2.5 kW/m ² · 2F : 37.9 kW/m ² · 3F : 32.0 kW/m ²
	조명밀도 · 14.22 W/m ²
운영스케줄	일일스케줄 · 재실자 : 10시간 · 가전기기 : 11시간 · 조명 : 11시간 · 냉난방가동 : 12시간
	냉난방기간 · 난방기간 : 1월 1일 ~ 3월 31일, 11월 20일 ~ 12월 31일 · 냉방기간 : 6월 1일 ~ 9월 30일

<Simulation data VS Actual data>



<에너지시뮬레이션 결과>



어떤 에너지절약 요소를 적용하는 것이 가장 효과적일까요?

건축물 전체 성능을 고려하여 비용대비 효과가 우수한 요소기술부터 적용해야 합니다.

1 기술별 초기투자비 및 적용효과(에너지절감비용) 분석

공조방식 변경

초기투자비	850,000,000
연간 에너지 절감비용	28,000,000

냉동기 변경

초기투자비	680,000,000
연간 에너지 절감비용	36,000,000

창호 성능 개선

초기투자비	1,200,000,000
연간 에너지 절감비용	12,000,000

외피 단열 개선

초기투자비	700,000,000
연간 에너지 절감비용	11,000,000

보일러 변경

초기투자비	150,000,000
연간 에너지 절감비용	32,000,000

조명기기 변경

초기투자비	500,000,000
연간 에너지 절감비용	9,000,000

※ 적용 기술명 및 비용은 예시임

2 경제성 지수(Energy to Cost Index) 분석

기술별

연간에너지 절감비용

초기투자비용

$$\frac{\text{연간에너지 절감비용}}{\text{초기투자비용}} \times 100 = \text{E/C Index}$$

▶ 경제성지수가 높을수록, 최소비용 최대효과

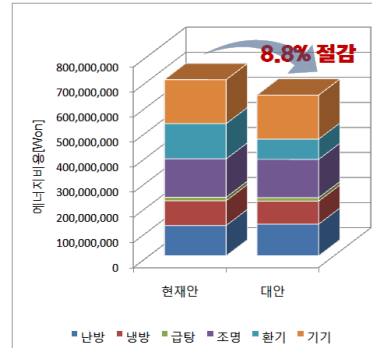
3 E/C Index에 의한 우선순위 결정

구분			초기투자비	연간에너지 절감 비용	경제성 지수
			원	원	
기본 설계	I-1	기준층 층별 공조방식	850,000,000	27,765,712	3.27
	I-2	냉온수 펌프 교체	50,000,000	1,949,858	3.90
	I-3	조명기기 교체	500,000,000	9,014,206	1.80
	I-4	현열교환기 제거	-	-	-
	I-5	냉동기 교체(터보냉동기)	680,000,000	36,073,527	5.30
추가 적용 기술 제안	II-1	현열교환기 설치	80,000,000	9,354,240	11.69
	II-2	냉동기 교체(흡수식냉동기)	580,000,000	4,806,224	0.83
	II-3	보일러 교체(온수보일러)	150,000,000	31,628,567	21.09
	II-4	냉온수 펌프 인버터제어	150,000,000	7,510,101	5.01
	II-5	창호 성능 향상	1,200,000,000	11,995,605	1.00
	II-6	외피 단열 성능 향상	700,000,000	10,829,542	1.55
	II-7	공조기 인버터 제어 활성화	120,000,000	23,002,000	19.17
	II-8	LED 조명기기	2,000,000,000	23,849,848	1.19

요소기술은 단계별로 조합해서 분석해야 합니다.

① 창호성능 향상

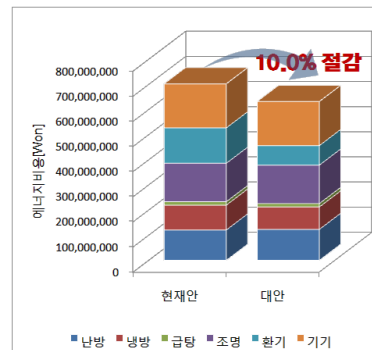
구분	입력조건	
	현재안	대안
창호성능	7.00 W/m ² ·K (SHGC : 0.7)	1.50 W/m ² ·K (SHGC : 0.5)



구분	전력 에너지 소비량		가스 에너지 소비량		에너지비용	
	현재안 [kWh]	대안 [kWh]	현재안 [Nm ³]	대안 [Nm ³]	현재안 [원]	대안 [원]
난방	6,150	10,530	171,370	178,422	120,696,796	126,158,729
냉방	823,747	763,561	-	-	98,849,695	91,627,304
급탕	-	-	19,758	19,758	13,830,553	13,830,553
조명	1,273,044	1,273,044	-	-	152,765,242	152,765,242
환기	1,173,387	672,583	-	-	140,806,392	80,709,900
기기	1,460,425	1,460,425	-	-	175,250,987	175,250,987
합계	4,736,753	4,180,142	191,128	198,180	702,199,665	640,342,715
절감율	-	-11.8%	-	3.7%	-	-8.8%

② 창호성능 향상 및 블라인드 설치

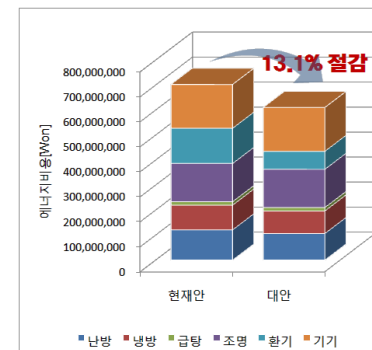
구분	입력조건	
	현재안	대안
창호성능	7.00 W/m ² ·K (SHGC : 0.7)	1.20 W/m ² ·K (SHGC : 0.3 / 0.5)
블라인드	미적용	적용



구분	전력 에너지 소비량		가스 에너지 소비량		에너지비용	
	현재안 [kWh]	대안 [kWh]	현재안 [Nm ³]	대안 [Nm ³]	현재안 [원]	대안 [원]
난방	6,150	10,304	171,370	174,018	120,696,796	123,049,377
냉방	823,747	742,462	-	-	98,849,695	89,095,424
급탕	-	-	19,758	19,758	13,830,553	13,830,553
조명	1,273,044	1,273,044	-	-	152,765,242	152,765,242
환기	1,173,387	647,792	-	-	140,806,392	77,735,068
기기	1,460,425	1,460,425	-	-	175,250,987	175,250,987
합계	4,736,753	4,134,027	191,128	193,776	702,199,665	631,726,651
절감율	-	-12.7%	-	1.4%	-	-10.0%

③ 외피성능 향상

구분	입력조건	
	현재안	대안
창호성능	7.00 W/m ² ·K (SHGC : 0.7)	1.20 W/m ² ·K (SHGC : 0.3 / 0.5)
블라인드	미적용	적용
외벽성능	0.80 W/m ² ·K	0.43 W/m ² ·K



구분	전력 에너지 소비량		가스 에너지 소비량		에너지비용	
	현재안 [kWh]	대안 [kWh]	현재안 [Nm ³]	대안 [Nm ³]	현재안 [원]	대안 [원]
난방	6,150	5,603	171,370	150,447	120,696,796	105,984,959
냉방	823,747	751,715	-	-	98,849,695	90,205,817
급탕	-	-	19,758	19,758	13,830,553	13,830,553
조명	1,273,044	1,273,044	-	-	152,765,242	152,765,242
환기	1,173,387	599,348	-	-	140,806,392	71,921,726
기기	1,460,425	1,460,425	-	-	175,250,987	175,250,987
합계	4,736,753	4,090,134	191,128	170,205	702,199,665	609,959,284
절감율	-	-13.7%	-	-10.9%	-	-13.1%

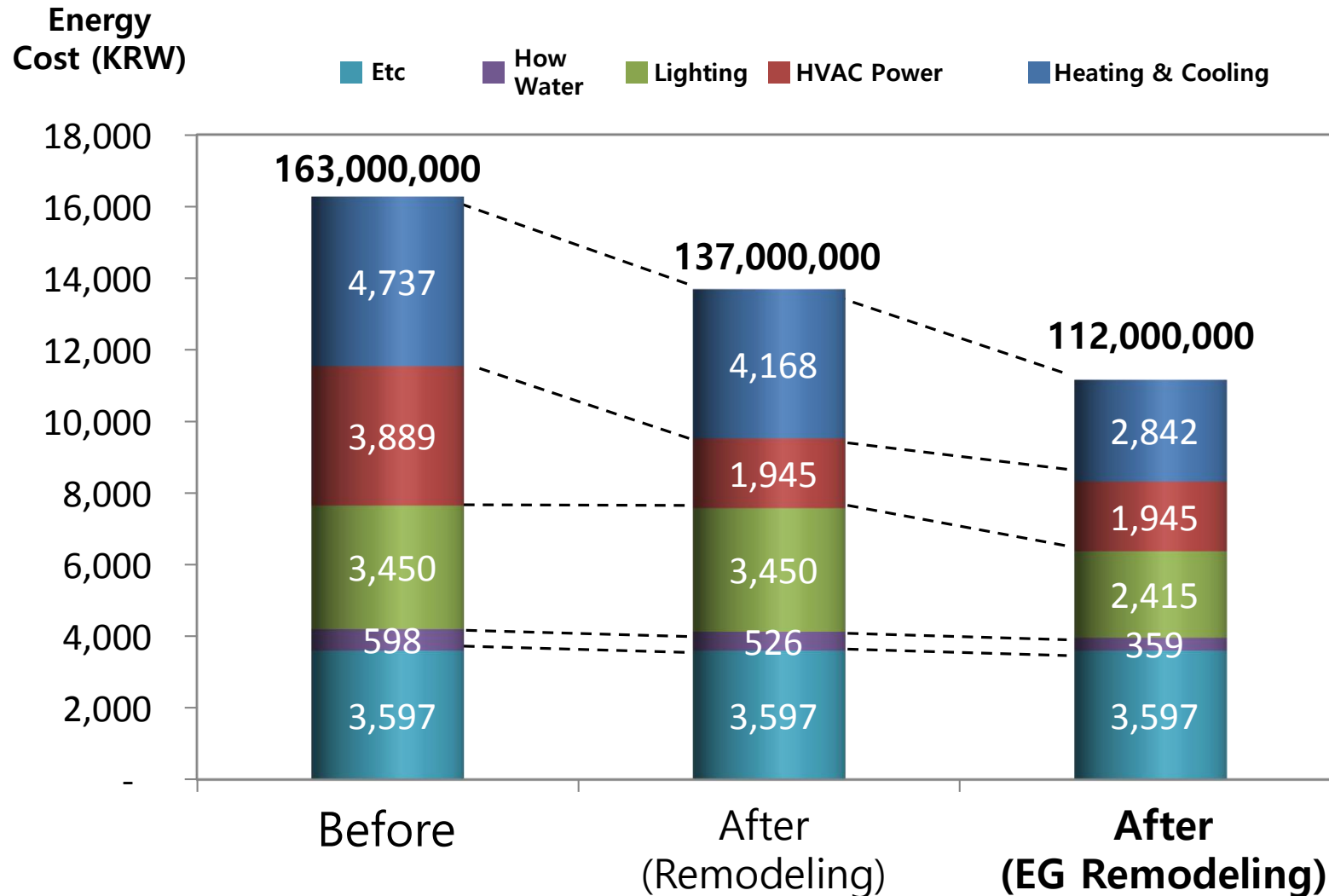
1+1=3 또는 1+1=1.5 오타가 아닙니다

다양한 요소기술들을 적절하게 적용한다면 효과를 극대화 할 수 있습니다.

E/C Index
순위

1	보일러 변경	초기투자비 150,000,000 연간 에너지 절감비용 32,000,000	ALT 1	ALT 2	ALT 3	ALT 4
2	냉동기 변경	초기투자비 680,000,000 연간 에너지 절감비용 36,000,000				
3	공조방식 변경	초기투자비 850,000,000 연간 에너지 절감비용 28,000,000				
4	조명기기 변경	초기투자비 500,000,000 연간 에너지 절감비용 9,000,000				
5	외피 단열 개선	초기투자비 700,000,000 연간 에너지 절감비용 11,000,000				
6	창호 성능 개선	초기투자비 1,200,000,000 연간 에너지 절감비용 12,000,000				
		•				

최소의 투자비로, 운영비를 최소화하고,
이를 통해 건물 가치 향상을 극대화할 수 있습니다.



에너지비용을 줄이기 위한 초기투자비는 많이 들어야 하나요?

초기투자비 상승 없이 에너지비용이 절감되는 건물을 구현 할 수 있습니다.

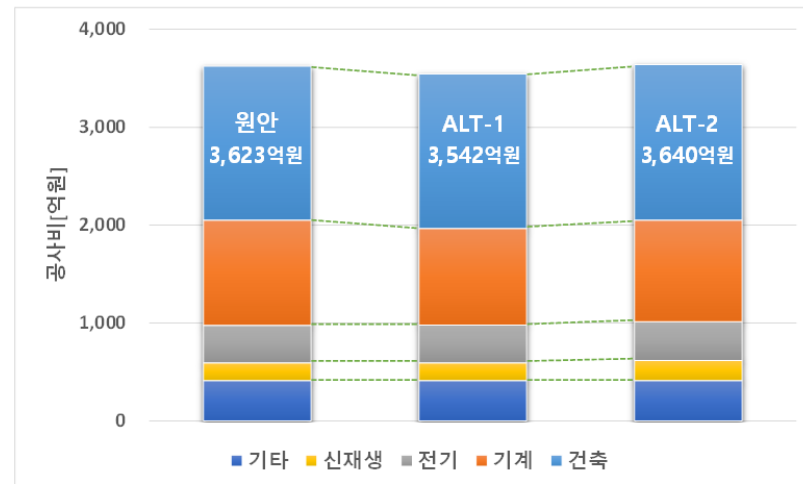
		원 안	ALT-1	ALT-2
공사비 (억원)	건 축	1,573.0	▲ 0.3% 1,578.2	▲ 1.0% 1,589.4
	기 계	1,075.0	▼ 8.4% 985.2	▼ 3.4% 1,038.2
	전 기	383.0	▲ 1.0% 387.0	▲ 3.7% 397.0
	신재생	181.0	- 181.0	▲ 12.7% 204.0
	기 타	411.0	- 411.0	- 411.0
공사비 합계(억원)		3,623.0	▼ 2.2% 3,542.4	▲ 0.5% 3,639.6
연간 에너지비용(억원)		75.5	64.3 (14.9% 절감)	52.9 (29.9% 절감)

ALT-2

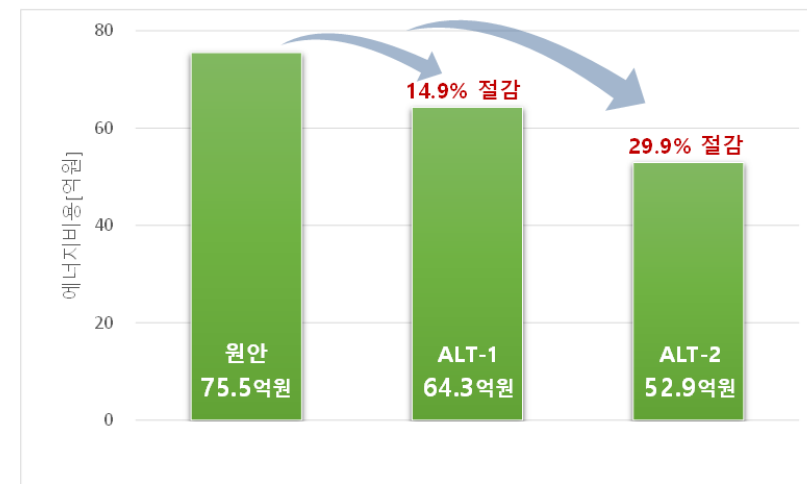
초기 투자비용 증가분
▲ **0.5%(약 16억원)**

에너지 비용절감율
▼ **29.9%(약 23억원)**

투자비 회수기간(ROI)
약 0.7년



초기공사비



연간 에너지비용

EG Remodeling Project

- 공공 업무용 건축물 사례
- 민간 상업용 건축물 사례
- 민간 산업용 건축물 사례



● 건축물 개요

- 위치 : 서울시 영등포구 의사당대로 1



00 본관



부속건물

준공년월	연면적	층 수	비 고
1975.08	24,637평	지하 1층 지상 7층	<ul style="list-style-type: none"> ■ 위원장실 및 위원회 등 : 3,110평 ■ 본회의장 등 회의장(4개) : 1,244평 ■ 사무처 : 2,763평 ■ 교섭·비교섭단체 사무실 : 745평 <ul style="list-style-type: none"> - 새누리당 360평, - 새정치민주연합 325평 ■ 정의당 30평, ■ 통합진보당 30평 ■ 기자실 : 585평 ■ 스마트워크센터 : 61평



냉동기



냉각탑



열교환기



공조기

● 단계별 최적 솔루션 선정결과 및 제안

에너지절감 요소기술			에너지절감비용 (원)	초기투자비 (원)	투자비 회수기간	적용순위
1단계	A-01	창호 단열/기밀성능 향상	119,203,961	1,039,174,200	8.7년	1
2단계	M-03	냉온수 펌프 인버터제어	41,623,733	46,800,000	1.1년	2
	M-02	공조기 인버터제어	134,740,792	202,800,000	1.5년	3
	M-07	실외기 냉각 시스템	3,984,872	13,000,000	3.3년	4
	M-04	냉각수 펌프 인버터제어	28,076,021	93,600,000	3.3년	5
	M-06	시스템 운전 최적화	8,940,489	52,000,000	5.8년	6
	M-01	터보냉동기 효율 향상	93,216,192	658,560,000	7.1년	7
	M-05	공조기 열교환기 적용	50,498,636	418,600,000	8.3년	8
3단계	M-08	LED 조명기기 적용	105,821,135	900,000,000	8.5년	9
	R-01	태양광발전시스템(PV)	91,728,396	1,168,980,000	12.7년	10
	R-03	에너지관리시스템(BEMS)	24,232,276	390,000,000	16.1년	11
합계			753,256,045	4,983,514,200	6.6년	-

Passive Design – 24mm로이복층유리

1
단계



에너지절감비용 : 1.2억원
초기투자비 : 10.4억원

Active System – 펌프인버터제어, 고효율냉동기, 공조기인버터제어, 전열교환기...

2
단계



에너지절감비용 : 4.2억원
초기투자비 : 14.9억원

Lighting/Renewable – LED조명, 태양광발전시스템(PV), 에너지관리시스템(BEMS)

3
단계



에너지절감비용 : 2.2억원
초기투자비 : 24.6억원

에너지소비량 절감율
30.6%

에너지비용 절감율
32.7%

에너지비용 절감액
7.5억원

초기투자비용
49.9억원

투자비 회수기간
6.6년

00타워



주요 업무

- 현장조사 및 현황분석을 통한 노후도 조사, 건축물 운영 및 기후조건 조사
- 경제성을 고려한 최적요소기술 조합 도출 및 에너지 리모델링 최적 솔루션 제안



건축개요 및 현황

건물 현황

건 물 명	00타워	용 적 륜	751.00%
위 치	서울시 중구 남대문로 5가	최고높이	71.5m
건축면적	본관동 : 2,002.12m ² 주차동 : 637.92m ²	구 조	철근콘크리트구조
연 면 적	본관동 : 32,488.14m ² 주차동 : 7,419.75m ²	조경면적	151.00m ²
층 수	지상 19층, 지하 2층 / 지상 20층	냉 난 방	정풍량 단일 덕트 + 팬코일 유닛 방식
준공년도	1970. 8월 준공 / 1988년 개보수	승 강 기	승객용 ELEV : 7대 (고층용 4대, 저층용 3대)



터보냉동기



펌프류



대향류냉각탑



스팀보일러

● 최적 솔루션 선정결과 및 제안

최적 솔루션
제안

구분		경제성지수	기본설계	ALT1	ALT2	ALT3
II-3	시스템 운전 최적화	61.11	-	적용	적용	적용
II-4	냉온수 펌프 인버터제어	50.07	-	-	적용	적용
II-7	공조기 인버터 제어 활성화	23.00	-	적용	적용	적용
II-8	LED 조명기기	14.45	-	적용	적용	적용
II-1	현열교환기 설치	11.69	-	적용	-	적용
I-5	냉동기 교체(터보냉동기)	8.09	적용	적용	적용	적용
I-2	냉온수 펌프 교체	6.23	적용	적용	적용	적용
I-1	기준층 층별 공조방식	3.29	적용	적용	적용	적용
I-3	조명기기 교체	2.25	적용	적용	적용	적용
II-6	외피 단열 성능 향상	1.55	-	-	-	적용
II-5	창호 성능 향상	1.00	-	-	-	적용
II-2	냉동기 교체(흡수식냉동기)	0.83	-	-	-	(I-5 중복)
I-4	현열교환기 제거	-	적용	-	-	(II-1 중복)

연간 에너지비용	에너지비용	743,141,855원	674,582,579원	676,992,579원	645,692,579원
	에너지비용 절감율	▼8.4%	▼16.9%	▼16.6%	▼20.5%
초기 투자비(발주처요구사항, 노후화개선공사)		2,080,000,000원			
그린리모델링 공사비		-	396,760,000원	331,760,000원	2,891,760,000원
그린리모델링에 의한 에너지절감비용		-	87,834,000원	85,990,000원	97,450,000원
투자비 회수 기간		-	약 4.5년	약 3.9년	약 30년
수익율		-	19.1%	22.8%	-3.6%
분석 소견		투자비 대비 에너지절감효과 少	투자비 대비 에너지절감효과 우수		투자비 과다

LS산전 청주공장



주요 업무

- 현장조사 및 현황분석을 통한 설비시스템 노후도 조사, 에너지성능 진단
- LS산전 청주공장의 에너지성능 개선을 위한 적용 기술 선정 및 FEMS 최적 적용안 도출

1. 에너지 개선 및 FEMS 구축을 위한 성능 진단

- 구조체, 공조, 열원, 조명, 동력설비 등 진단
- 노후장비 파악(육안검사 및 정밀 진단)

2. 정밀 에너지성능 분석

- FEMS 구축을 고려한 시뮬레이션 입력조건 분류
- 시스템별 / 에너지원별 소비패턴 및 부하율 분석

3. 에너지성능 개선 요소기술 분석

- 에너지성능개선을 위한 적용 기술 List 도출
- FEMS 적용을 위한 현장 적용성 검토

에너지 성능 진단 및
정밀 시뮬레이션 분석을 통한
에너지성능 최적화

4. 에너지 절감효과 및 경제성 분석

- 초기투자비 및 유지비용 분석
- FEMS 기술 적용 방안 및 범위 분석, 현장 적용효과 분석

5. FEMS 적용 및 에너지성능 최적화 솔루션 구축

- FEMS 적용 방안에 대한 현장 적용성 검토
- FEMS 적용을 위한 보고서 작성

건축개요 및 현황

건물 현황

건 물 명	LS산전 청주2사업장
위 치	충청북도 청주시 흥덕구 월명로
부지면적	116,929 m ² (35,368평)
연 면 적	70,546 m ²
건축면적	41,479 m ² (건폐율 35.48 %)
동별현황	주건축물 8개동 (부속건축물 23개동)
준공년도	1990년 / 이후 증축



초고압동



공장동(바동)



공장동(나동)



연수원

최적 솔루션 선정결과 및 제안

구분			경제성지수	ALT-1	ALT-2	ALT-3	ALT-4	ALT-5
효율향상	M-08	냉온수기 운전 최적화	54.9	0.4억원	0.4억원	0.4억원	0.4억원	0.4억원
	M-03	냉온수펌프 인버터제어	48.1	0.5억원	0.5억원	0.5억원	0.5억원	0.5억원
	M-04	냉각수펌프 인버터제어	43.6	0.4억원	0.4억원	0.4억원	0.4억원	0.4억원
	M-07	변풍량 공조시스템	38.6	0.5억원	0.5억원	0.5억원	0.5억원	0.5억원
기기교체	M-06	보일러 교체 및 효율향상	15.5	-	-	2.1억원	2.1억원	2.1억원
	M-05	냉온수기 교체 및 효율향상	12.9	-	-	4.9억원	4.9억원	4.9억원
	M-09	LED 조명기기 적용	4.8	-	-	-	4.2억원	4.2억원
	M-10	조명제어시스템	2.8	-	-	-	0.6억원	0.6억원
외피개선	A-01	지붕면 고반사 차열도료 적용	4.6	-	-	-	-	3.0억원
	A-02	연수동 외단열공법 적용	2.8	-	-	-	-	0.9억원
신재생에너지 및 에너지관리	L-01	태양광 발전시스템(PV) 2MWp	19.8	-	-	39.4억원	39.4억원	39.4억원
	L-02	에너지저장시스템(ESS)	5.2	-	-	12.0억원	12.0억원	12.0억원
	L-03	에너지관리시스템(FEMS)	-	-	6.6억원	6.6억원	6.6억원	6.6억원

초기 투자비	재료비	122,117,700원	449,645,000원	5,853,653,100원	6,232,015,000원	6,568,645,500원
	공사비	64,808,500원	397,277,300원	832,519,800원	940,524,400원	991,018,975원
	합계	186,926,200원	846,922,300원	6,686,172,900원	7,172,539,400원	7,559,664,475원
에너지절감비용		71,862,710원	149,488,628원	1,099,454,243원	1,117,130,326원	1,121,525,995원
투자비 회수 기간		2.60년	5.67년	6.08년	6.42년	6.74년
요소기술 조합 개요		ROI 5년 미만 (경제성지수 '20'이상)	ALT-1 최적화를 위한 FEMS 적용	노후 설비시스템 교체 및 PV / ESS 적용	조명기기 및 설비시스템 교체	에너지절약 요소기술 전체 적용

최적 설계안

M-03

냉온수펌프 인버터제어

M-04

냉각수펌프 인버터제어

M-07

변풍량 공조 시스템

M-08

냉온수기 운전 최적화

L-03

에너지관리시스템(FEMS)

⋮

에너지 비용절감율

▼ 49.16 %

연간 에너지비용 절감액

▼ 약 11억원

초기 투자비용

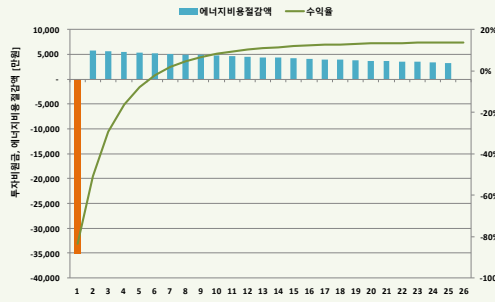
▲ 약 66억 8천만원

투자비 회수기간

약 6.08년

에너지비용절감액

수익율



기 간	소 속	직 위	비 고	손원득 대표이사
1998.04 ~ 2003.03	일본 국립나고야대학	석사 · 박사	건축환경설비전공	
2003.04 ~ 2005.03	일본 국립 미에대학	전임교수	건축공학부	
2011.04 ~ 현재	한국건설기술평가원	심의위원	건축물에너지효율	
2012.09 ~ 현재	한국에너지기술평가원	심의위원	신재생에너지	
2014.03 ~ 현재	공주대학교	외래교수	에너지해석학	
2007.03 ~ 현재	서울과학기술대학교	외래교수	건축설비경영학	
2008.01 ~ 현재	성균관대학교	겸임교수	건축설비계획특론	
2013.03 ~ 현재	SEN Solution Co., Ltd.	대표이사	총괄경영	



**THANK
YOU**