

광역 에너지 네트워크 운영효과

2011년 11월 30일

김래현

서울과학기술대학교

목 차

1

기술개발 개요

2

통합에너지 네트워크 관리시스템

3

광역에너지 통합관리 시스템

4

기술 적용시 경제성분석

5

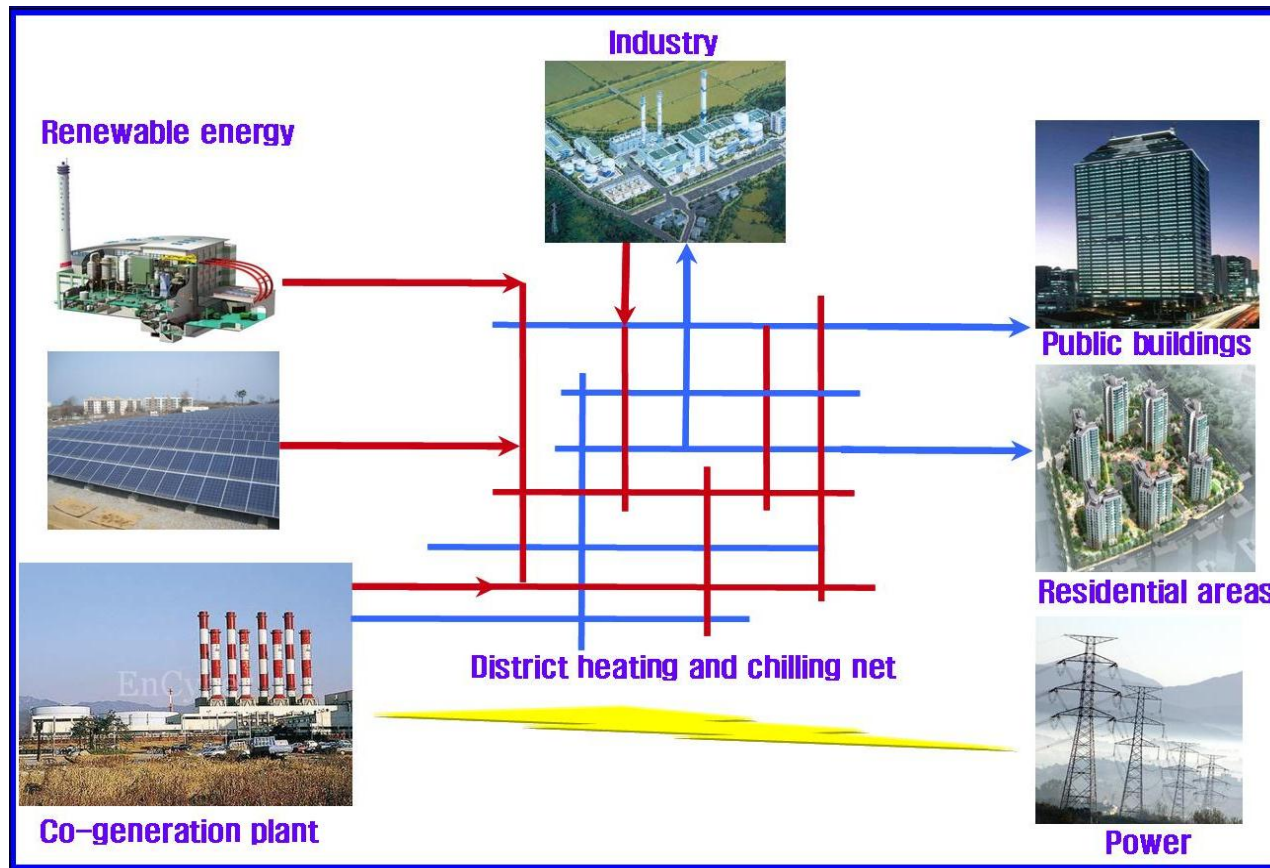
기대효과 및 활용방안

6

해외적용사례

1 기술개발 개요

- 집단에너지 시스템 : 냉난방 열원기기, 공급망 설계 및 제어, 열수송 최적설비 구축
- 신재생 및 미활용 에너지를 활용한 통합적인 에너지 네트워크 제어기술 및 관리기술



기술개발의 필요성

사회적 배경

성장거점 8개 혁신도시+ 행복도시→집단에너지 시스템 도입

- 지식경제부 : 8개 혁신도시 (대구, 울산, 광주, 원주, 김천, 진천, 음성, 진주, 전주) 및 행정중심 복합도시
→ 집단에너지 공급대상 지역 지정 → 막대한 에너지 필요
- 국가적 에너지 절약 방안 → 에너지 낭비 없이 합리적 사용이 가능한
“광역에너지이용 네트워크 구축 기술” 개발이 절실

광역에너지 이용 네트워크 구축기술

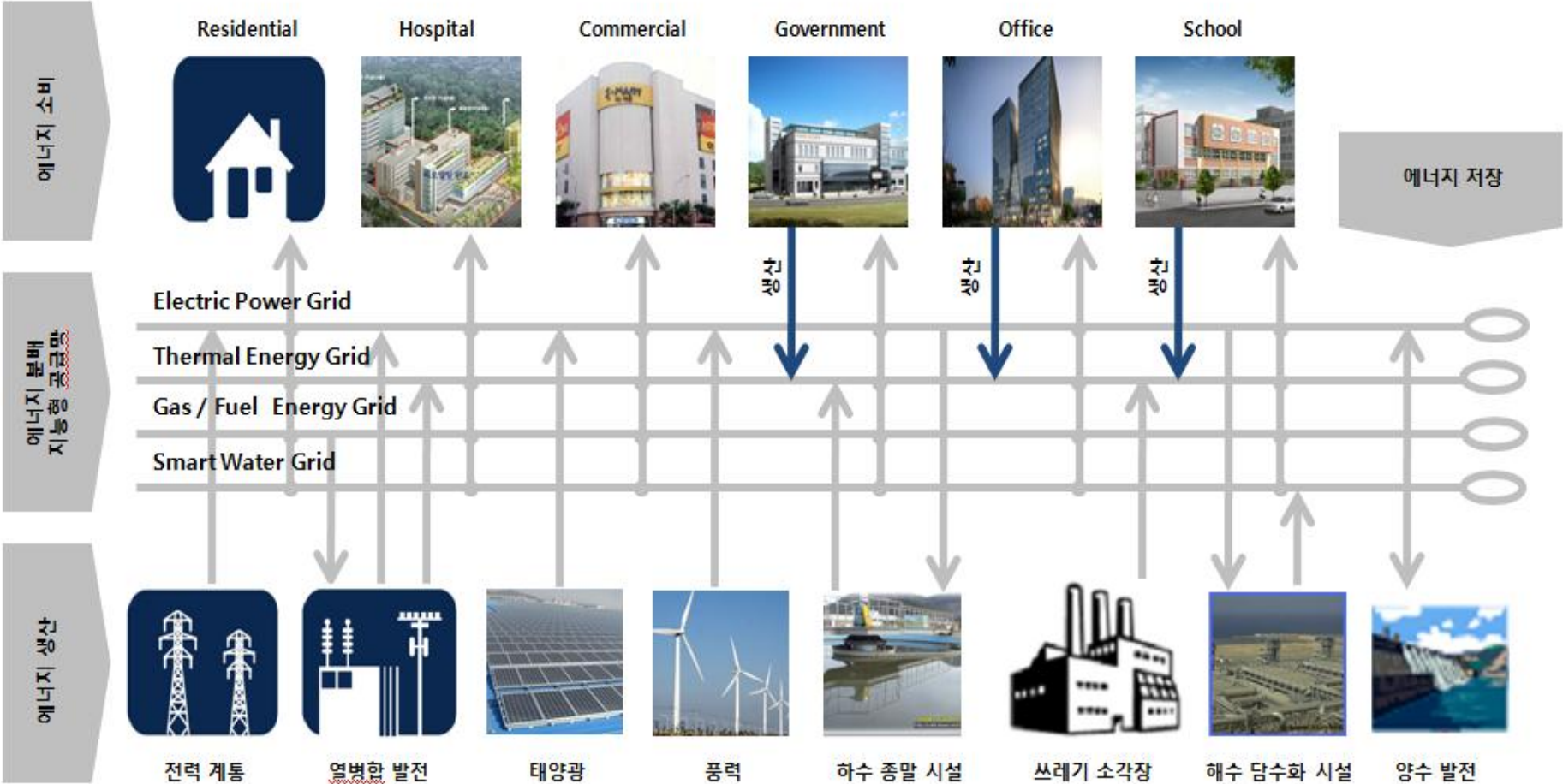
개발이 필요한 핵심기술 분야

- IT기술과 접목한 광역 네트워크 열공급 최적화 통합시스템 구축 기술
- 발생하는 배열을 이용한 미활용에너지 이용기술
- 다양한 열원을 이용한 열수송 및 축열 기술

기존 연구과제 문제점

연구를 위한 연구기술, 적용처 미확보 → 실용화 되지 못함

- 사업화를 위한 비즈니스 모델 시범사업 선정 및 구축
- 현장적용을 통한 핵심기술 개발 및 상용화 모델 도출



20th Century

- 중앙전원
- 방사형 구조
- 적은 수의 센서
 - Blind
- 수동 복구
- 수동 설비 점검
- 긴급사항 의사결정 곤란
- 지역적인 제어 시스템
 - 제한적인 가격 정보
- 고객의 제한적 선택 기능

21st Century

- 분산전원
- 네트워크 구조
- 다양한 센서 및 정보 취득
- 자기 진단
- 반자동 복구 및 자기 치유
- 원격 설비 점검
- 의사결정 지원 시스템 및 고 예측 신뢰도
- 광범위한 제어 시스템
- 모든 가격 정보 열람 가능
- 고객의 다양한 선택 기능

자료 : 성균관대 김철환

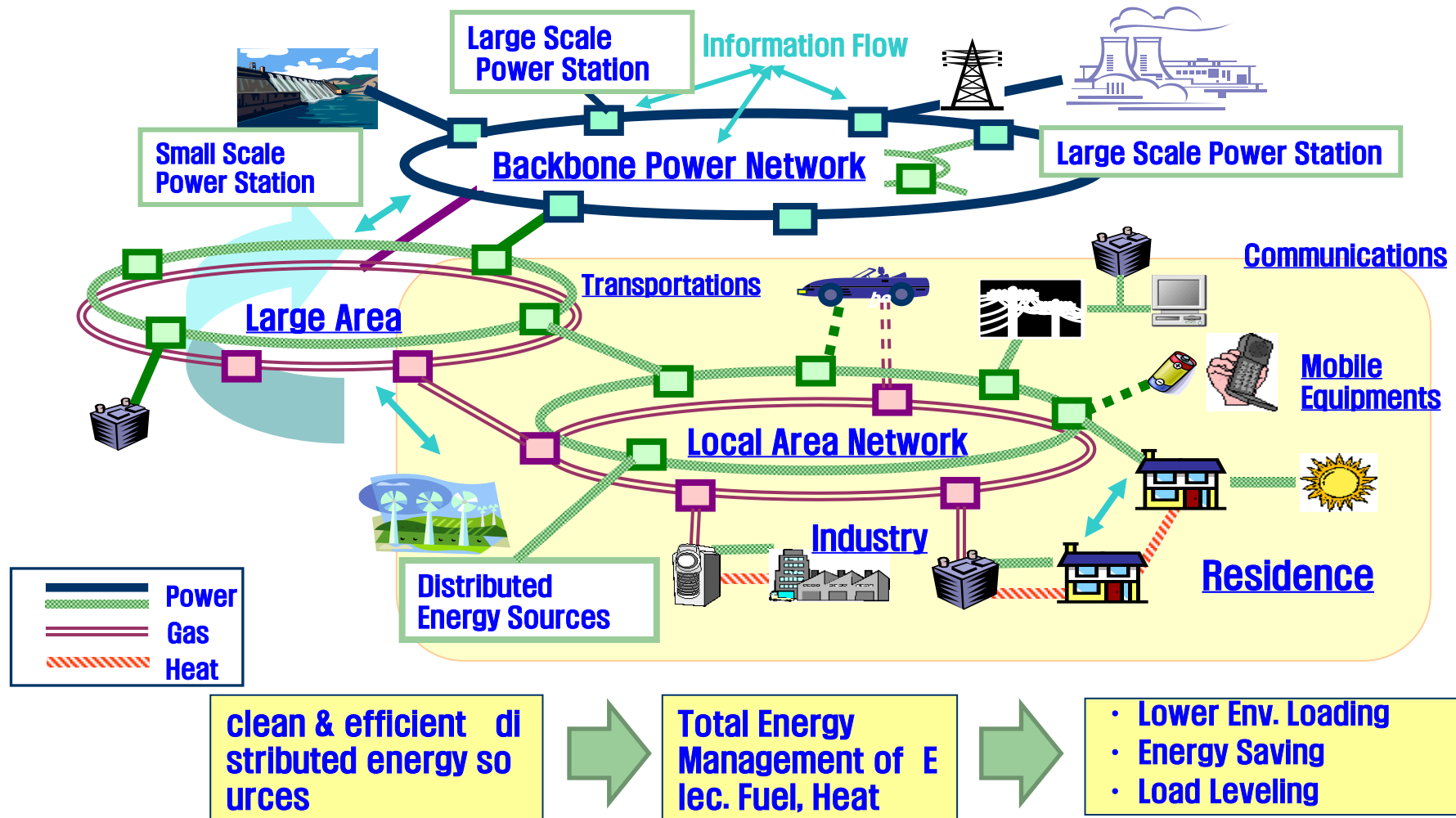


열에너지기술과 IT 기술 융복합

- ❖ 열에너지 생산-분배-소비의 통합 환경에서 최대 효율이 가능한 시스템
- ❖ 외기온도, 요일, 계절 등에 따라 열에너지 수요 예측을 통해 최적의 열에너지 생산 시스템
- ❖ 통합 환경은 도시 전체의 EMS에서 관리 및 제어가 이루어지고 Auto Billing까지 통합 연계 가능
- ❖ 최대수요전력 발생 주원인인 냉방 장비를 도시급 EMS에서 운영이 가능하므로 도시 전체의 Peak Cut 또는 Peak Shift 운영이 가능함.
- ❖ 다양한 시나리오 구축으로 도시급의 전기-열 에너지 통합 관리

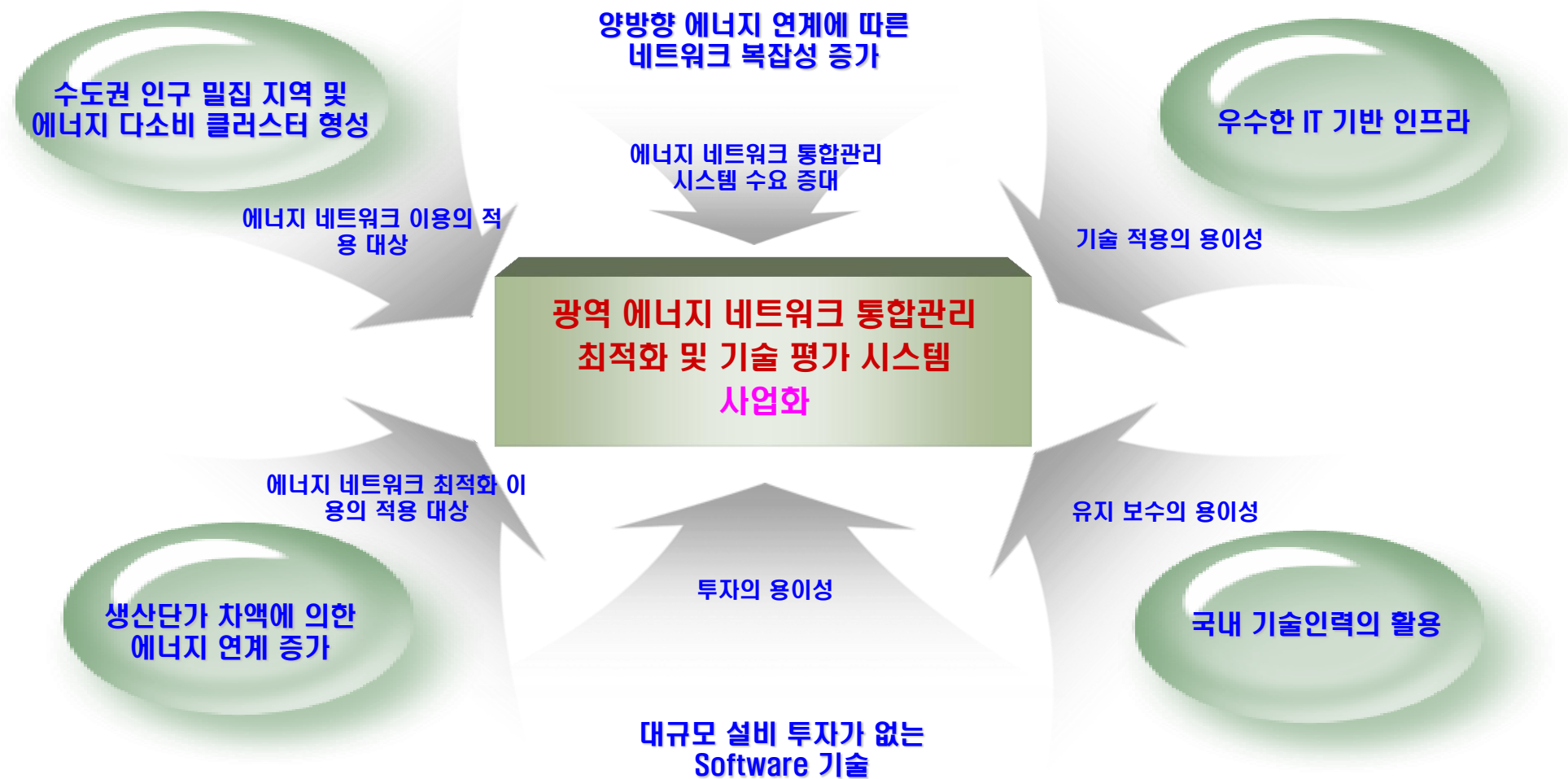
SMART 녹색도시 시스템

■ Energy Management for Energy Integration

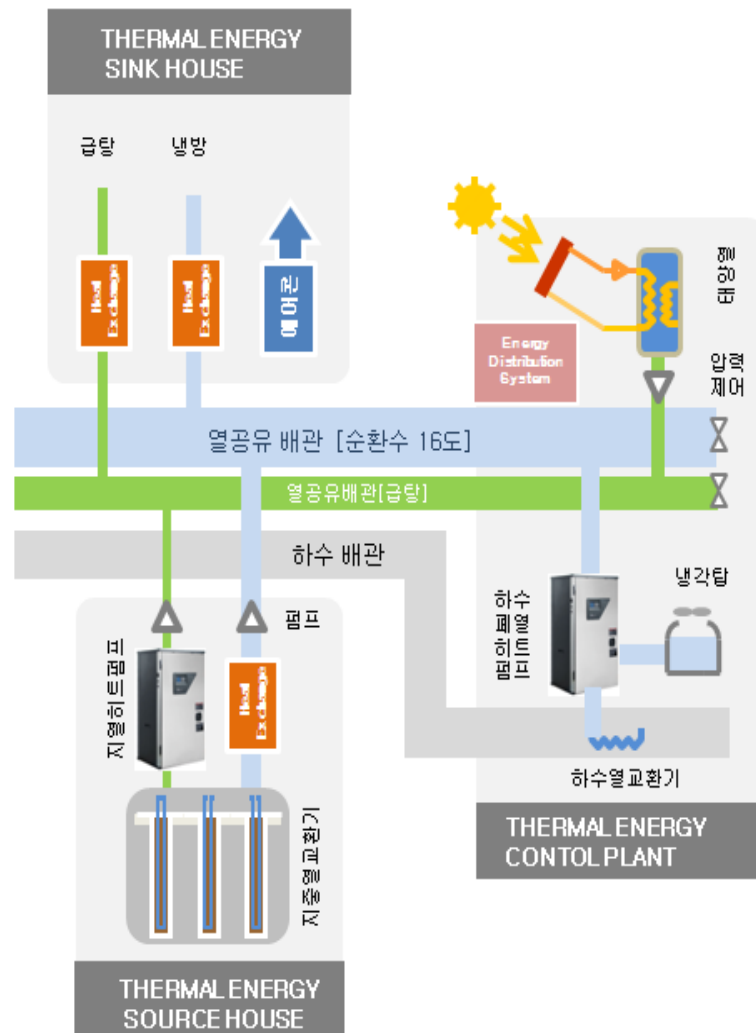
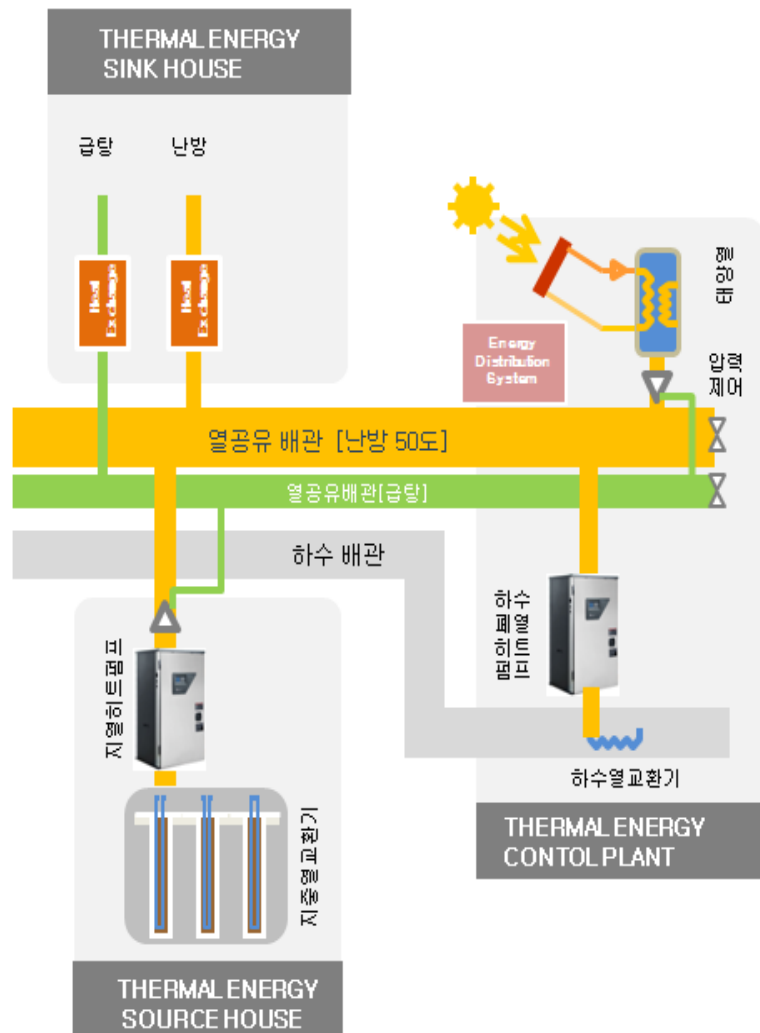


대도시 및 산업도시 에너지통합관리시스템 유용성

■ 광역에너지 네트워크 환경



집단에너지 냉난방시스템



Pinch Technology (Network Design)

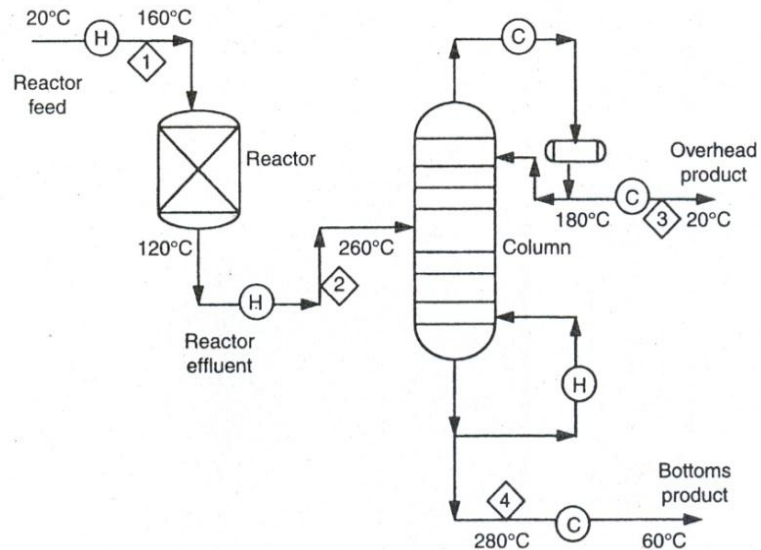


FIGURE 15.6 A typical plant flowsheet.

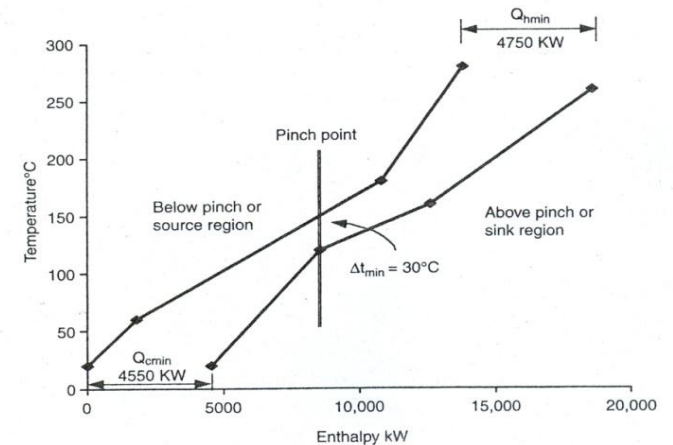
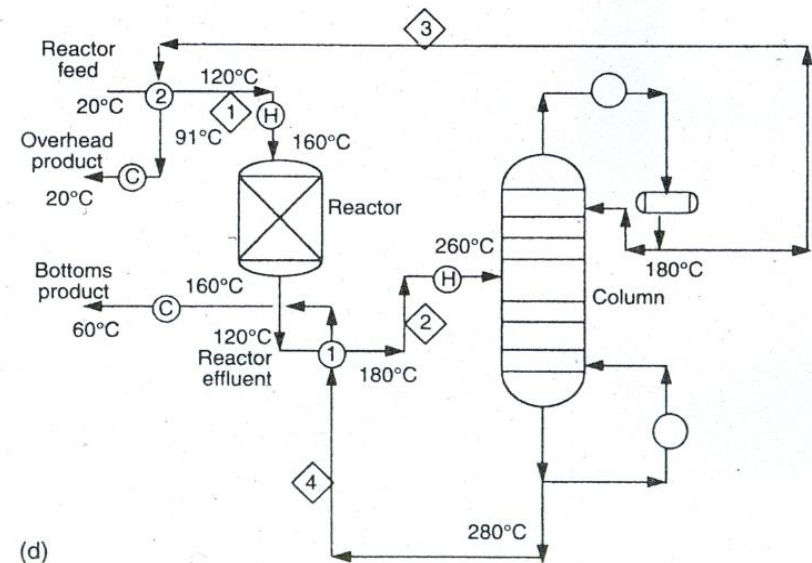


FIGURE 15.8 Composite curves for the flowsheet in Figure 15.9.

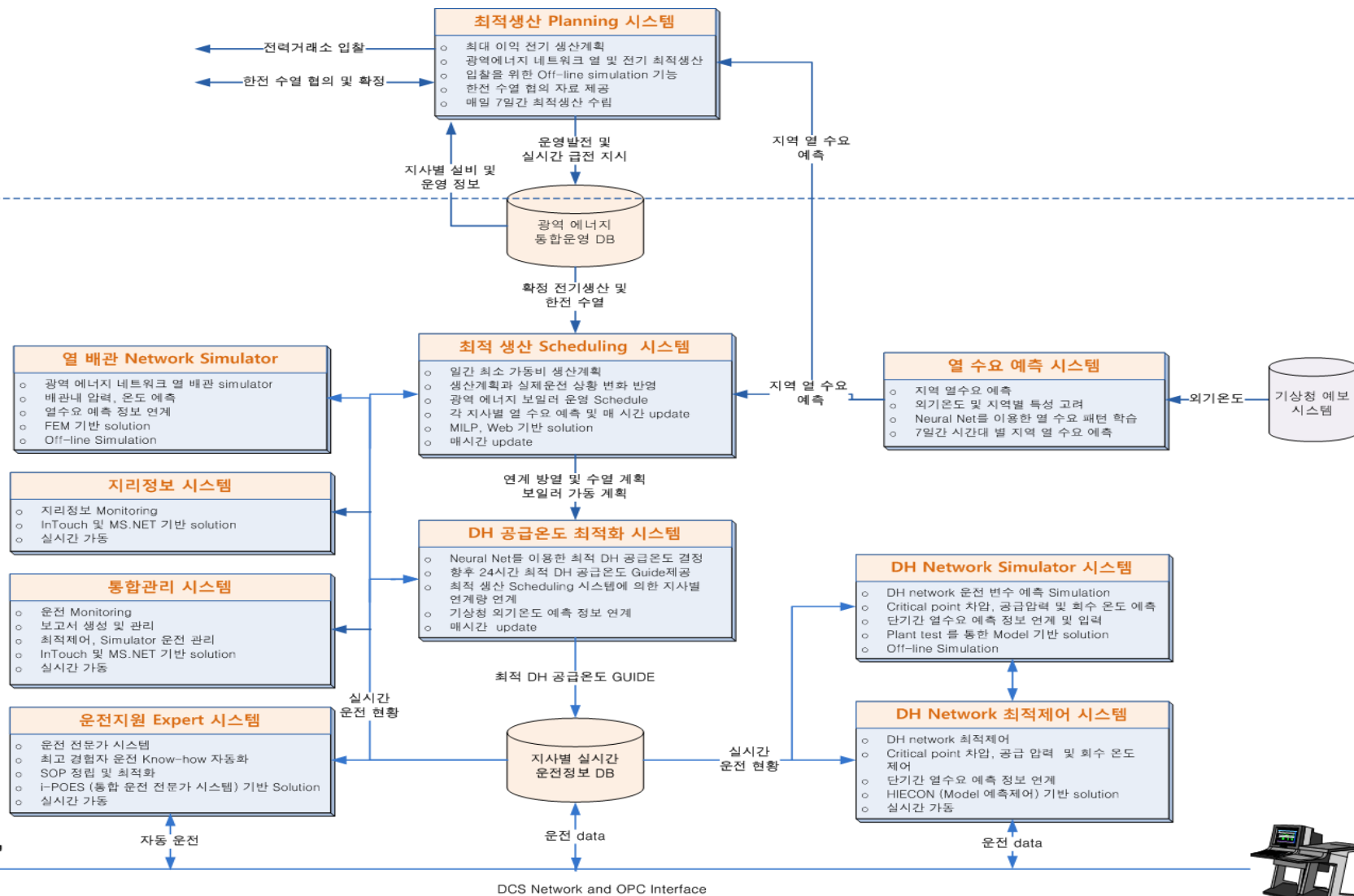
(b)



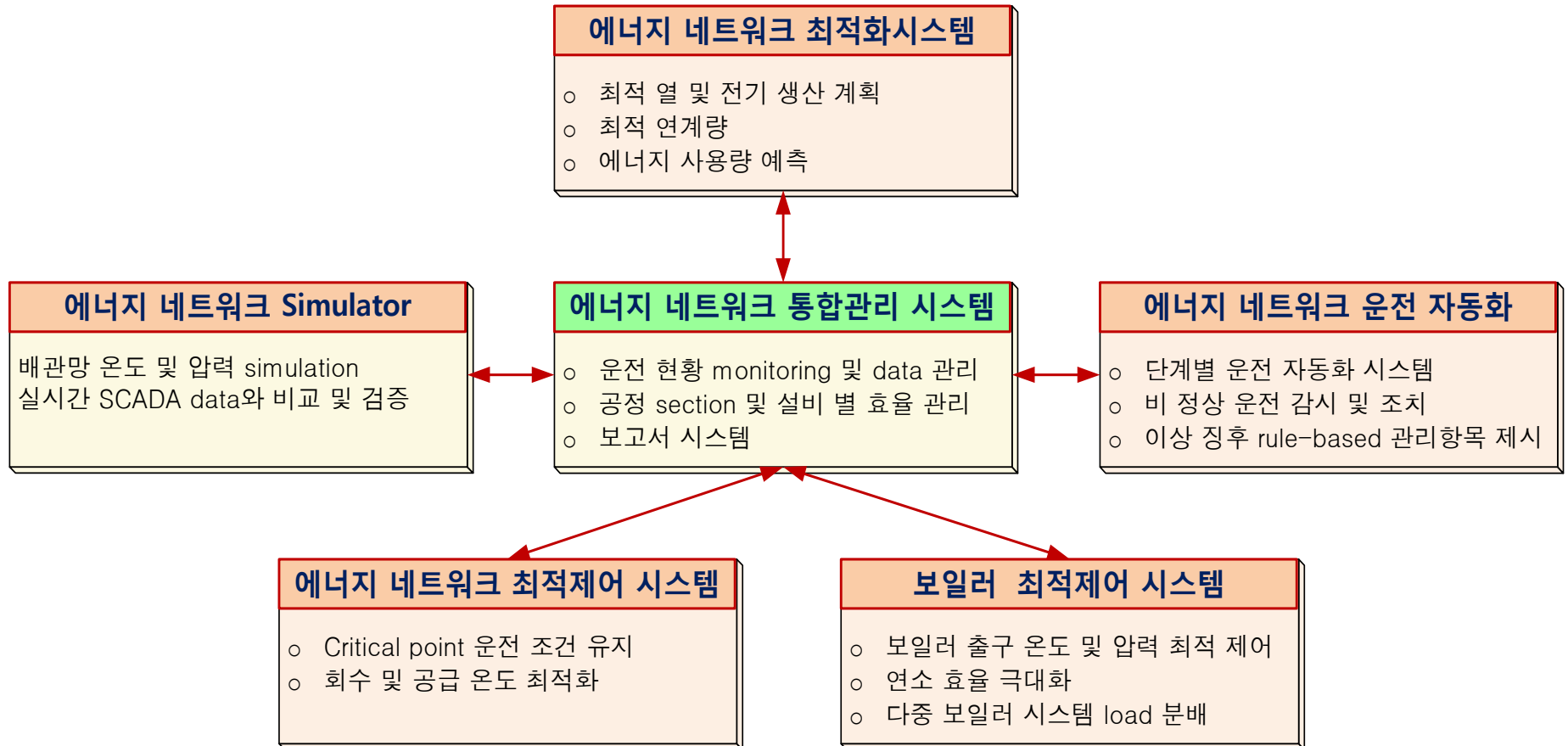
(d)

ETI 과제 개발 내용





◆ 전체 에너지 네트워크의 최적운행을 달성하기 위한 통합 시스템을 구축



광역 에너지 네트워크 최적화

최적 생산 Planning
시스템

최적 생산 Scheduling
시스템

DH 공급온도 최적화
시스템

DH Network 최적 제어
시스템
(회수온도 최소화)

최대 이익 전기 생산 계획
광역 에너지 네트워크 열/
전기 최적 생산 계획

개별 지사의 최적화된
Boiler/ACC 운영 계획

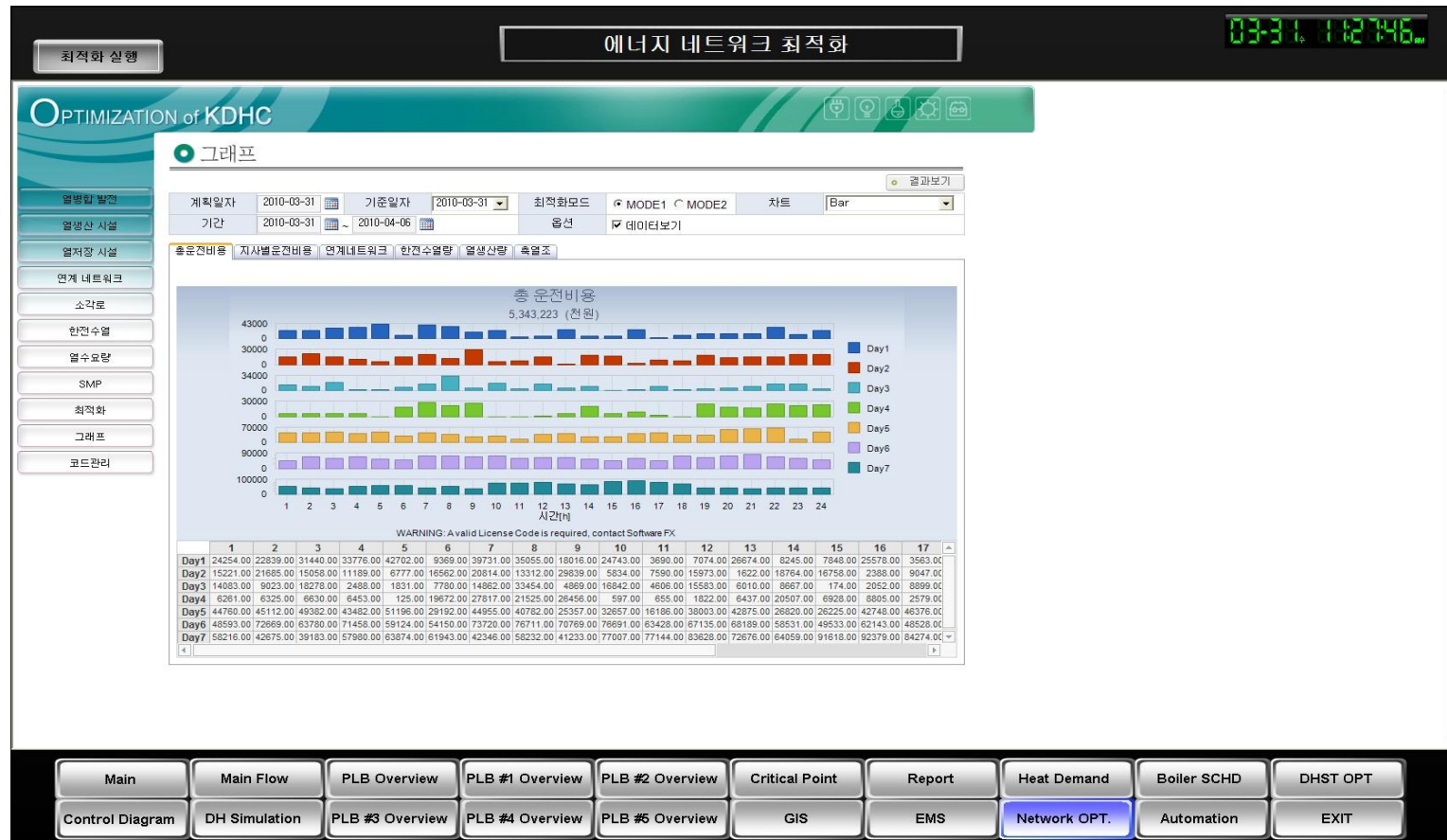
회수 온도 저감 효과
열 배관망 열 손실 저감 효과

생산 단가의 최소화

공급온도와 회수온도 차이 증가를 통한
지역 공급열량 capacity 증가
소각로 및 보일러 배출 열 회수 증가

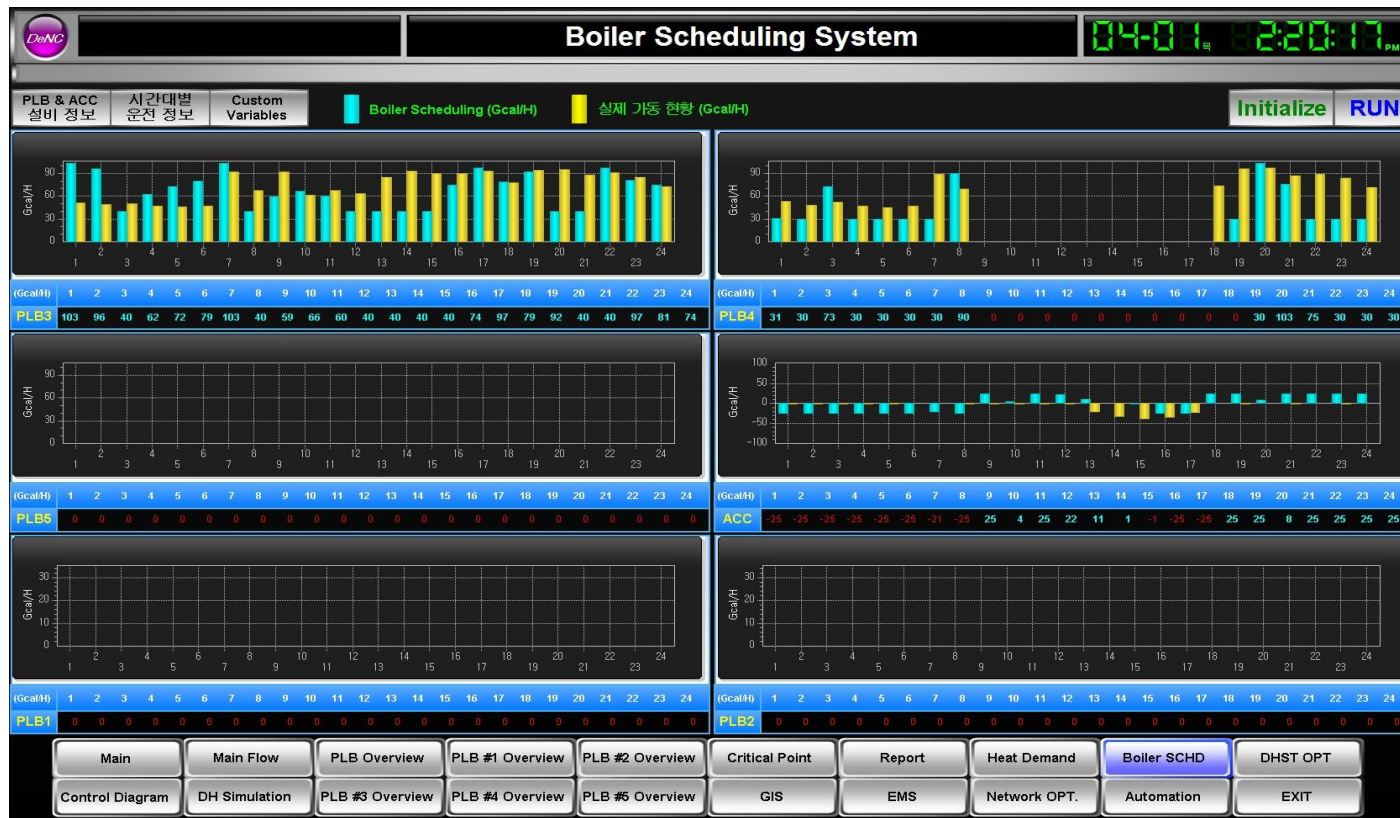
에너지 절감

최적 생산 Planning 시스템



1. MILP (CPLEX)를 이용한 Web based program version 개발완료
2. 최대 이익을 위한 최적 전기 및 열 생산 그리고 연계 열량을 결정
3. 독일 STEAG 사 SR2 program 과 비교하여 graphical based modeling 부분 (2차 개발 과제) 를 제외한 나머지 기능 구현 완료 (SR2는 SMP 단가를 사용자 입력. 현재 GS Power 에서 사용 중)

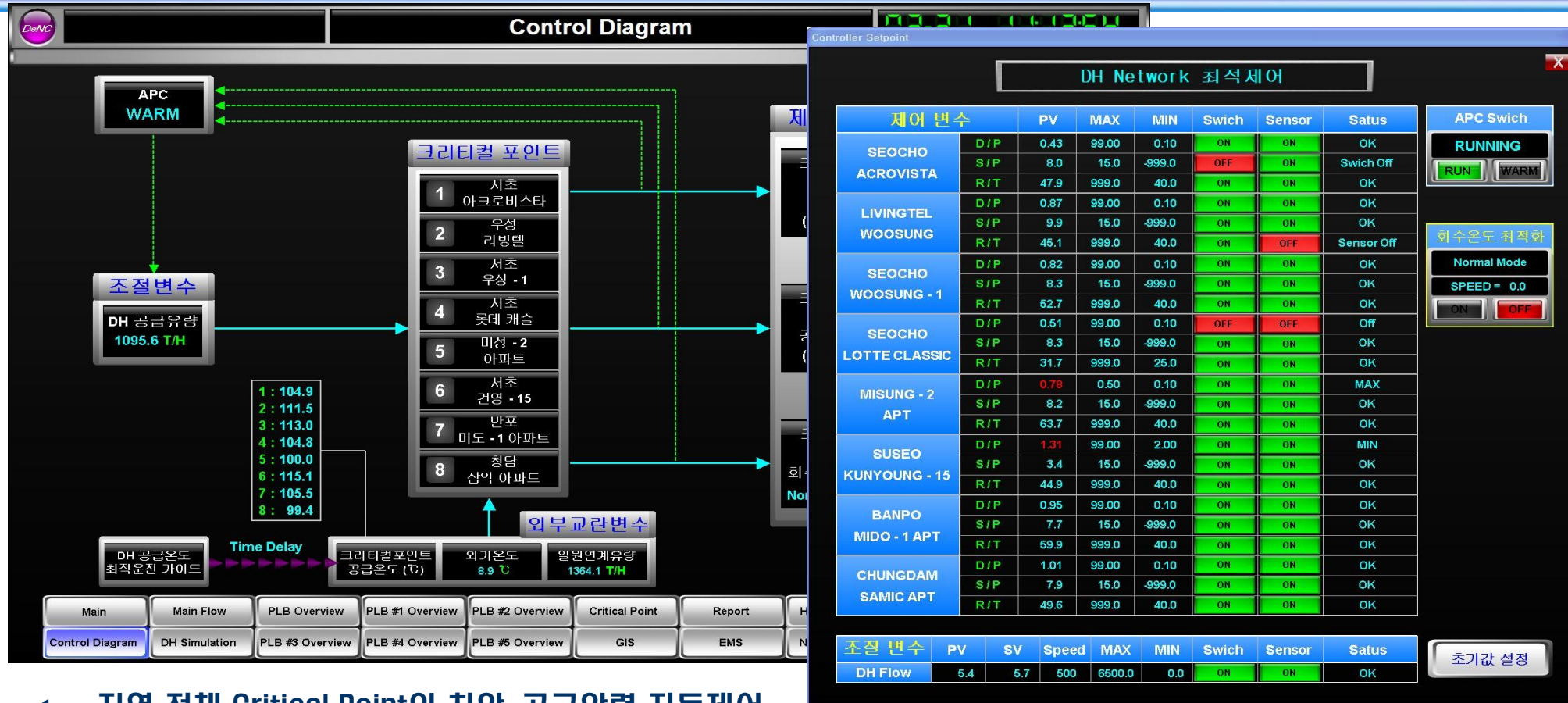
최적 생산 Scheduling 시스템



단일지사예 대한 지역난방 최적 생산 Scheduling 시스템

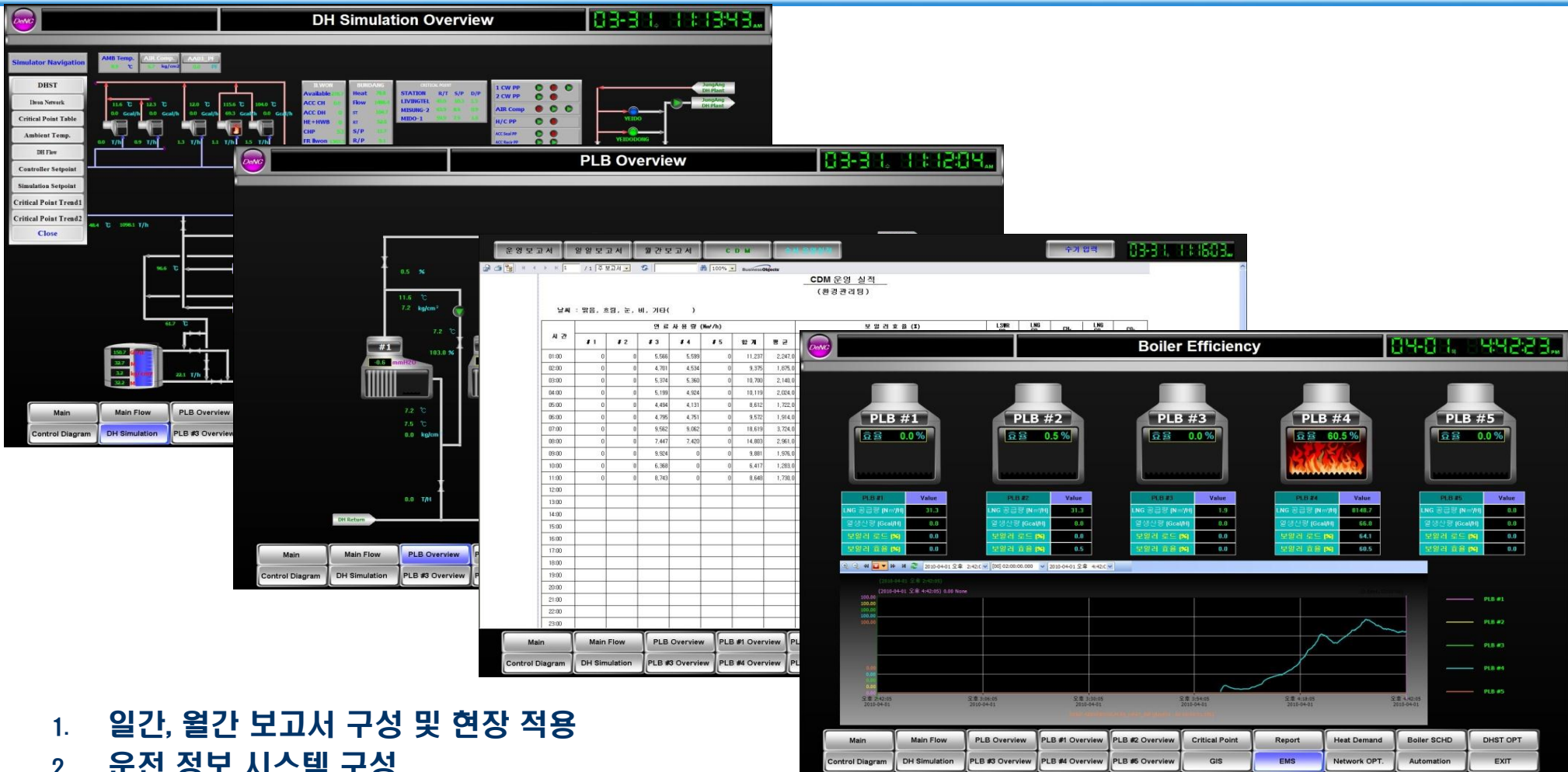
1. 단일 지사의 지역 열 사용량 및 연계량을 고려하여 보일러 및 축열조 24시간 최적 운전 Scheduling 시스템
2. 열 사용량 예측 결과 자동 Update, 연계 열량 실시간 Update
3. Boiler 특성에 따른 Setting 가능
4. 보일러 및 축열조 축/방열 가동의 향후 24시간 최적 Schedule 제시
5. 보일러 및 축열조 가동 Schedule에 따른 최대 허용 공급유량 제시
6. MILP(CPLEX)를 이용한 최적화 모듈 적용

DH Network 최적 제어 시스템



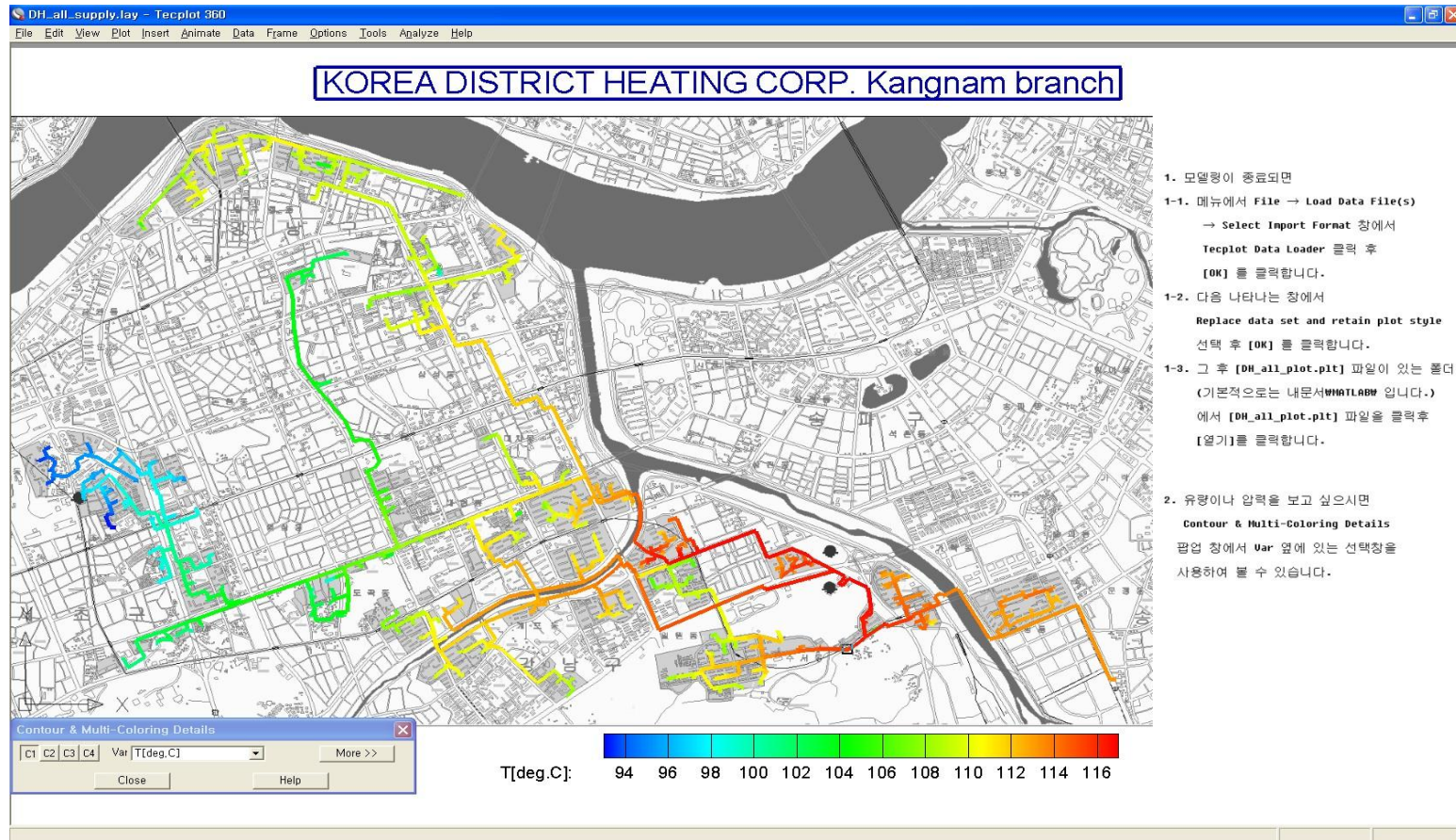
1. 지역 전체 Critical Point의 차압, 공급압력 자동제어
 2. 국내 MPC(다변수 모델 예측 제어) 기술을 최초로 적용; 국내 원천 기술 확보
 3. 회수 온도 저감을 위한 최적 제어 적용
 4. 회수 온도 저감에 따른 공급온도와 회수 온도 차이 증가를 통한 지역 공급열량 capacity 증가 및 소각로 및 보일러 배출 열 회수 증가 가능성
- 사용자 편의를 위한 User Interface 제공

통합 관리 시스템(Monitoring / 보고서 시스템)



1. 일간, 월간 보고서 구성 및 현장 적용
2. 운전 정보 시스템 구성
3. 지리정보 시스템 개발 및 monitoring 시스템 구성
4. Boiler Efficiency Monitoring 가능 (입출력법)

열 배관 Network Simulator



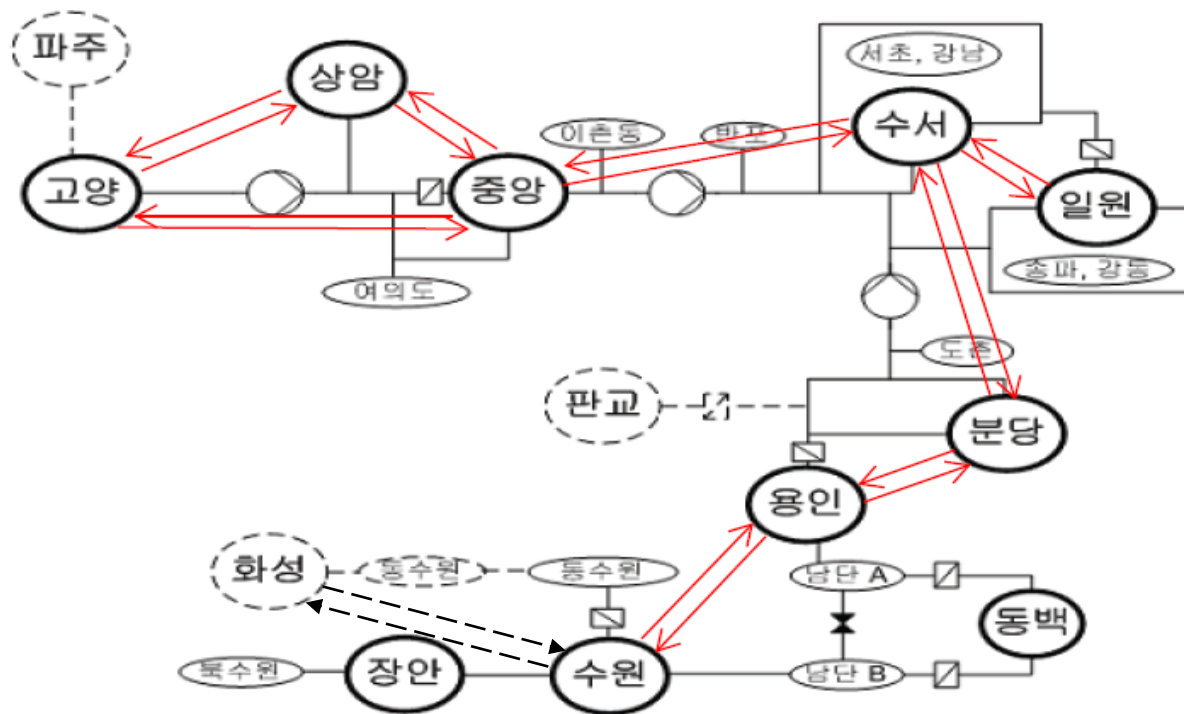
1. 광역 배관망의 simulation 시스템 구성
2. 장기적으로 덴마크 7 Technology 사의 TERMIS 시스템과 비교 할 수 있는 product 개발 (2차 과제)
3. 사용자가 원하는 시간 이후의 열 배관망의 유량, 온도, 압력을 모든 위치에서 파악 가능



4.1 수도권 지사의 기초자료 조사를 통한 DB구축 및 설비운영 진단

(1) 지사별 기초자료 조사

◆ 조사 대상 지사: 고양-상암-중앙-수서-일원-분당-용인(동백)-수원(북수원)



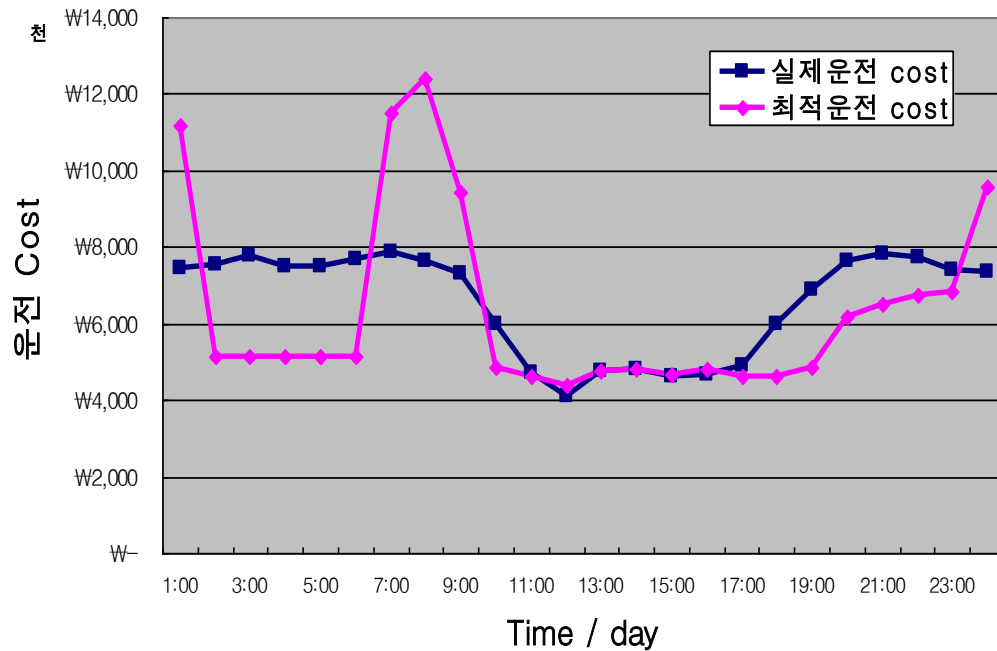
수도권 각 지사별 연계 배관 현황도

4.2 각 지사별 운전최적화 시스템 수행 결과

수원지사 <12월 27일> ▶ 하루 실제 운전비용: 약 157,572 천원 ▶ 최적 운전비용: 약 153,058 천원

▶ 차액: 4,513 천원 (일일 2.9% 절감)

수원지사(2005.12.27)

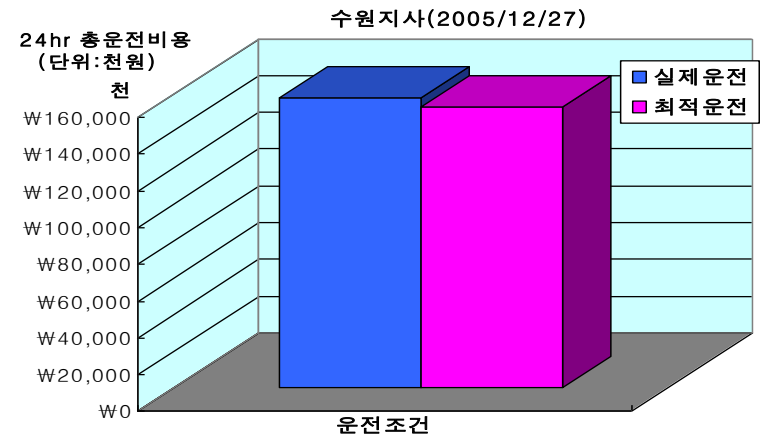
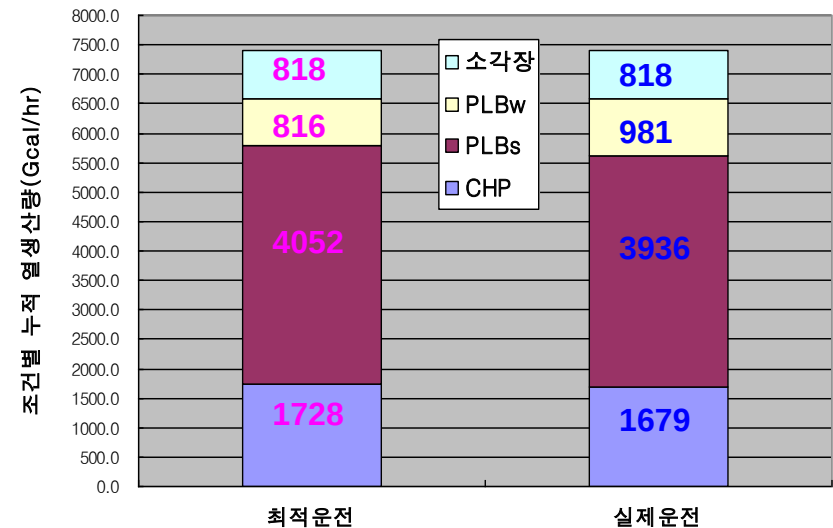


◆ 수원지사 3월, 8월, 10월 절감내용

<3월 23일> ▶ 차액: 1,872 천원 (일일 3.41% 비용절감)

<10월 12일> ▶ 차액: 237 천원 (일일 5.13% 비용절감)

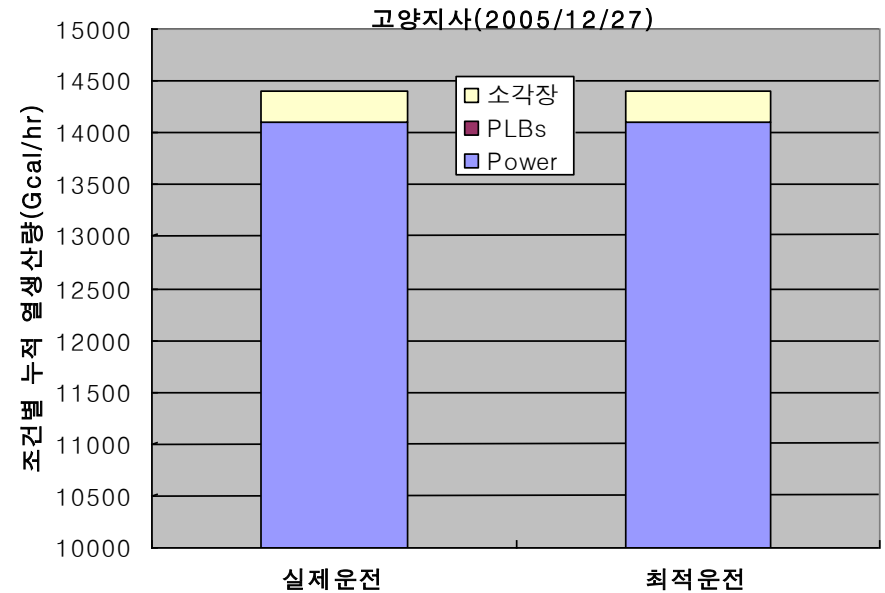
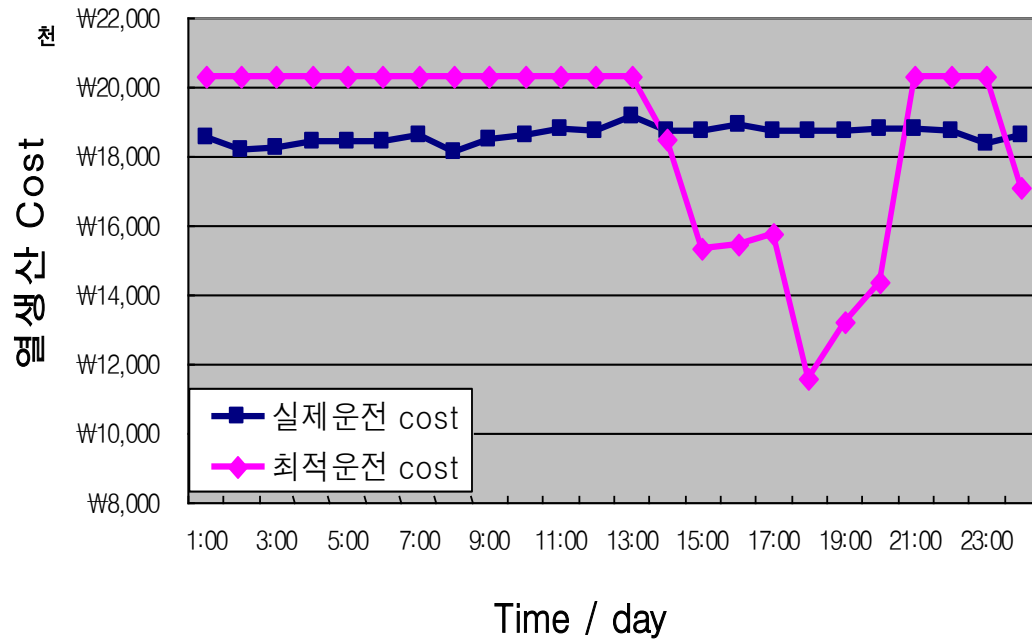
수원지사(2005/12/27)



고양지사 <12월 27일> ▶ 하루 실제 운전비용: 약 446,480 천원 ▶ 최적 운전비용: 약 446,480 천원

▶ 차액: 0 원

고양지사(2005.12.27)



◆ 고양지사 3월, 8월, 10월 절감내용

<3월 23일> ▶ 차액: 11 천원

<10월 12일> ▶ 차액: 7 천원

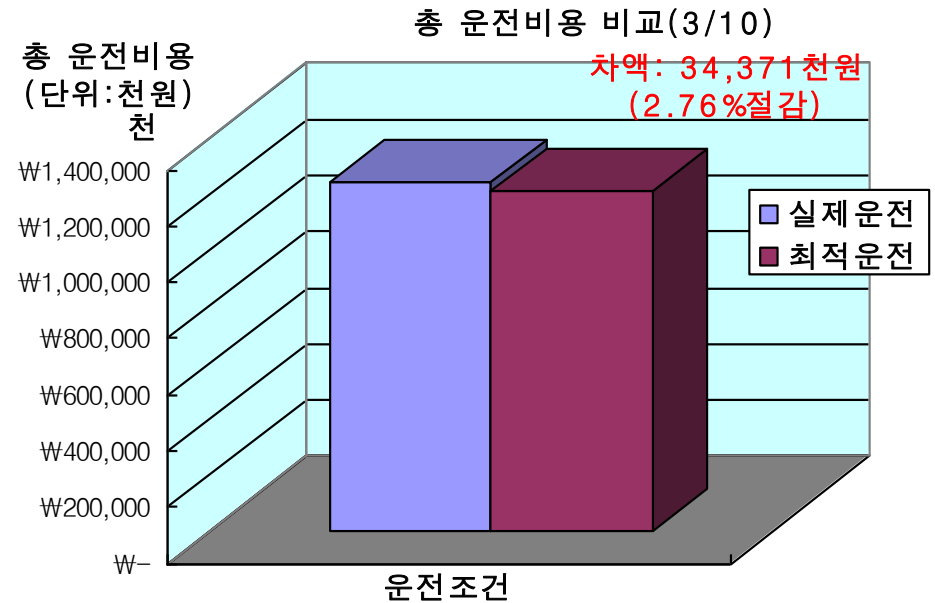
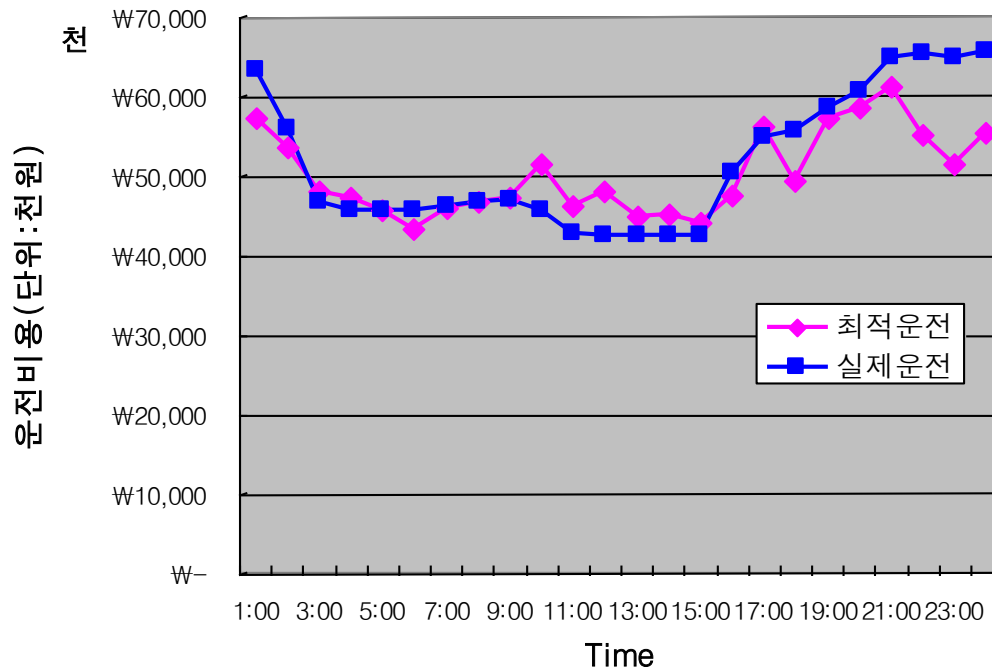
- ◆ 수원지사를 제외한 분당, 고양, 용인, 수서, 일원, 중앙, 상암지사의 <3월>, <8월>, <10월> <12월>의 각지사별 실제운전과 최적운전의 운전비용의 차이가 거의 존재치 않았음

◆ <각지사별 최적화 포인트>

현재 지사별 설비조건 및 상황에서는 최적화 운전이 시행된다고 판단되기 때문에 아직 시행치 않고 있는 각 보일러, 펌프별 효율 최적화를 수행하여 연소효율을 극대화 시켜서 운전비용을 절감할 필요가 있다고 판단됨

- 〈3월 10일〉
- ▶ 수도권 지사 실제 총운전비용: 약 1,244,297천원
 - ▶ 통합운영시스템에 의한 최적비용: 약 1,209,926천원
 - ▶ 차액: 34,371천원 [일일 2.76% 비용절감]
 - ▶ 한전수열 (분당, 고양, 중앙) 실제운전과 동일조건: 수열고정

통합운영 최적화(3/10)



Network를 통한 통합운영 최적화 시스템 결과 비교 (3월10일)

◆ Network 통합운영 최적화 프로그램 내용 : 3월 10일

〈최적화 프로그램 구동조건〉 ▶ 전체변수: 744개 ▶ 제한조건: 384개

IMSL_LPRS.cs | 개체 브라우저

CNTR0000.cs

NetWorkOpt.CNTR0000

Main(string[] args)

```
// Process input for Area/Plant 8: Goyang
// 한전수열
double x14_Min = 0.0; // 한전수열_MinLoad (GCal/H)
double x14_Max = 642.0; // 한전수열_MaxLoad (GCal/H)
double x14_Cost = 31419.0; // 한전수열 cost (Cost / GCal)

// PLBs
double x15_Min = 0.0; // PLBs_MinLoad (GCal/H)
double x15_Max = 51.0 * 2; // PLBs_MaxLoad (GCal/H)
double x15_Cost = 44680.0; // PLBs heat production cost (Cost / GCal)

// ACC
double ACC8_Min = 0.0; // ACC_MinLevel (GCal)
double ACC8_Max = 1700.0; // ACC_MaxLevel (GCal)
double ACC8_Init = 695.0; // ACC initial value, working as equalit
double ACC8_Del = 170.0;

// Incinerator heat production at every hour
double[] Inc8 = new double[]
{
    19.0, 18.0, 18.0, 19.0, 19.0, 19.0,
    18.0, 18.0, 17.0, 18.0, 18.0, 19.0,
    19.0, 19.0, 19.0, 19.0, 19.0, 19.0,
    19.0, 19.0, 18.0, 18.0, 18.0, 18.0
};

// Heat Requirement from Area 1 at every hour
double[] Area8 = new double[]
{
    342.0, 325.0, 306.0, 298.0, 297.0, 297.0,
    318.0, 384.0, 406.0, 350.0, 323.0, 278.0,
    237.0, 219.0, 200.0, 181.0, 182.0, 194.0,
    244.0, 291.0, 323.0, 364.0, 389.0, 393.0
};

// Area heat connection matrix
```

3월 10일	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00
최적운영						
SuWon: CHP	72	72	72	72	72	72
SuWon: PLBs	169	169	169	169	169	169
SuWon: PLBw	0	0	0	0	0	0
YongIn: PLBs	36	17	0	0	0	0
YongIn: PLBw	0	0	0	0	0	0
BunDang: Power	665	605	602	609	474	464
BunDang: PLBs	0	0	0	0	0	0
SooSeo: PLBs	89	90	195	81	181	170
SooSeo: PLBw	0	0	0	0	0	0
IlWon: PLBs	0	0	0	0	0	0
IlWon: PLBw	0	0	0	0	0	0
JungAng: Power	228	224	197	197	190	138
SangArm: GRB	15	15	15	15	15	15
Koyang: POWER	642	592	445	445	357	280
Koyang: PLBs	0	0	0	0	0	0
Network R12: SuWon -> YongIn	90	93	75	66	61	66
Network R21: YongIn -> SuWon	0	0	0	0	0	0
Network R23: YongIn -> BunDang	0	0	0	0	0	0
Network R32: BunDang -> YongIn	105	105	105	105	105	105
Network R34: BunDang -> SuSeo	105	105	105	105	105	105
Network R43: SuSeo -> BunDang	0	0	0	0	0	0
Network R45: SuSeo -> IlWon	0	0	0	0	0	0
Network R54: IlWon -> SuSeo	0	0	0	0	0	0
Network R46: SuSeo -> JungAng	0	0	0	0	0	0
Network R64: JungAng -> SuSeo	60	60	60	60	60	60
Network R67: JungAng -> SangArm	0	0	0	0	0	0
Network R76: SangArm -> JungAng	22	23	22	22	22	23
Network R78: SangArm -> Koyang	0	0	0	0	0	0
Network R87: Koyang -> SangArm	20	20	20	20	20	20
Network R68: JungAng -> Koyang	0	0	0	0	0	0
Network R86: Koyang -> JungAng	60	60	60	60	60	60
누적						
Cost	65,991,725	60,689,005	61,037,561	54,442,455	53,131,708	47,586,123
Total Cost	1,194,996,630					

Network를 통한 통합운영 최적화 프로그램 Input, Output 화면 (3월10일)

◆ 통합운영 최적화 프로그램 수행 결과 : 최적과 실제 데이터 비교

<가정> 1) 열수급/공급: 지사간 연계최대가능부하 기준 2) 이송비용: 이송펌프 동력비 분리산출 어려움, 미미함
3) 연료비 원가 (2006년 12월 실적기준) 4) 분당, 중앙, 고양 한전수열 → 실제운전 열량으로 고정

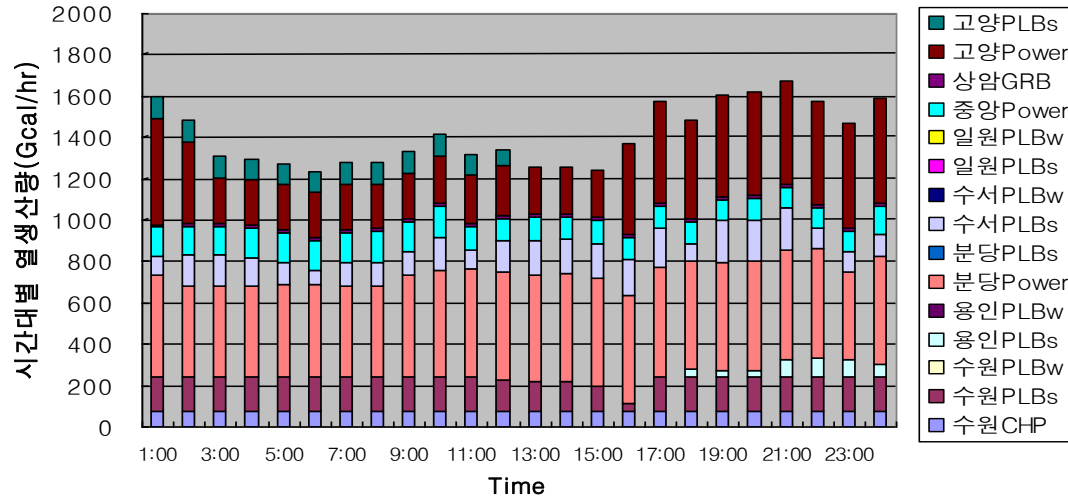
1	지사별 조건	최적운전 열량			실제운전 열량		
2	3월 10일	1:00	2:00	3:00	1:00	2:00	3:00
3	SuWon: CHP	72	72	72	70	68	71
4	SuWon: PLBs	169	169	169	144	140	83
5	SuWon: PLBw	0	0	0	0	0	0
6	YongIn: PLBs	36	0	0	125	89	66
7	YongIn: PLBw	0	0	0	0	0	0
8	BunDang: Power	497	441	444	497	441	444
9	BunDang: PLBs	0	0	0	0	0	0
10	SooSeo: PLBs	89	150	149	140	140	140
11	SooSeo: PLBw	0	0	0	70	70	70
12	IlWon: PLBs	0	0	0	0	0	0
13	IlWon: PLBw	0	0	0	0	0	0
14	JungAng: Power	139	141	139	139	141	139
15	SangArm: GRB	15	15	15	10	10	10
16	Koyang: POWER	512	394	220	512	394	220
17	Koyang: PLBs	102	102	102	0	0	0
18	Network R12: SuWon → YongIn	90	93	75	0	0	0
19	Network R21: YongIn → SuWon	0	0	0	0	0	0
20	Network R23: YongIn → BunDang	0	0	0	0	0	0
21	Network R32: BunDang → YongIn	105	105	105	106	109	114
22	Network R34: BunDang → SuSeo	105	105	105	96	97	98
23	Network R43: SuSeo → BunDang	0	0	0	0	0	0
24	Network R45: SuSeo → IlWon	0	0	0	0	0	0
25	Network R54: IlWon → SuSeo	0	0	0	0	0	0
26	Network R46: SuSeo → JungAng	0	0	0	0	0	0
27	Network R64: JungAng → SuSeo	60	0	2	0	0	0
28	Network R67: JungAng → SangArm	0	0	0	0	0	0
29	Network R76: SangArm → JungAng	22	23	22	3	2	3
30	Network R78: SangArm → Koyang	0	0	0	0	0	0
31	Network R87: Koyang → SangArm	20	20	20	0	0	0
32	Network R68: JungAng → Koyang	0	0	0	0	0	0
33	Network R86: Koyang → JungAng	60	60	60	56	52	25

Cost	Unit : 원/Gcal	
SuWon	CHP	44,749
	PLBs	46,050
	PLBw	62,195
YongIn	PLBs	48,545
	PLBw	61,725
BunDang	Power	30,459
	PLBs	39,328
SooSeo	PLBs	59,722
	PLBw	61,286
IlWon	PLBs	59,722
	PLBw	60,638
JungAng	Power	39,444
SangArm	GRB	10,571
Koyang	Power	32,896
	PLBs	41,841

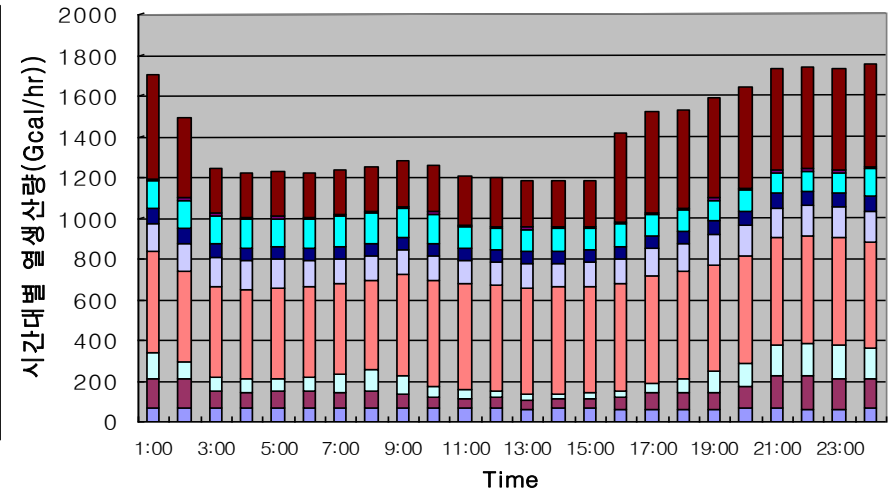
Network를 통한 통합운영 최적화와 실제운전 열량 비교 및 조건별 Cost 비교 (3월10일)

[1] 통합운영 최적화를 통한 지사별 및 연계 공급수급 비교

통합최적화-지사별 생산(3/10)

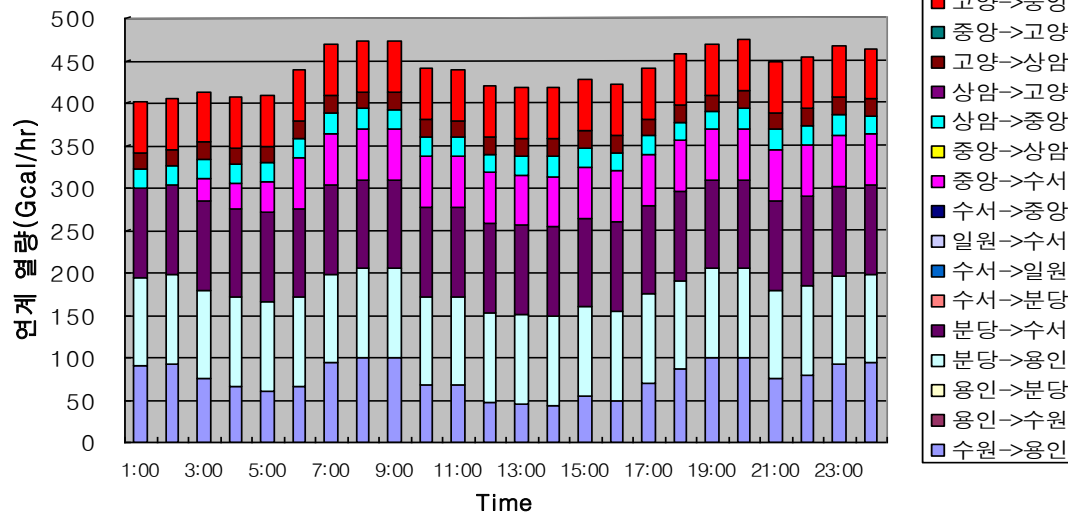


실제 운전-지사별 생산(3/10)

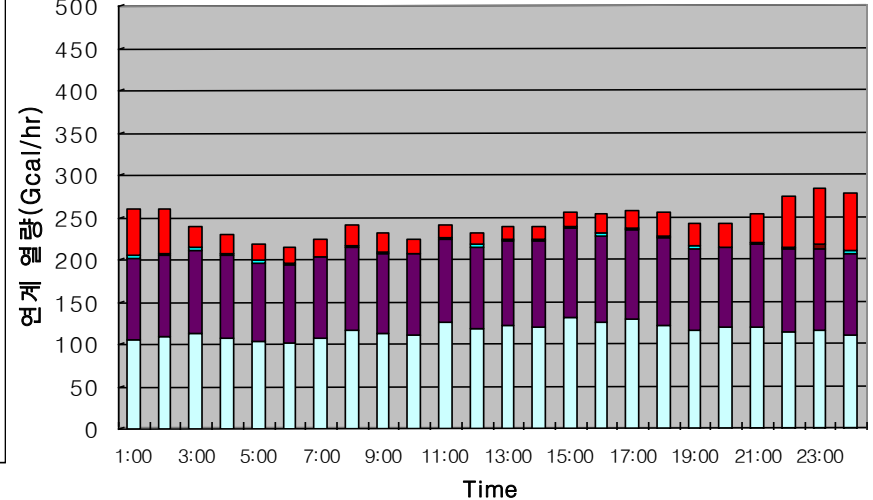


상암GRB<분당power<고양power<분당 PLBs<중앙power <고양PLBs<수원CHP<수원PLBs<용인PLBs<수서, 일원PLBs<일원PLBW<수서PLBW<용인PLBW<수원PLBW

통합최적화-연계공급/수급(3/10)



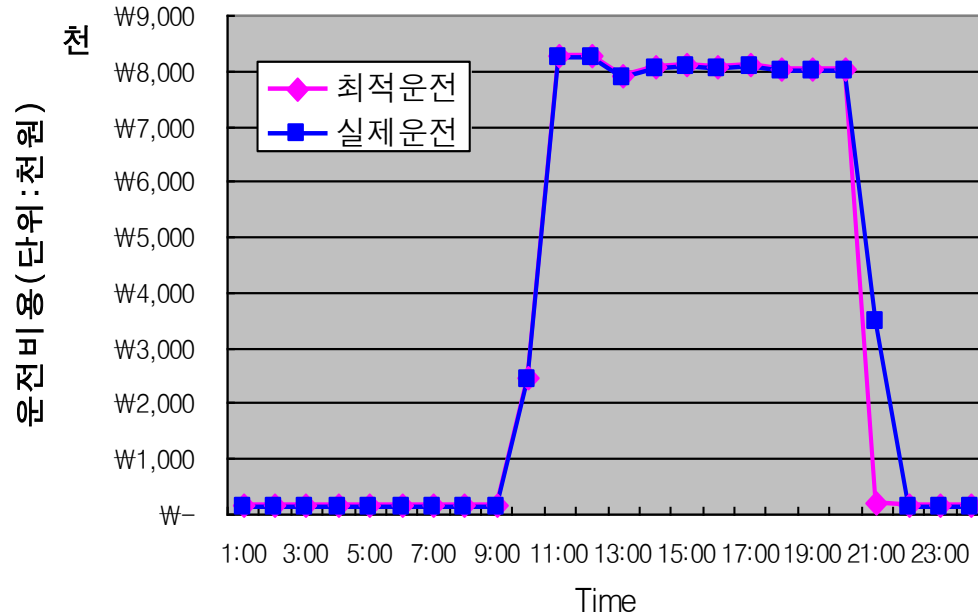
실제 운전-연계공급/수급(3/10)



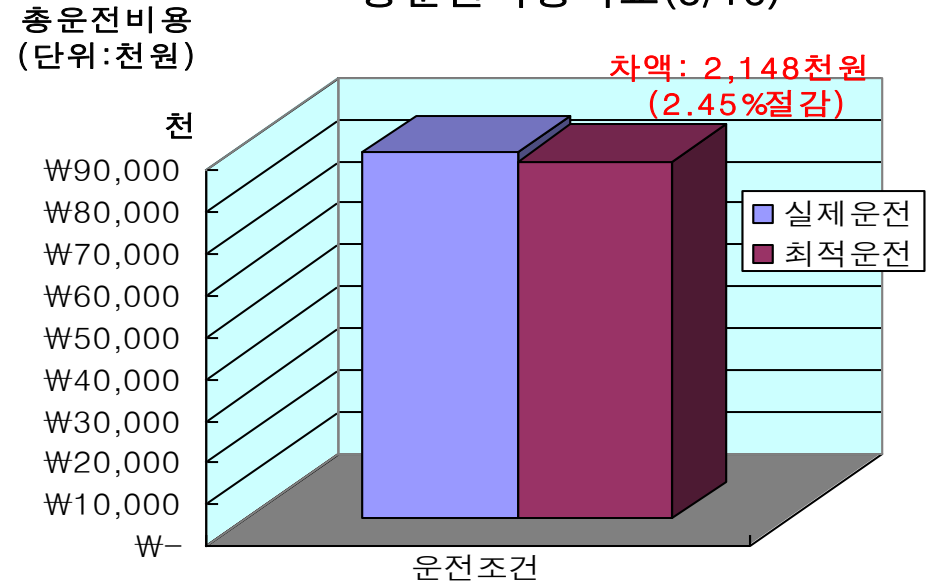
시간대별 통합운영 최적화와 실제운전 비교 (3월10일)<한전수열 고정>

- 〈8월 16일〉 ▶ 수도권 지사 실제 총운전비용: 약 87,644천원
 ▶ 통합운영시스템에 의한 최적비용: 약 85,496천원
 ▶ 차액: 2,148천원 (일일 2.45% 비용절감)

통합운영 최적화(8/16)



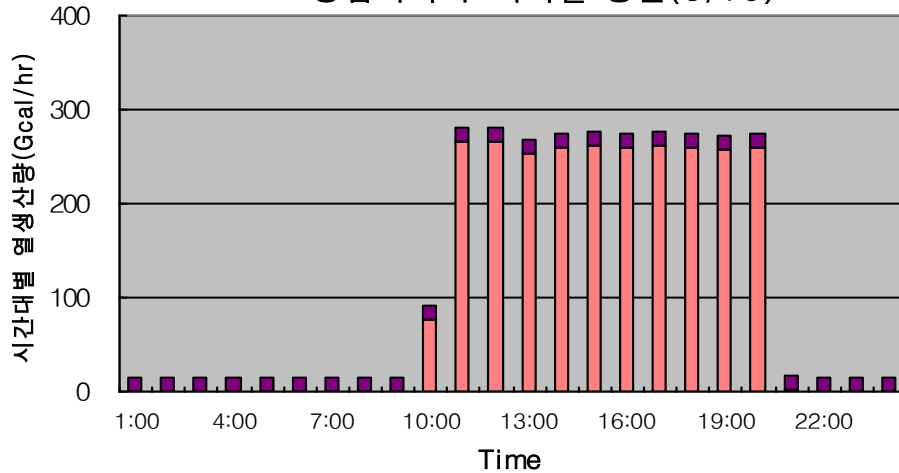
총운전비용비교(8/16)



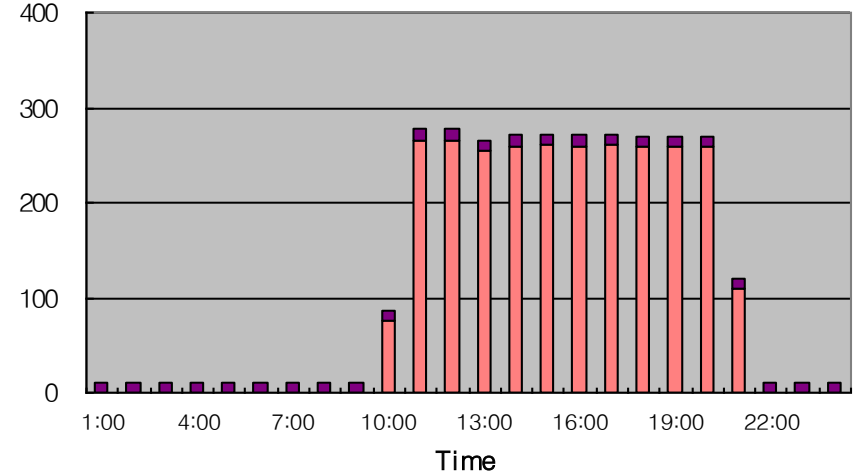
Network 를 통한 통합운영 최적화 시스템 결과 비교 (8월16일)

(2) 통합운영 최적화를 통한 지사별 및 연계 공급수급 비교

통합최적화-지사별 생산(8/16)

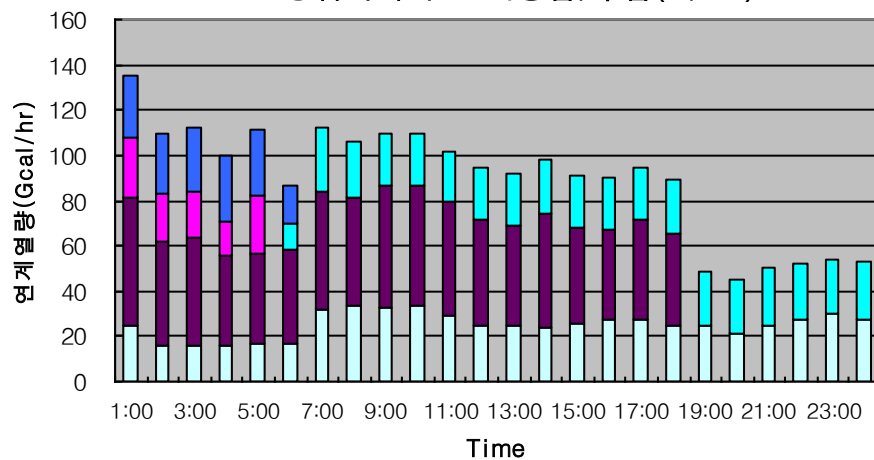


실제 운전-지사별 생산(8/16)

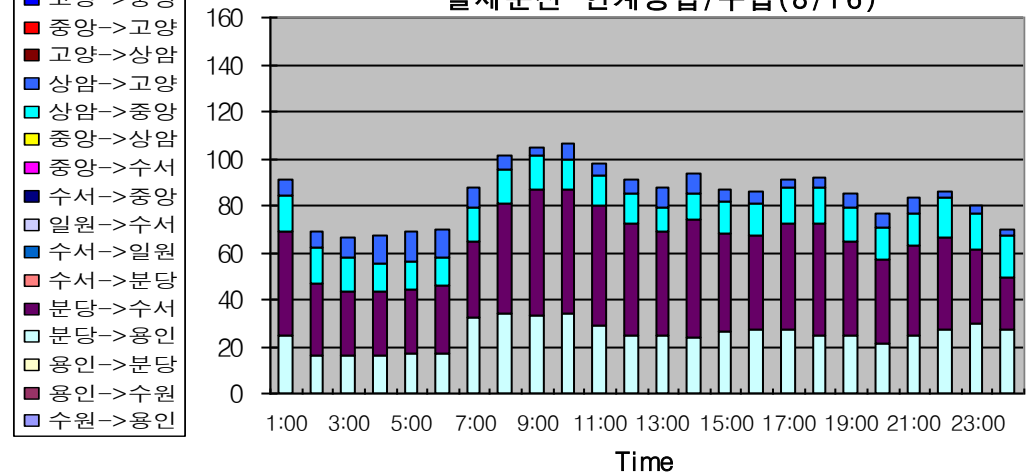


상암GRB<분당power<고양power<분당 PLBs<중앙power <고양PLBs<수원CHP<수원PLBs<용인PLBs<수서, 일원PLBs<일원PLBw<수서PLBw<용인PLBw<수원PLBw

통합최적화-연계공급/수급(8/16)

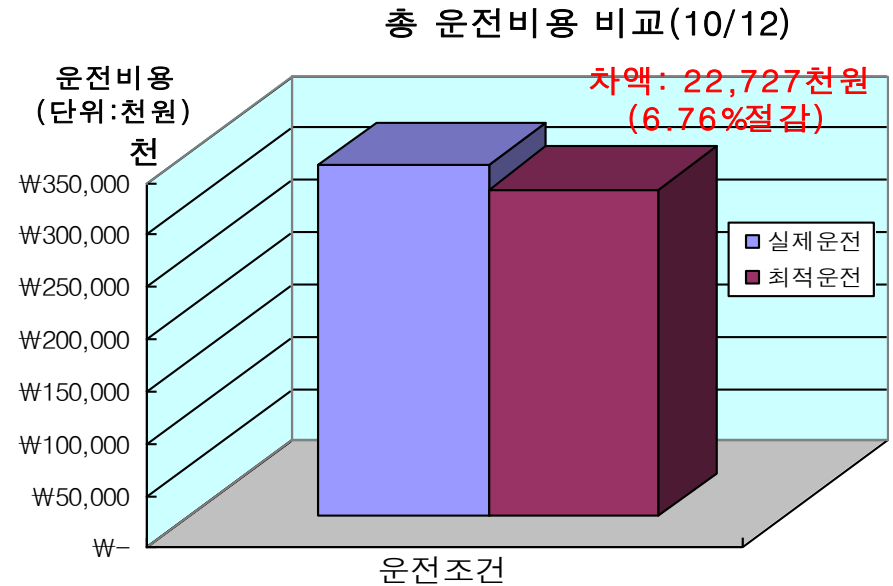
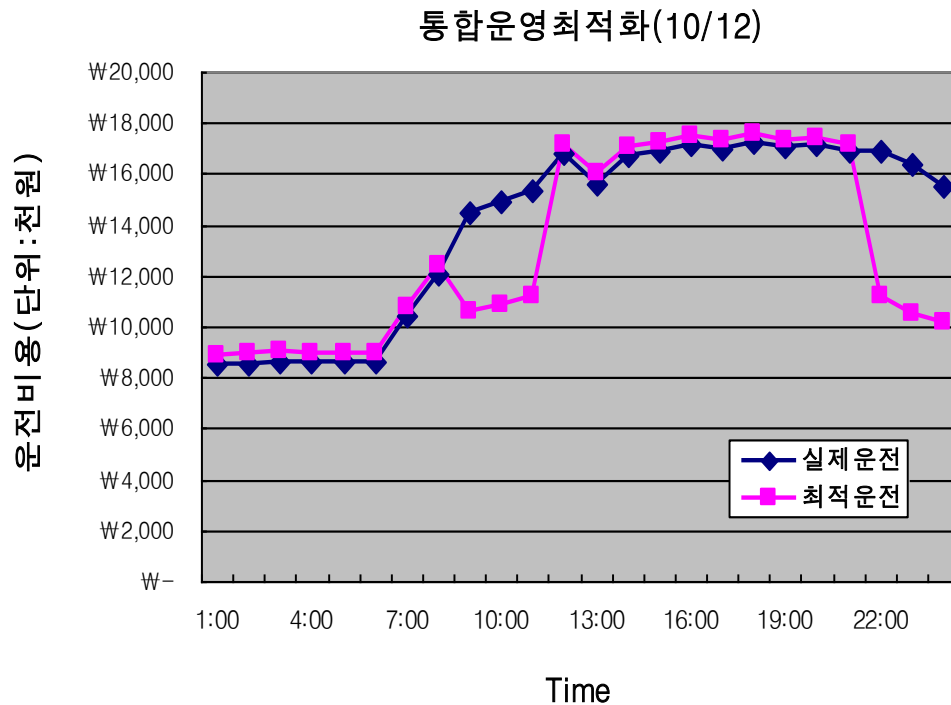


실제 운전-연계공급/수급(8/16)



시간대별 통합운영 최적화와 실제운전 비교 (8월16일)

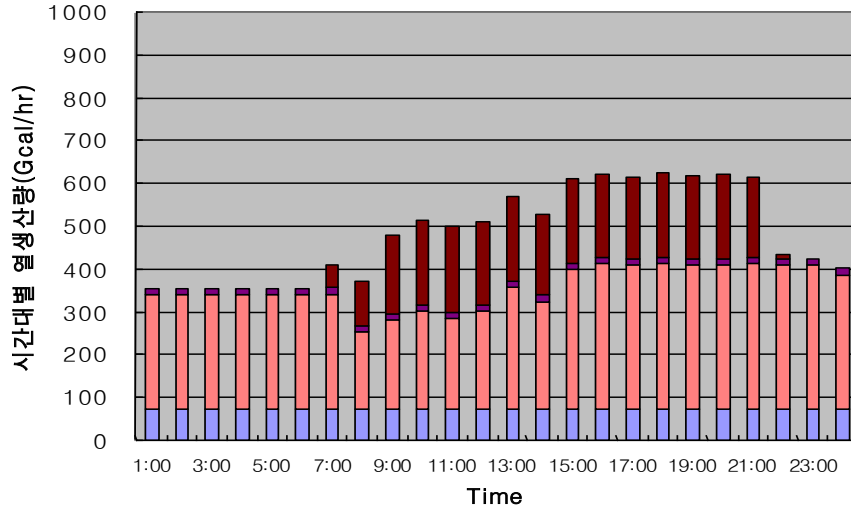
- <10월 12일> ▶ 수도권 지사 실제 총운전비용: 약 336,145천원
 ▶ 통합운영시스템에 의한 최적비용: 약 313,418천원
 ▶ 차액: 22,727천원 (일일 6.8% 비용절감)



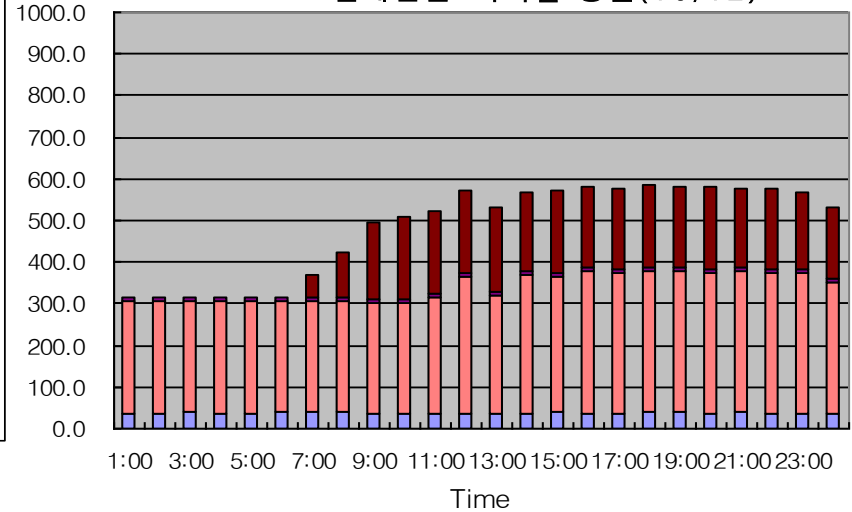
Network 를 통한 통합운영 최적화 시스템 결과 비교 (10월12일)

[3] 통합운영 최적화를 통한 지사별 및 연계 공급수급 비교

통합최적화-지사별 생산(10/12)

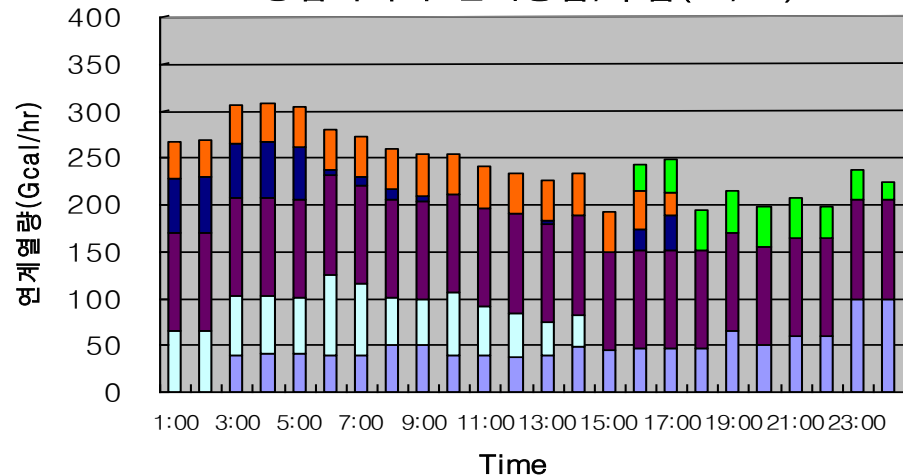


실제운전-지사별 생산(10/12)

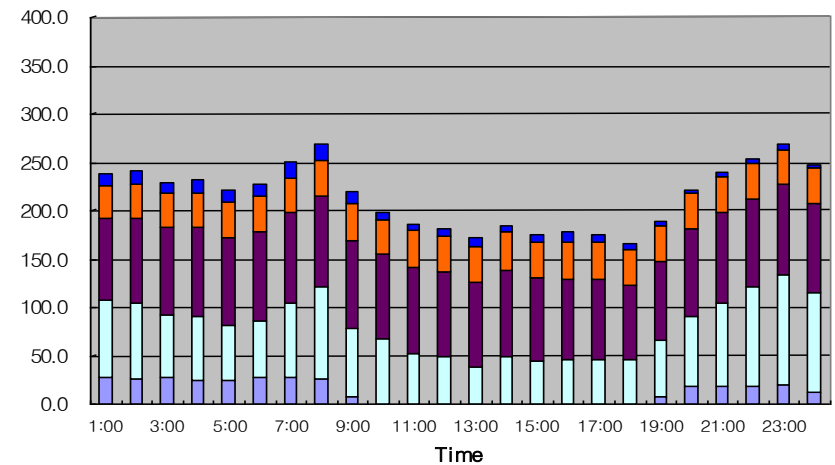


상암GRB<분당power<고양power<분당 PLBs<중앙power <고양PLBs<수원CHP<수원PLBs<용인PLBs<수서, 일원PLBs<일원PLBw<수서PLBw<용인PLBw<수원PLBw

통합최적화-연계공급/수급(10/12)



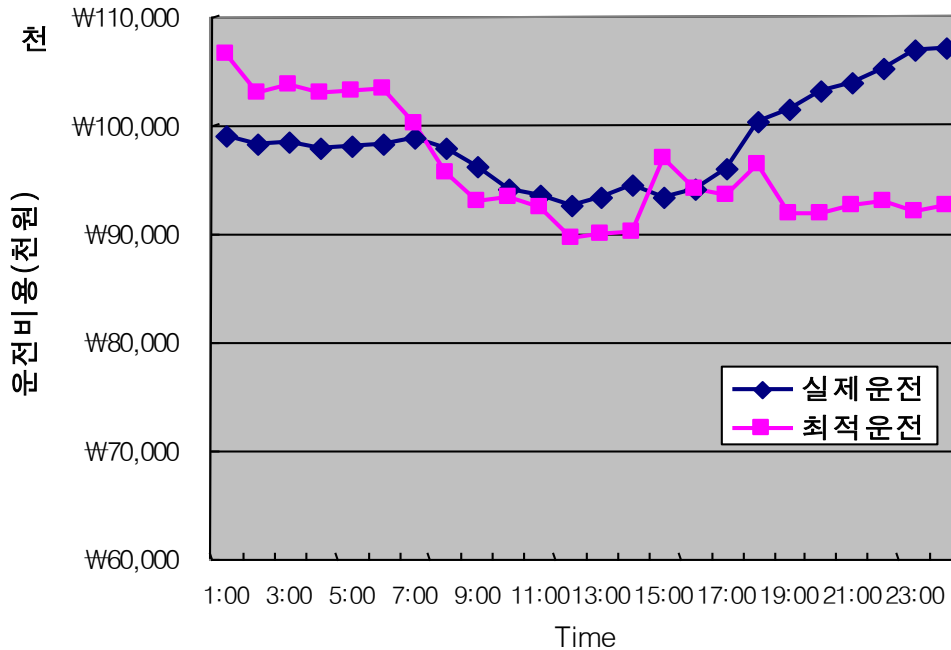
실제운전-연계공급/수급(10/12)



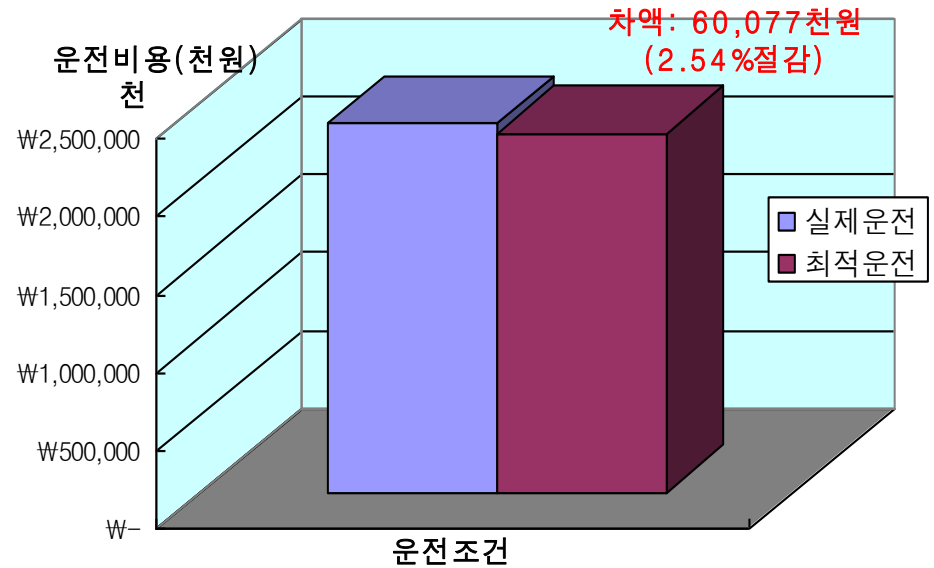
시간대별 통합운영 최적화와 실제운전 비교 (10월12일)

- <12월 27일> ▶ 수도권 지사 실제 총운전비용: 약 2,363,293천원
 ▶ 통합운영시스템에 의한 최적비용: 약 2,303,216천원
 ▶ 차액: 60,077천원 (일일 2.54% 비용절감)

통합운영 최적화(12/27)



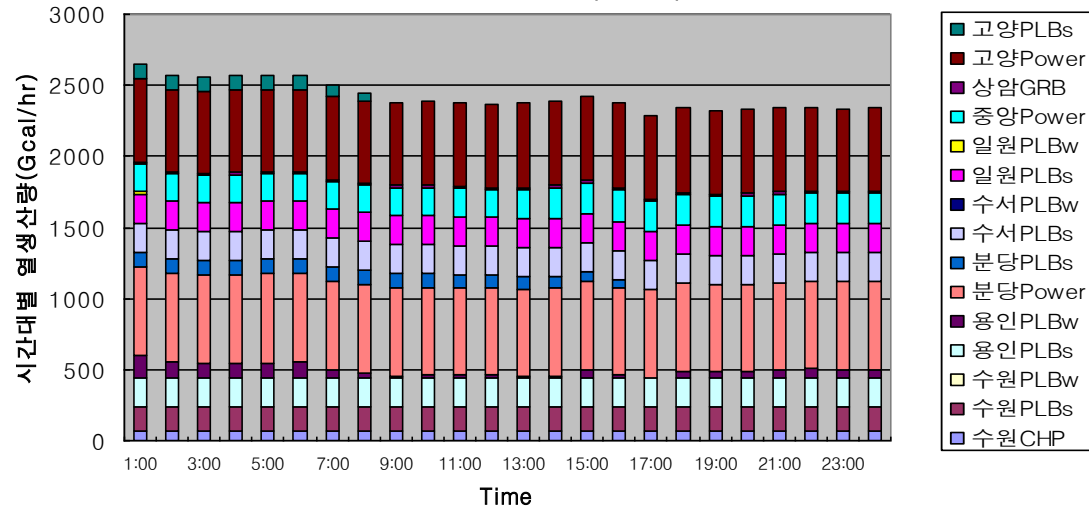
총 운전비용 비교(12/27)



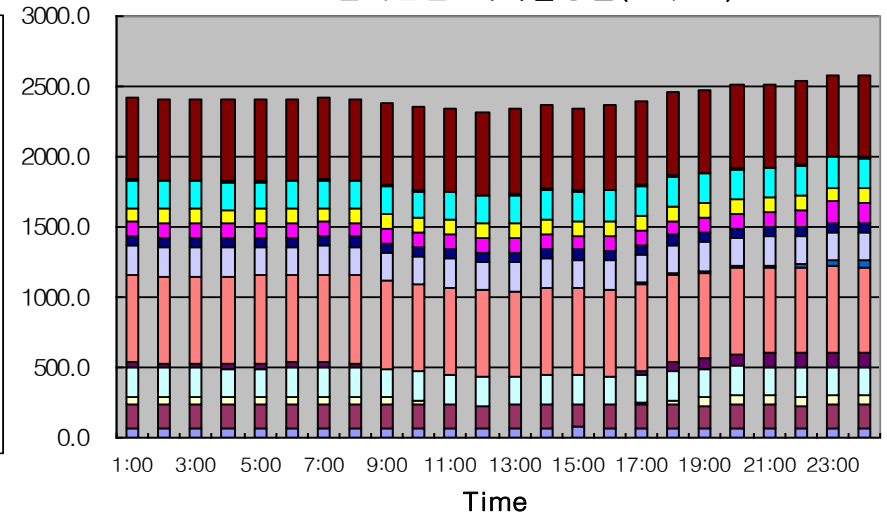
Network를 통한 통합운영 최적화 시스템 결과 비교 (12월27일)

[4] 통합운영 최적화를 통한 지사별 및 연계 공급수급 비교

통합최적화-지사별생산(12/27)

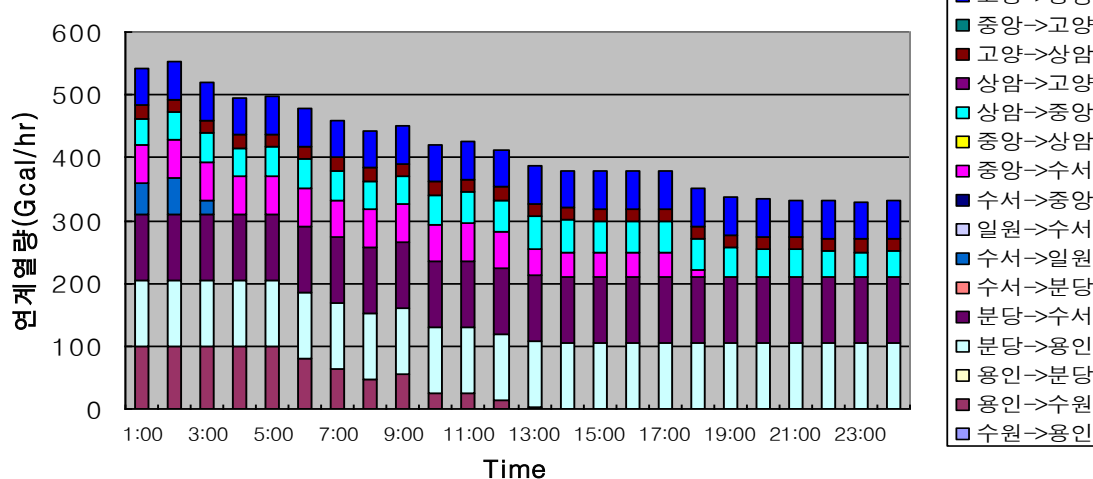


실제 운전-지사별생산(12/27)

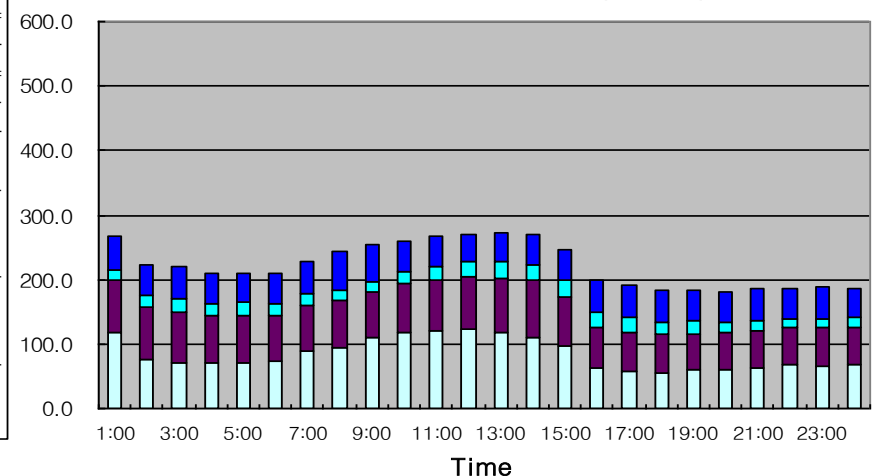


상암GRB<분당power<고양power<분당 PLBs<중앙power <고양PLBs<수원CHP<수원PLBs<용인PLBs<수서, 일원PLBs<일원PLBw<수서PLBw<용인PLBw<수원PLBw

통합최적화-연계공급/수급(12/27)



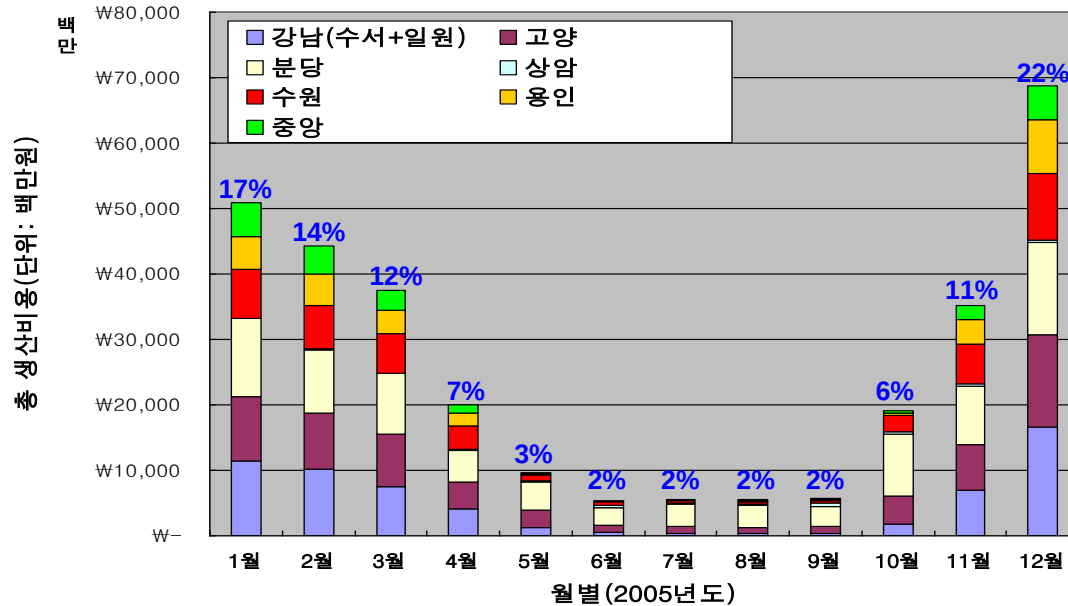
실제 운전-연계공급/수급(12/27)



시간대별 통합운영 최적화와 실제운전 비교 [12월27일]

4.3 수도권 8개지사의 열생산비용에 대한 현황

2005년 월별 총 열생산비용 (수도권 8개지사)

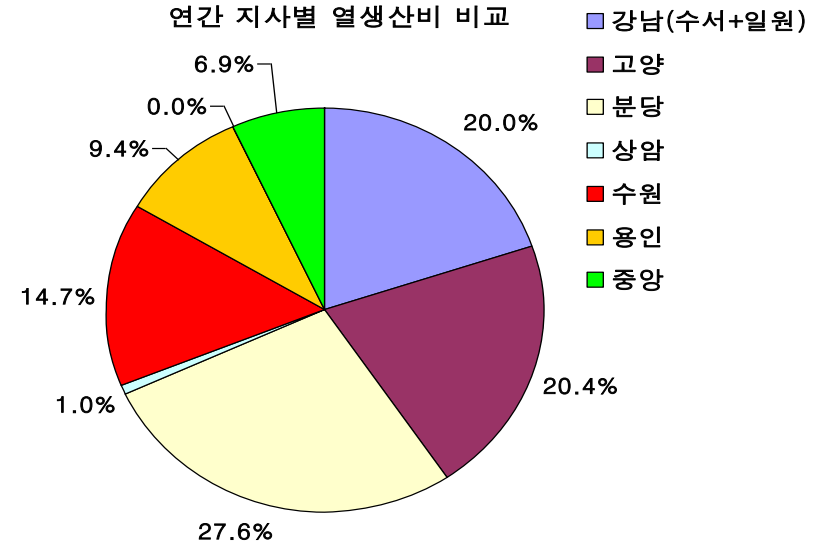


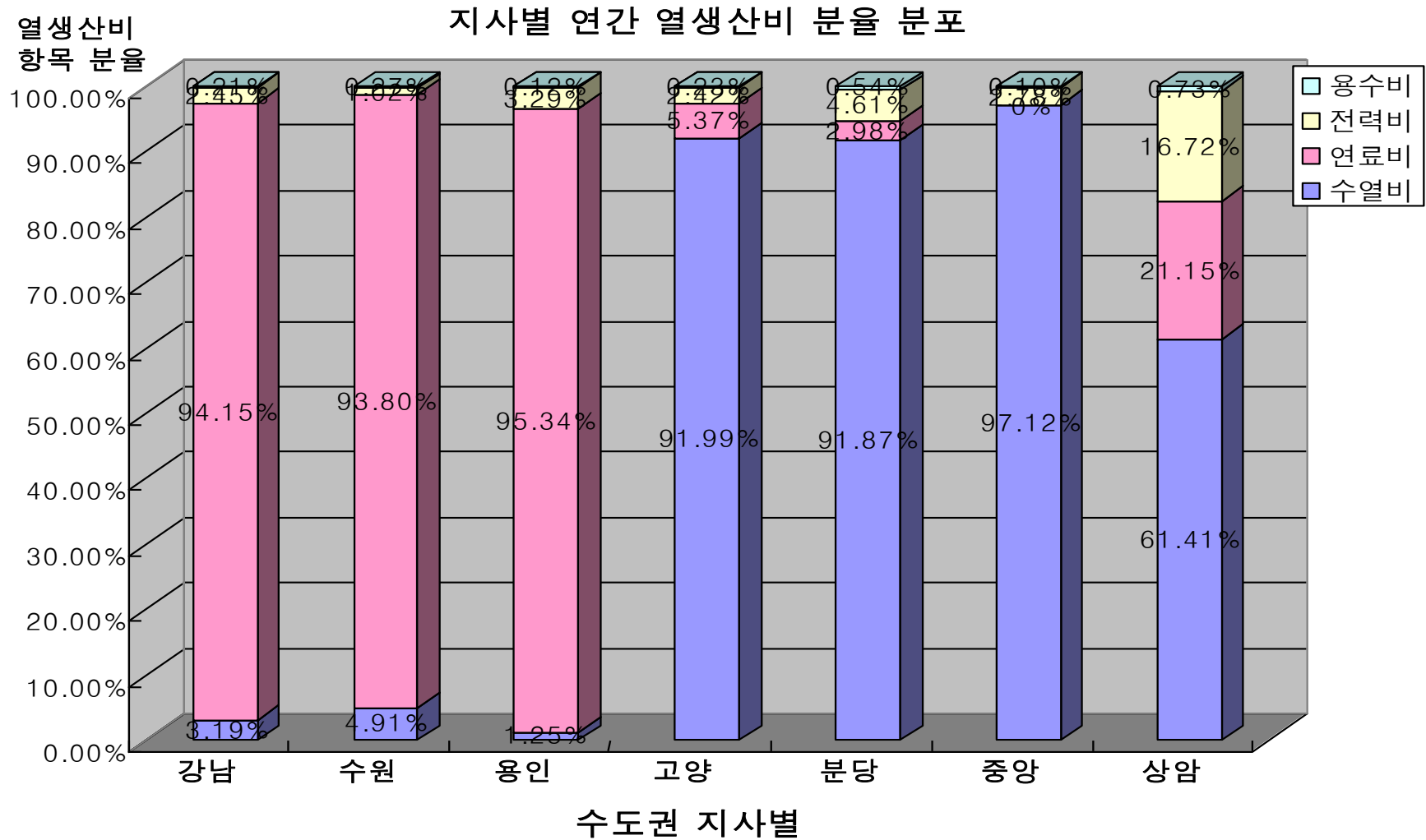
- 1) 12월: 687억 5천만원(22%)
- 2) 1월: 508억 8천만원(17%)
- 3) 2월: 442억 1천만원(14%)
- 4) 3월: 374억 5천만원(12%)
- 5) 11월: 351억 3천만원(11%)

- 1) 분당: 847억 6천만원
- 2) 고양: 627억 8천만원
- 3) 강남: 613억 3천만원

월별	3월	4월	5월
총 열생산비	₩ 37,450,340,696	₩ 19,968,845,173	₩ 9,563,474,773
비율	100.00%	53.32%	25.54%
월별	6월	7월	8월
총 열생산비	₩ 5,433,969,863	₩ 5,452,378,305	₩ 5,466,515,535
비율	99.40%	99.74%	100.00%
월별	9월	10월	11월
총 열생산비	₩ 5,627,967,577	₩ 19,087,133,334	₩ 35,126,606,032
비율	29.49%	100.00%	184.03%
월별	12월	1월	2월
총 열생산비	₩ 68,751,963,341	₩ 50,882,732,917	₩ 44,208,728,536
비율	100.00%	74.01%	64.30%

연간 지사별 열생산비 비교





수도권 지사별 연간 열생산비용 항목별 분율 분포현황

4.4 통합 최적화 시스템 수행에 따른 예상 연간 절감 금액 추론

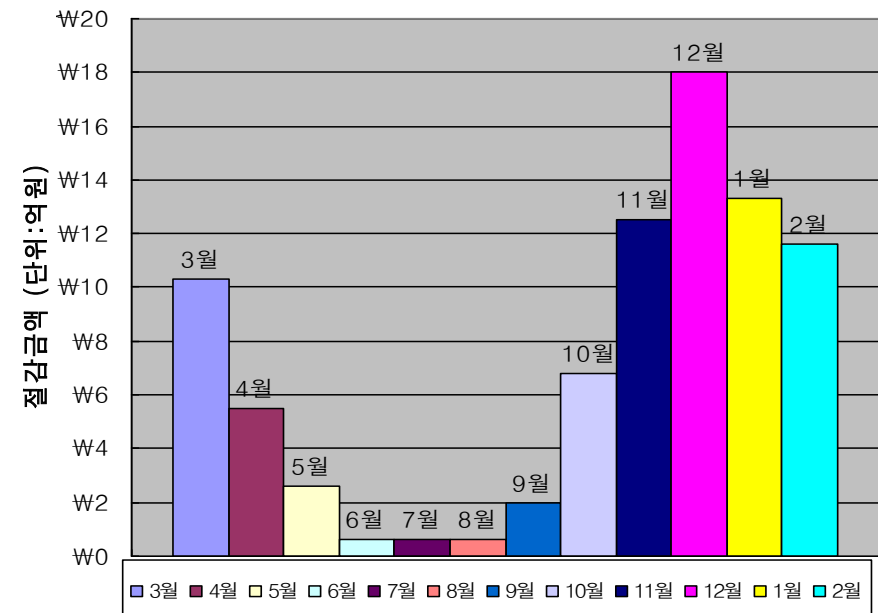
	일일절감금액	월누적 절감금액	비고
03월 10일	₩34,371,121	₩1,031,133,630	3월 추정 절감액
08월 16일	₩2,147,925	₩64,437,750	8월 추정 절감액
10월 12일	₩22,726,758	₩681,802,740	10월 추정 절감액
12월 27일	₩60,076,776	₩1,802,303,280	12월 추정 절감액
누적 총액	₩119,322,580	₩3,579,677,400	

	월별 절감금액	월별 변화인자	비고
3월	₩1,031,133,630	1	계절 기준월
4월	₩ 549,800,452	0.5332	
5월	₩ 263,351,529	0.2554	
6월	₩ 64,051,124	0.994	
7월	₩ 64,270,212	0.9974	
8월	₩64,437,750	1	계절 기준월
9월	₩ 201,063,628	0.2949	
10월	₩681,802,740	1	계절 기준월
11월	₩ 1,254,721,582	1.8403	
12월	₩1,802,303,280	1	계절 기준월
1월	₩ 1,333,884,658	0.7401	
2월	₩ 1,158,881,009	0.643	
총 절감금액	₩ 8,469,701,593		

	월누적 절감금액	연간절감금액에 대한 월별분율	실제 총 열생산비용 월별분율
3월	₩1,031,133,630	12.2%	12%
8월	₩64,437,750	0.8%	2%
10월	₩681,802,740	8.0%	6%
12월	₩1,802,303,280	21.3%	22%

월별	3월	4월	5월
총생산비	₩ 37,450,340,696	₩ 19,968,845,173	₩ 9,563,474,773
비율	1.0000	0.5332	0.2554
월별	6월	7월	8월
총생산비	₩ 5,433,969,863	₩ 5,452,378,305	₩ 5,466,515,535
비율	0.9940	0.9974	1.0000
월별	9월	10월	11월
총생산비	₩ 5,627,967,577	₩ 19,087,133,334	₩35,126,606,032
비율	0.2949	1.0000	1.8403
월별	12월	1월	2월
총생산비	₩ 68,751,963,341	₩ 50,882,732,917	₩44,208,728,536
비율	1.0000	0.7401	0.6430

월별 예상 절감금액 (2005년도)



4.5 통합최적화 운용 GUI (Proto type) 수행 실례 (1/2)

▶GUI: Graphical User Interface

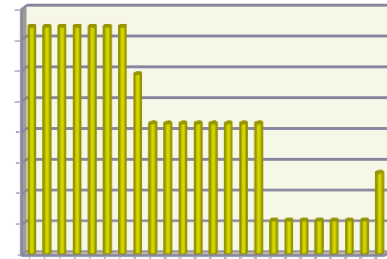
입력 화면

Excel 데이터 로드

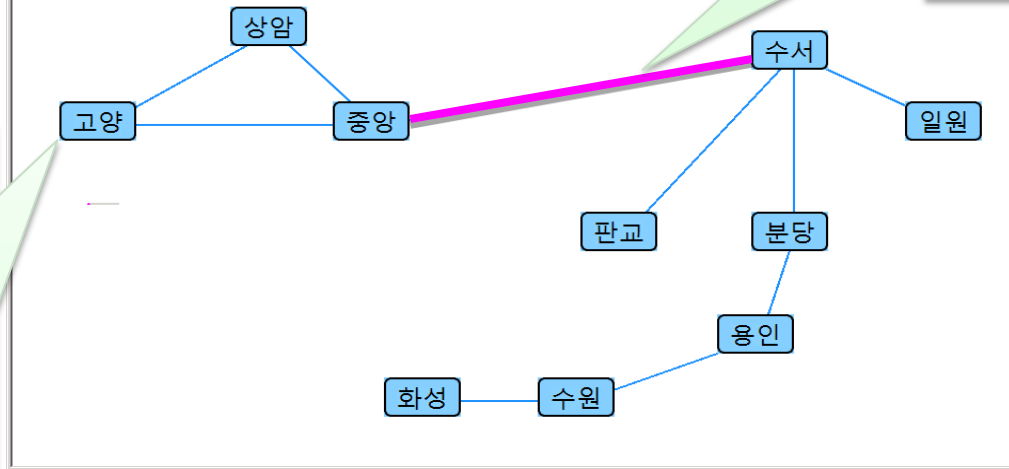
최적화 계산

Data Load Solve

링크 더블 클릭
두 지사 간 연계정보 편집



노드 더블클릭
해당 지사 정보 편집
(기준정보, 지역정보, 운전정보)



4.6 통합최적화 운용 GUI (Proto type) 수행 실례 (2/2)

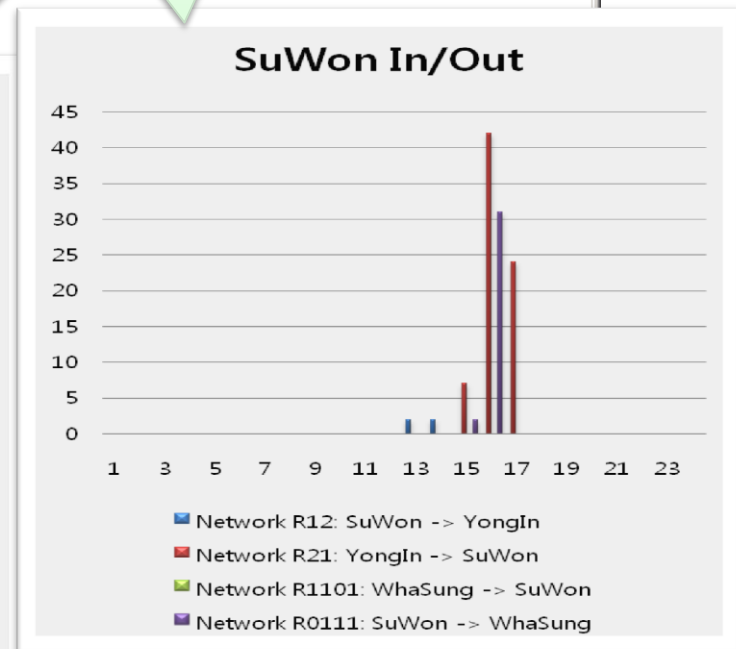
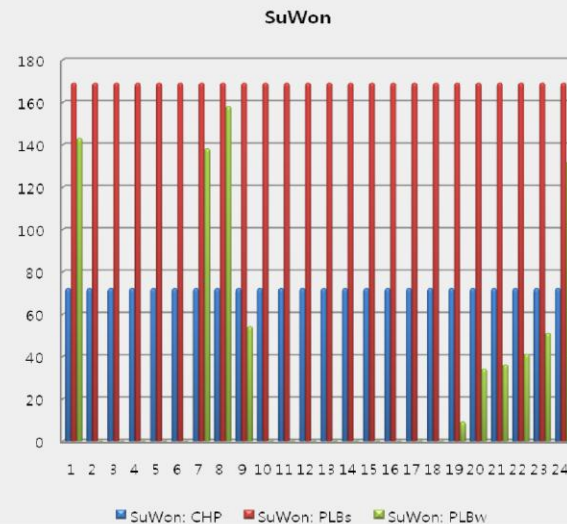
Excel 파일 출력
보고서 사용자 정의 가능

결과 화면

output-20070316123823.csv - Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	SuWon CHP	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
2	SuWon PLBs	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169
3	SuWon PLBw	143.0001	0	0	0	0	0	0	138.0001	158.0001	133.9999	0	0	0	0	0	0
4	YongIn PLBs	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204
5	YongIn PLBw	57.0001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Bundang Power	697	697	697	697	697	697	697	697	697	697	697	697	697	697	697	697
7	Bundang PLBs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Soosae PLBs	181.0001	204	153	166.0006	183.9997	201	142.9999	147.9999	129.9999	0	0	0	0	0	0	0
9	Soosae PLBw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Ilwon PLBs	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204
11	Ilwon PLBw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Jungang Power	242	230.0001	236.0001	243.0001	234.9997	203	236	266	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Sangam GRB	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
14	Koyang POWER	642	642	624	620	116.9996	430.9999	462.9999	333.0006	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Koyang PLBs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	Paju CHP	402	402	402	402	402	402	402	402	402	402	402	402	402	402	402	402
17	Paju PLBs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	Paju MWP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	Panhyo CHP	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126
20	Panhyo PLBs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	Wha Sung CHP	269.6	269.6	269.6	269.6	269.6	269.6	269.6	269.6	269.6	269.6	269.6	269.6	269.6	269.6	269.6	269.6
22	Wha Sung PLBs	274	274	274	274	274	274	274	274	274	274	274	274	274	274	274	274
23	Wha Sung MWP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	Network R12: SuWon -> YongIn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	Network R21: YongIn -> SuWon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	Network R22: YongIn -> Bundang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	Network R32: Bundang -> YongIn	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
28	Network R34: Bundang -> SuSeo	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
29	Network R43: SuSeo -> Bundang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	Network R43: SuSeo -> Ilwon	9.0001	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	Network R44: Ilwon -> SuSeo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	Network R46: SuSeo -> Jungang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	Network R44: Jungang -> SuSeo	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
34	Network R67: Jungang -> Sangam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	Network R76: Sangam -> Jungang	43.0001	43	47	46	47	47	47	47	43	0	0	0	0	0	0	0
36	Network R72: Sangam -> Koyang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	Network R87: Koyang -> Sangam	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
38	Network R88: Jungang -> Koyang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	Network R88: Koyang -> Jungang	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
40	Network R88: Paju -> Koyang	148.0001	148.0001	148.0001	148.0001	148.0001	148.0001	148.0001	148.0001	116.9994	0	0	0	0	0	0	0
41	Network R82: Koyang -> Paju	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	Network R104: Panhyo -> SuSeo	83.0001	83.0001	84.9999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	Network R410: SuSeo -> Panhyo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	Network R1101: Wha Sung -> SuWon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	Network R0111: SuWon -> Wha Sung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Chart View



4.6 경제성 분석 결과(1/2)

1. 각 지사별 운영진단 및 분석 결과, 연계시 상호대화를 통한 수동관리 시스템, 향후 통합운영시스템 구축시 실시간 운전모니터링(RTDB) 보완필요, 체계적인 통합관리 미흡 등의 개선사항 요망
→ 체계적인 네트워크 최적화 시스템 및 실시간 운전모니터링 시스템 구축(최소 3%이상 에너지 생산비용 절감효과) 중앙 통제관리실 및 운영조직 필요(효율적인 통합관리 및 위기상황 대처)
2. 각 지사별 다양한 보일러, 펌프, 관련Tag(pressure, temperature, Fuel charge & Steam flow rate) 등의 세부내용이 포함된 다양한 데이터 베이스화를 구축하고 이를 통해 최적운전 시스템 기초모델을 개발→ 이를 토대로 통합운영 최적 시스템을 위한 기초 프로그램 수행
3. 조사된 데이터 베이스화 자료를 활용→각지사별 최적운전 프로그램 수행 (단, 연계공급/수급 제외) 사계절의 표본 날짜들의 데이터를 이용하여 최적화를 수행한 결과, 실제운전과 비교평가시
1) 최적화 선호 경향: 소각장 > 한전수열 > CHP > PLBs > PLBW (단 축열조는 제외)

4.6 경제성 분석 결과 (2/2)

4. 방대한 데이터 베이스와 자료를 활용→Network 통합운영 최적화 프로그램을 수행

각 지사별 연계공급,수급 열량관계 적용→ 통합 최적화와 실제운전 비교평가

1) 통합 최적화 선호 경향: 저렴한 열원의 최대생산 및 효율적인 연계공급/수급 사용의 극대화

2) 24시간 운전시 통합운영 최적화와 실제비용의 비교 [한전수열조건: 실제운전과 동일하게 고정]

◆ 3월 10일 통합운영: 차액 34,371천원 (2.76% 절감)

◆ 8월 16일 통합운영: 차액 2,147천원 (2.45% 절감)

◆ 10월 12일 통합운영: 차액 22,727천원 (6.80% 절감)

◆ 12월 27일 통합운영: 차액 60,077천원 (2.54% 절감)

3) 통합운영 최적화 결과를 토대로 예상할 수 있는 연간절감 비용: 84억원→ 8개지사 연간 총 열생산

비용(3,070억원)의 2.74%절감→ 다양한 인자를 고려하여 50%만 계상: 42억원정도→예상투자

비용: 52.5억원→ 회수기간: 1.25년 (참고: 경제운전 프로그램 개발시: 4개월내 회수가능)

4) 통합최적화 GUI(Graphical User Interface)(초기타입)개발을 통한 편리해진 입·출력 양식과

지사별 및 통합운영 최적화 시스템을 통한 사용자 리포팅 방식 구성.

5. 통합관리 최적화 시스템의 효율적인 경제적 효과를 토대로 향후 수도권 전 지사의 연계운전

→ 향후 중대형 CHP시스템의 효율적인 연계운전을 위해 최적화 운전 프로그램 개발이 필수적이며

이를 위해 경제운전 체제 구축을 추진하는 것이 바람직하다고 판단.



5 기대효과 및 활용방안

- 에너지 네트워크 모델 및 최적화 원천기술 확보를 통한 수입대체효과 및 기술수출 기대
- 최적화를 통한 대상지역의 에너지 이용 합리화: 생산단가의 3~5 % 절감
- 수입대체 효과: 년 간 752 억원 (2012 년 기준, 80% 대체)
- 수출 효과: 년 간 738 억원 (전체 세계 시장의 5% 시장 점유율)
- 에너지 절감효과: 479,000 TOE/년
- 국가 기간산업의 외국 의존도 탈피
- 장치산업의 모델링 및 최적화 기술로 쉽게 전이 가능
- 광역에너지 이용 활성화를 통한 국가 기간산업의 외국 의존도 탈피

플랜트 사업으로 관련기술과 해외 시장 동반 진출 기술

- - 10만명 도시급 플랜트 예상 규모 : 약 3.5 억불
- - 해외시장 신도시 : 중국 1,000개, 인도 500개, 동남아 250개 (2025년)

에너지 자급 도시로의 발전

- - u-City, Smart City 등 국내외적으로 신도시 및 구도심 재생사업에 에너지
- 생산-분배-소비-저장 의 기술을 일괄적으로 도입
- - 에너지 자급 도시 또는 최적 에너지 소비 도시로 재 설계

에너지 · 자원 기술개발 효과

사 업	구 분		
에너지효율향상기술 개발사업 or 온실가스처리기술 개발사업 or 자원기술개발사업	에너지절감효과		479,000 TOE/년
	환경개선 효과	CO ₂	ton/년
		NOx	ton/년
		SOx	ton/년
		분진	ton/년
	수입대체효과		752억원 (2012년기준)

1. 에너지절감잠재량 분석 (2015년 기준 효과)

중점과 제명	①상품 화 및 보 급 잠재 량 (toe/년)	②보 급 가능 율 (%)	③에너 지 절감잠 재량 (toe/년)	④에 너지 절감 금액 (억원/ 년)	⑦총개 발비 (억원)	⑧개발금 액대비 금액성 과비 율
광역 에 너지 이 용 최적 화 및 통 합관리 시스템	2,281 천 TOE	21	479 천 TOE	3,960	36	12,400 %

2. 수입대체 효과

구 분	현재의 시장규모 (2007 년)	예상 시장규모 (2012 년)
세 계 시 장 규 모	11,290 억원	14,760 억원
한 국 시 장 규 모	716 억원	940 억원

수출 및 수입대체 효과

- 수입대체 효과: 년 간 752 억원 (2012 년 기준, 국내 80% 대체)
- 수출 효과: 년 간 738 억원 (전체 세계 시장의 5% 시장 점유율)

한국지역난방공사 강남지사 현장적용





해외 적용 사례

- 3M's Global Energy Management Program has cut energy use 30% per net sales since 2000; now seek to reduce total energy use by >40% from 2000 levels by 2008
- Dow Chemical achieved 22% improvement (\$4B savings) between 1994 and 2005, now seeking another 25% from 2005 to 2015
- Toyota's North American (NA) Energy Management Organization has reduced energy use per unit by 23% since 2002; company-wide energy-saving efforts have saved \$9.2 million in NA since 1999.
- Dupont applied "Six Sigma" energy management to complete >75 projects saving \$250,000 annually per project and reducing GHG emissions by 68% since 1990—exceeding their 2010 target of 65%. Corporate-wide energy use has remained flat since 1990, despite a 35% increase in production.
- United Technologies Corp reduced global GHG emissions by 46% per dollar of revenue from 2001 to 2006, now seeking an additional 12% reduction from 2006 to 2010

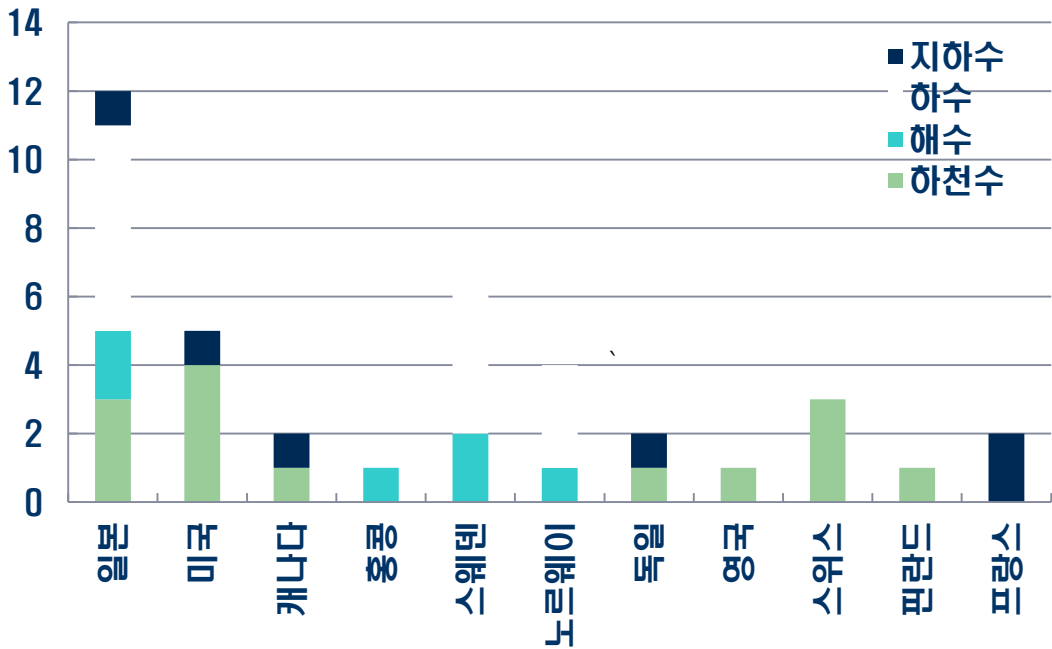
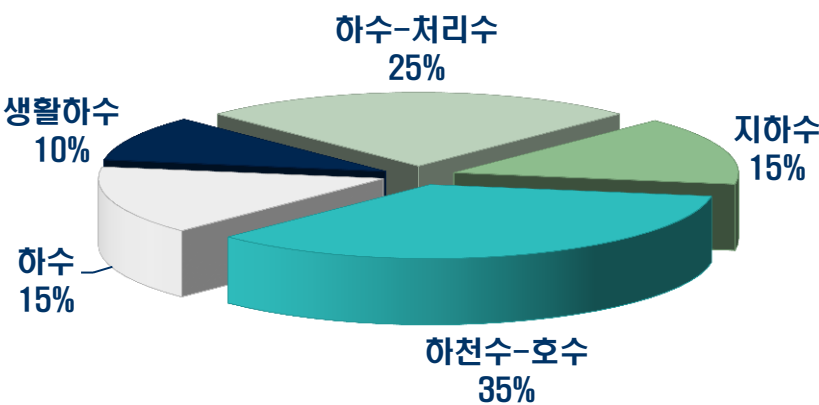
1 Btu/lb of product

해외 적용 사례

■ 해외광역에너지 이용사례

● 해외 온도차에너지 사업화 이용 현황

- 조사된 건수 40여건
- 열원별로는 하천수와 하수(처리수 포함)가 35%로 가장 많이 이용
- 일본이 가장 활발히 보급 중



해외 적용 사례

■ 해외광역에너지 이용사례

● 일본의 하천수 미활용에너지 사업화 사례

- 동경지역의 Sumida강을 이용한 Hakozaiki 지역냉난방
- 일본 최초의 하천수열 이용사례(100% 하천수이용 열제조) → 1989년
- 에너지절약 26.7%(절수 연간 65,000톤)
- CO₂ 약 33%, NOx 약 35% 삭감 효과

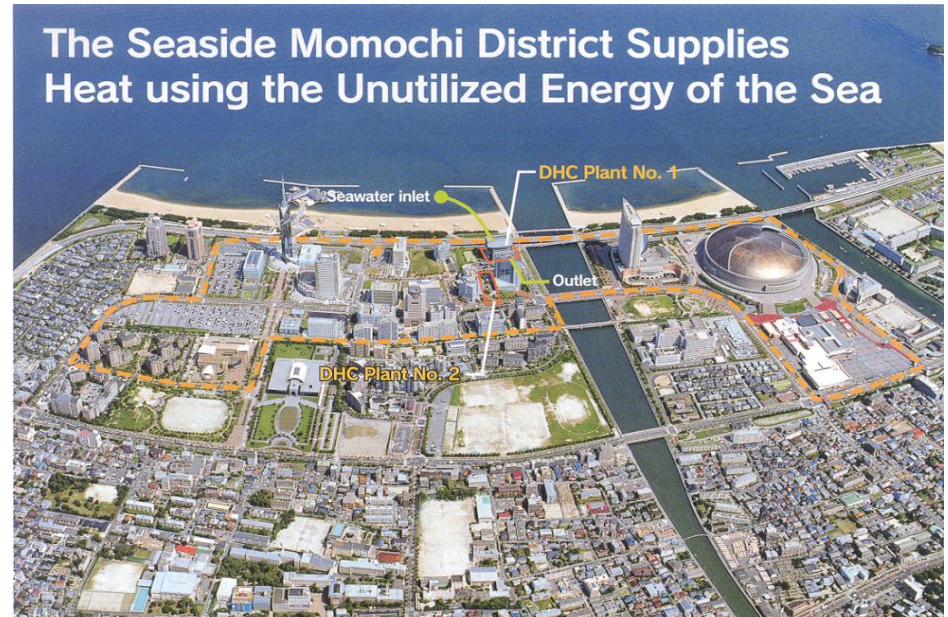


해외 적용 사례

■ 해외광역에너지 이용사례

● 일본의 해수 미활용에너지 사업화 사례(후쿠오카 Seaside Momochi 지구)

- 1993년 공급(공급구역 43.5 ha/28동)
- 연간 열 수요 : 냉열 7만 Gcal, 온열 3만 Gcal, 냉수 6℃, 온수 47℃
- 해수 의존율 : 냉열 86 %, 온열 100 %
- 해수 열펌프 : 3,000 RT/3기



해외 적용 사례

■ 해외광역에너지 이용사례

● 일본의 해수 미활용에너지 사업화 사례(하수)

- 일본 최초의 하수열이용 사례
- 동경도 後樂一丁目地區 지역냉난방(26ha구역/냉수 약 43MW, 온수 약 34.9MW)
- 에너지절약 약 32%(절수 연간 88,220톤)
- CO₂ 약 32%, NOx 약 32% 삭감 효과

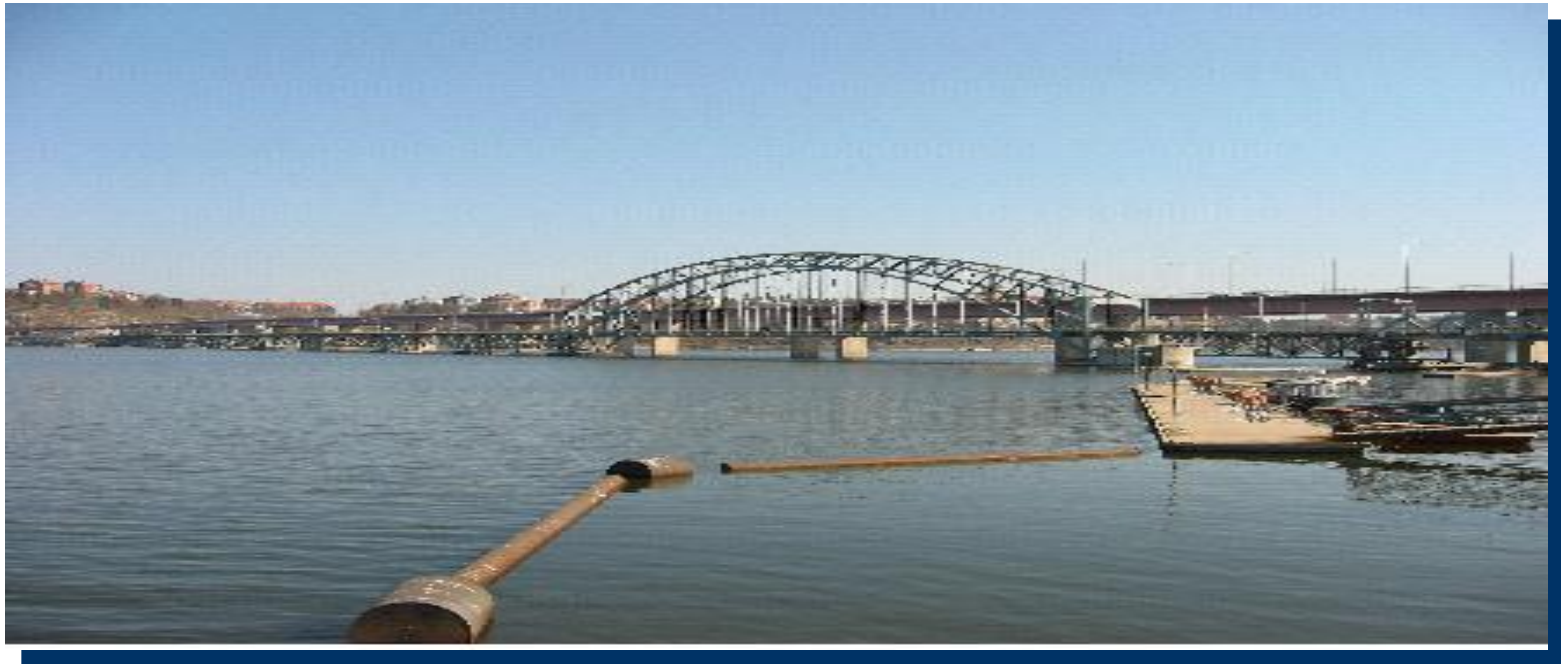


해외 적용 사례

■ 해외광역에너지 이용사례

● 스웨덴 미활용에너지 사업화 사례(스톡홀름시 Ropstain 지역난방)

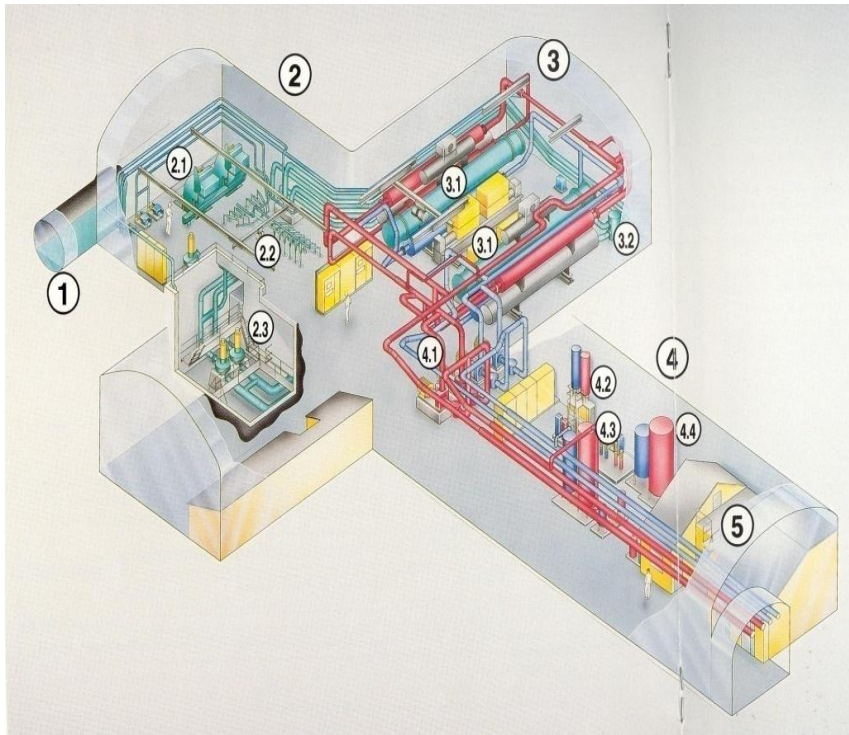
- 1985년 가동, 27MW 6대/25MW 4대, 총 262MW
- 여름 수심 5m, 동절기 15m로부터 취수(취수량 15m³/s), 방수는 5m/취수와 방수의 온도차는 2℃
- 해수 취수관은 염해대책으로 목재 (2,200Ø, 150m)
- 열펌프로 기저부하를 감당하고 동절기의 첨두부하시는 전기와 유류보일러로 부담



해외 적용 사례

■ 해외광역에너지 이용사례

- 노르웨이 하수처리 사업화 사례
 - 오슬로(센드윅카) 지역 냉난방





감사합니다

