

에진보 제12-04호	
업 종	건 물
소분류	대 공 원

서울대공원

에너지 · 온실가스감축 진단보고서

2012.04

목 차

I . 일반현황

1. 업체 일반현황	2
------------------	---

II . 진단결과 종합

1. 진단결과 요약	26
2. 기대효과 종합	27
3. 개선방안 요약	28
4. 진단범위 및 적용기준	34

III . 세부 개선사항

1. 보일러 연소용 공기비 조정으로 연료절감	38
2. 노후보일러 교체로 인한 효율개선으로 연료절감	50
3. 제1펌프장 급수 및 잡용수 펌프를 적정용량 사용개선으로 소비전력절감	59
4. 제2펌프장 급수 및 잡용수 펌프를 적정용량 사용개선으로 소비전력절감	68
5. 해양관 샌드필터 순환펌프 적정용량 사용개선으로 소비전력절감	77
6. 절전형 조명기구 교체로 인한 전력절감	85

IV . 첨부사항

1. 보일러 열정산서(1호기)	95
2. 보일러 열정산서(2호기)	100
3. 기타, 측정자료	105
4. 2012년 고효율기기 보급지원제도	114
5. 2012년도 에너지융합리화사업을 위한 자금 지원지침서	118
6. 에너지관리기준 점검표	139

1. 일반현황

1. 업체 일반현황

가. 업체현황

업체명	서울대공원	대표자	서울특별시
소재지	주소	경기도 과천시 막계동 159-1	
	전화	02-500-7421	
업종	건물	준공년도	1984.05
건물동수, 근무자수	187[동], 212[명]	건물층수	지하 1층 ~ 지상 3층
연면적	76,731[㎡]	냉·난방면적	11,836[㎡], 66,193[㎡]
연간 냉 / 난방 일수	90[일] / 150[일]	2011년 매출액	- [백만원]
냉·난방 방식	AHU, FCU, EHP	냉·난방 기준온도	26~28[℃], 18~20[℃]
일평균 가동시간	24[시간]	연평균 가동일 및 가동시간	365[일], 8,760[시간]
열관리자	김형집 주임	전기관리자	윤양호 주임

나. 추진개요

(1) 진단수행 기술인력

진단기관	진단수행 기술인력			
	성명	자격구분	기술구분	연락처
(주)엔자인	지명길	일반기계기사	특급	010-9074-7219
	박준영	전기공사산업기사	특급	010-3738-7538
	유제성	가스기사	고급	010-2381-9189

(2) 진단기간

진단기간		
현장진단(일)	보고서(일)	합계(일)
2012.03.29. ~ 2012.04.09. (8)	2012.04.10. ~ 2012.04.16. (5)	13

다. 에너지사용량 및 온실가스배출량 현황

구분	단위	사용량 / 배출량		비용(백만원)		현재단가 (부가세 제외)	
		2010년	2011년	2010년	2011년		
연료	보일러 등유	kl	2.4	2.15	-	-	-
	도시가스(LNG)	천 m³	1,121.59	973.39	976	882	885.03[원/m³]
	소계	Toe (TJ)	1,185.4 (49.66)	1,028.8 (43.1)	-	-	'10 대비 13.2% 감소
전력	수전	MWh	12,261.72	12,561.85	1,128	1,175	82.1[원/kWh]
	소계	Toe (TJ)	2,636.3 (110.36)	2,700.8 (113.06)	-	-	'10 대비 2.4% 증가
에너지환산계	Toe (TJ)	3,821.7 (160.02)	3,729.6 (156.16)	2,104	2,057	'10 대비 2.4% 감소	
온실가스배출량	tCO ₂ eq	8,278.73	8,085.46	-	-	'10 대비 2.3% 감소	

※현재단가 기준: 전력(2011년도 평균단가 적용), 연료(2012년 3월 단가 적용)

연도	에너지 사용량	온실가스배출량			
		합계	직접배출	간접배출	
			고정배출	구매전력배출	구매스팀배출
TJ	tCO ₂ eq				
2010	160.02	8,278.73	2,529.02	5,749.71	-
2011	156.16	8,085.46	2,195.02	5,890.44	-

※2011년 에너지사용량 및 온실가스배출량 계산

(가) 고정배출(고정연소) 에너지사용량 및 온실가스배출량

- 보일러 등유 사용량: 2,150[l /y]
- 보일러 등유 발열량: 0.000035[TJ/ l] (순발열량)
0.0000375[TJ/ l] (총발열량)
- 보일러 등유 배출계수 선정: CO₂ = 71,900[kgCO₂/TJ]
CH₄ = 10[kgCH₄/TJ]
N₂O = 0.6[kgN₂O/TJ]
- 보일러 등유 에너지사용량 = 2,150[l /y] × 0.0000375[TJ/ l]
= 0.08[TJ/y]

- CO₂ 배출량 = 2,150[ℓ /y] × 0.000035[TJ/ℓ] × 71,900[kgCO₂/TJ] × 1
= 5.41[tCO₂/y]
- CH₄ 배출량 = 2,150[ℓ /y] × 0.000035[TJ/ℓ] × 10[kgCH₄/TJ] × 21
= 0.02[tCH₄/y]
- N₂O 배출량 = 2,150[ℓ /y] × 0.000035[TJ/ℓ] × 0.6[kgN₂O/TJ] × 310
= 0.01[tN₂O/y]
- 보일러 등유 온실가스배출량 = 5.41[tCO₂/y] + 0.02[tCH₄/y] + 0.01[tN₂O/y]
= 5.44[tCO₂eq/y]

(나) 고정배출(고정연소) 에너지사용량 및 온실가스배출량

- LNG 사용량: 973,390[Nm³/y]
- LNG 발열량: 0.00004[TJ/Nm³] (순발열량)
0.0000442[TJ/Nm³] (총발열량)
- LNG 배출계수 선정: CO₂ = 56,100[kgCO₂/TJ]
CH₄ = 5[kgCH₄/TJ]
N₂O = 0.1[kgN₂O/TJ]
- LNG 에너지사용량 = 973,390[Nm³/y] × 0.0000442[TJ/Nm³]
= 43.02[TJ/y]
- CO₂ 배출량 = 973,390[Nm³/y] × 0.00004[TJ/Nm³] × 56,100[kgCO₂/TJ] × 1
= 2,184.29[tCO₂/y]
- CH₄ 배출량 = 973,390[Nm³/y] × 0.00004[TJ/Nm³] × 5[kgCH₄/TJ] × 21
= 4.09[tCH₄/y]
- N₂O 배출량 = 973,390[Nm³/y] × 0.00004[TJ/Nm³] × 0.1[kgN₂O/TJ] × 310
= 1.21[tN₂O/y]
- LNG 온실가스배출량 = 2,184.29[tCO₂/y] + 4.09[tCH₄/y] + 1.21[tN₂O/y]
= 2,189.58[tCO₂eq/y]

(다) 간접배출(구매전력) 에너지사용량 및 온실가스배출량

- 구매전력: 12,561.85[MWh/y]
- 전력 총 발열량: 0.009[TJ/MWh]
- 전력 배출계수 선정: $\text{CO}_2 = 0.4682[\text{tCO}_2/\text{MWh}]$
 $\text{CH}_4 = 0.0052[\text{kgCH}_4/\text{MWh}]$
 $\text{N}_2\text{O} = 0.0026[\text{kgN}_2\text{O}/\text{MWh}]$

- 구매전력 에너지사용량 = $12,561.85[\text{MWh}/\text{y}] \times 0.009[\text{TJ}/\text{MWh}]$
= 113.06[TJ/y]

- CO_2 배출량 = $12,561.85[\text{MWh}/\text{y}] \times 0.4682[\text{tCO}_2/\text{MWh}] \times 1$
= 5,878.95[tCO₂/y]
- CH_4 배출량 = $12,561.85[\text{MWh}/\text{y}] \times 0.0052[\text{kgCH}_4/\text{MWh}] \times 10^{-3} \times 21$
= 1.37[tCH₄/y]
- N_2O 배출량 = $12,561.85[\text{MWh}/\text{y}] \times 0.0026[\text{kgN}_2\text{O}/\text{MWh}] \times 10^{-3} \times 310$
= 10.12[tN₂O/y]

- 구매전력 온실가스배출량 = $5,878.95[\text{tCO}_2/\text{y}] + 1.37[\text{tCH}_4/\text{y}] + 10.12[\text{tN}_2\text{O}/\text{y}]$
= 5,890.44[tCO₂eq/y]

라. 전력수전현황(Main 수전설비 기준)

수 전 전 압		22.9 [kV]	수 전 설 비 용 량		10,000 [kVA]
계 약 용 량		10,000 [kW]	계 약 종 별		일반용(을) 고압A 선택 II
기본요금 적용 연 Peak	10년 (평균)	1,529 [kW]	연 평 균 수전역률	10년	97.7 [%]
	11년 (평균)	1,552 [kW]		11년	98.2 [%]
연 평 균 부 하 율	10년	24.8 [%]	변 압 기 용 량	수전용	10,000 [kVA]
	11년	26.3 [%]		배전용	14,050 [kVA]
배 전 전 압		동력: 6,600V, 3,300V, 480V, 380V, 220V			
		전등·전열: 220V			

※기타 수전현황 5곳(하수처리장, 제2펌프장, 양묘장, 지하수펌프장, 가로등)은 적용하지 않았음.

마. 수전설비 적정용량 판단(Main 수전설비 기준)

수배전설비의 단위용량(kVA)당 전력소비량은 2011년을 기준하여 1.04(MWh/kVA)로 수전설비 적정용량 판단값과 비교 시 일8~12시간(귀 사업소 개장시간 평균치)이내 근무시 기준 값인 2.0 ~ 2.7의 범위 이하에 해당이므로, 수전설비 용량이 여유가 많은 걸로 나타남.

$$\text{※ 수전설비 단위사용량} = \frac{\text{연간전력사용량 [MWh]}}{\text{수전설비용량 [kVA]}} = \frac{10,443 \text{ [MWh]}}{10,000 \text{ [kVA]}} = 1.04$$

[수전설비 적정용량 판단값]

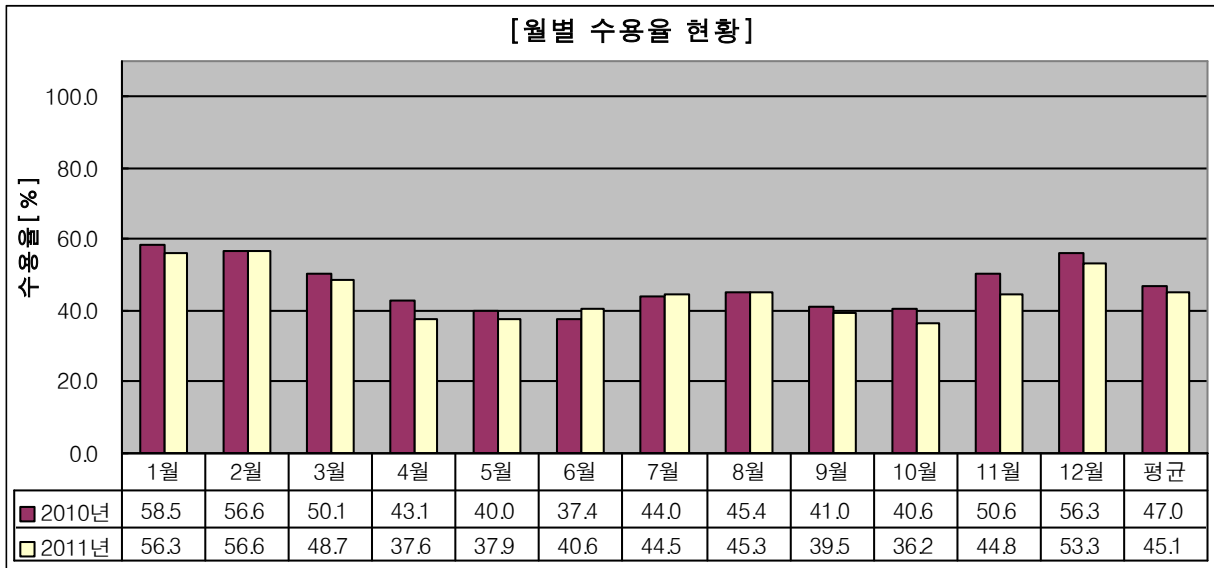
1일 근무시간	8시간 이내	8 ~ 12시간	12 ~ 16시간	16 ~ 20시간	20 ~ 24시간
수전설비 단위사용량 [MWh/kVA]	1.3 ~ 1.8	2.0 ~ 2.7	2.7 ~ 3.6	3.3 ~ 4.5	4.0 ~ 5.4

바. 수전설비 수용율, 부하율, Peak치, 역률 현황

(1) 수용율 현황(Mian 수전설비 기준)

수용율은 최대전력에 대한 수전용량의 비를 말한다.

$$\text{수용율} = \frac{\text{월 최대전력[kW]}}{\text{수전용 변압기 용량[kVA]}} \times 100$$

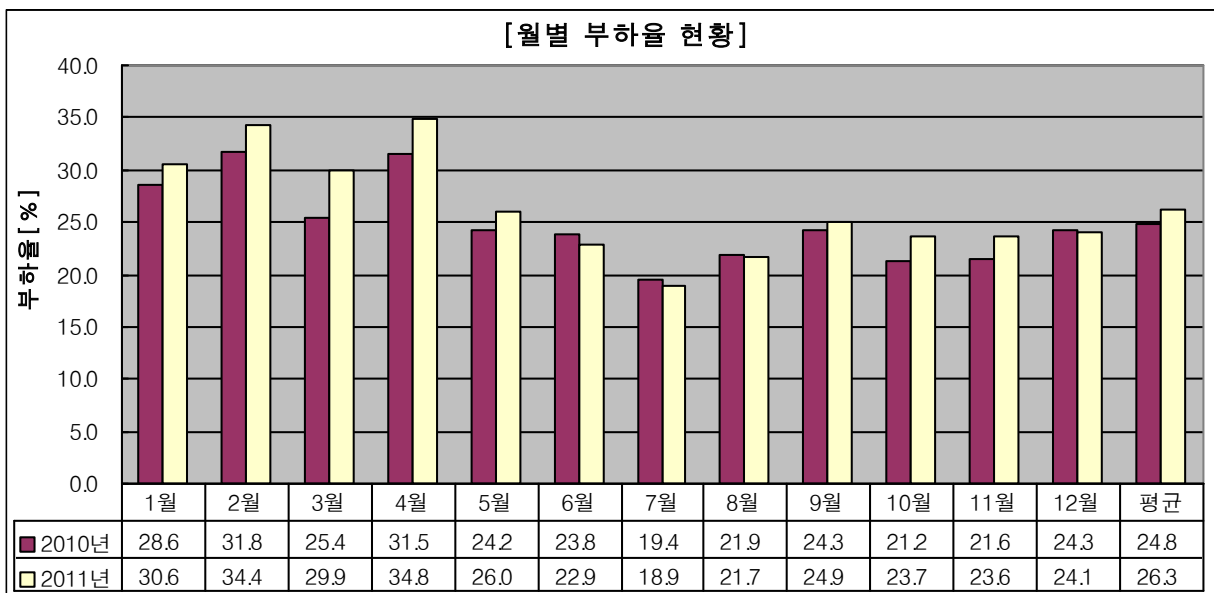


※평균 수용율: (2010년: 47.0[%], 2011년: 45.1[%])

(2) 부하율 현황(Main 수전설비 기준)

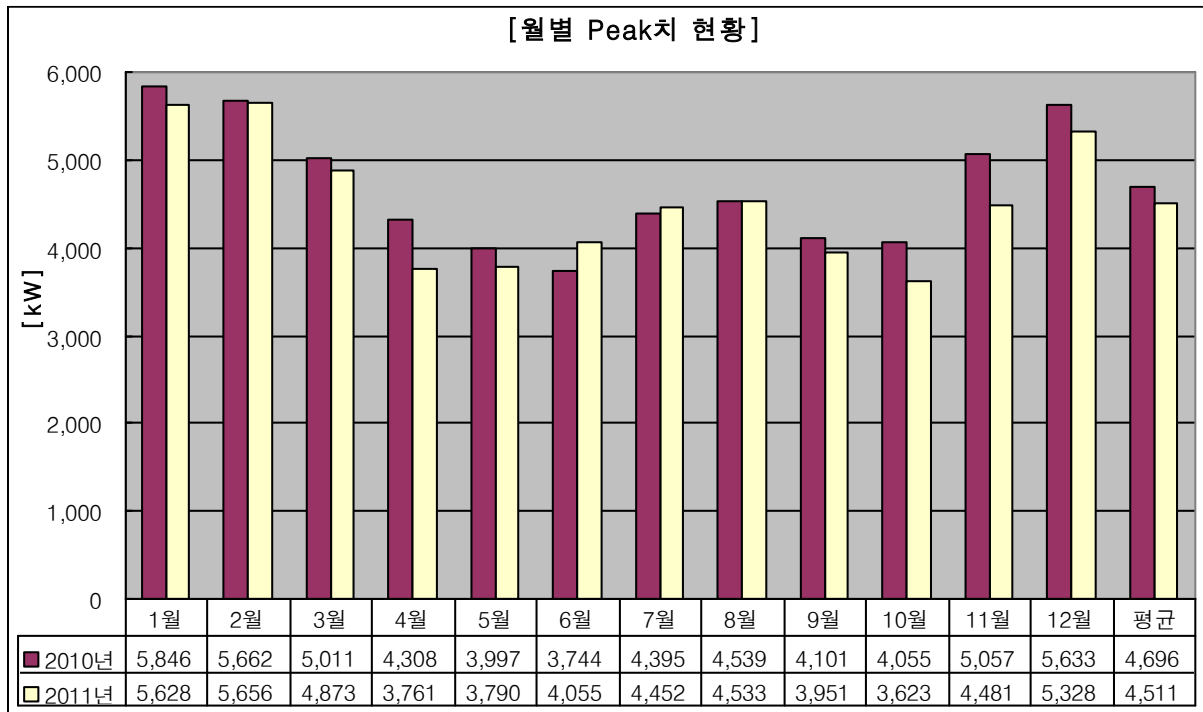
부하율은 평균전력에 대한 최대전력의 비를 말한다.

$$\text{부하율} = \frac{\text{평균전력[kW]}}{\text{월 최대전력[kW]}} \times 100$$



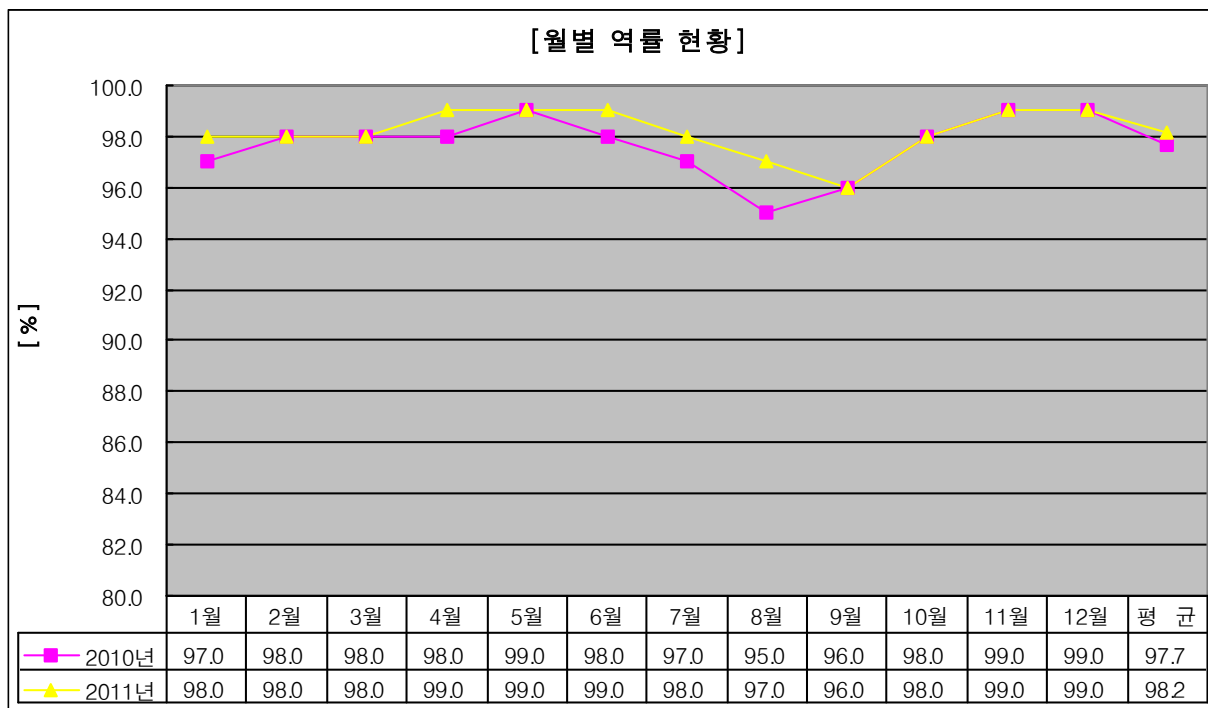
※평균 부하율: (2010년: 24.8[%], 2011년: 26.3[%])

(3) 월별 PEAK치 현황(Main 수전설비 기준)



※ 최대 Peak치: (2010년: 5,846[kW], 2011년: 5,656[kW])

(4) 역률 현황(Main 수전설비 기준)



※ 평균 역률: (2010년: 97.7[%], 2011년: 98.2[%])

사. 연도별 전력사용 현황 및 요금단가

(1) 2010년 전력사용 현황(Main 수전설비 기준)

월별	실제 PEAK(kW)	수전전력량 (MWh)	전력요금 (천원)	기본요금 (천원)	기본요금 적용 PEAK(kW)	역률 (%)	비고
1	5,846	1,243.1	96,074	12,547	1,884	97	
2	5,662	1,210.7	95,591	12,474	1,873	98	
3	5,011	947.0	71,203	11,535	1,732	98	
4	4,308	977.6	69,037	9,843	1,478	98	
5	3,997	720.5	51,470	8,039	1,207	99	
6	3,744	642.0	46,600	8,385	1,259	98	
7	4,395	635.6	53,933	8,398	1,261	97	
8	4,539	739.7	77,803	9,850	1,479	95	
9	4,101	716.6	71,154	9,883	1,484	96	
10	4,055	639.3	46,485	9,730	1,461	98	
11	5,057	784.8	58,527	9,877	1,483	99	
12	5,633	1,019.6	86,787	11,608	1,743	99	
합계	5,846 (최대)	10,276.5	824,664	122,169	1,884 (최대)	97.7 (평균)	

- 전력요금은 기본요금과 전력사용량 요금의 합
- 전력요금은 VAT제외

<요금단가>

구분	사용량요금단가 (원/kWh)		기본요금단가 (원/kWh)		총 전력단가 (원/kWh)		기본요금적용 단가(원/kW)
단가	68.36	85.2 %	11.89	14.8 %	80.25	100 %	6,660

- 사용량 요금단가 = 연간 사용량요금 / 연간 전력사용량
- 기본요금 단가 = 연간 기본요금 / 연간 전력사용량
- 총 전력단가 = 연간 총 전력요금 / 연간 전력사용량
- 기본요금 적용단가 = kW당 기본요금 적용단가

(2) 2011년 전력사용 현황(Main 수전설비 기준)

월별	실제 PEAK(kW)	수전전력량 (MWh)	전력요금 (천원)	기본요금 (천원)	기본요금 적용 PEAK(kW)	역률 (%)	비고
1	5,628	1,282.6	103,836	11,815	1,774	98	
2	5,656	1,306.7	101,732	11,548	1,734	98	
3	4,873	1,084.8	86,272	11,988	1,800	98	
4	3,761	941.9	63,783	9,351	1,404	99	
5	3,790	734.1	51,773	9,877	1,483	99	
6	4,055	669.9	48,651	9,877	1,483	99	
7	4,452	625.9	53,006	9,923	1,490	98	
8	4,533	731.7	77,483	10,662	1,506	97	
9	3,951	709.4	73,591	10,776	1,522	96	
10	3,623	639.8	49,241	10,776	1,522	98	
11	4,481	759.8	60,462	10,776	1,522	99	
12	5,328	956.4	87,786	9,785	1,382	99	
합계	5,656 (최대)	10,443	857,616	127,154	1,800 (최대)	98.2 (평균)	

- 전력요금은 기본요금과 전력사용량 요금의 합
- 전력요금은 VAT제외

<요금단가>

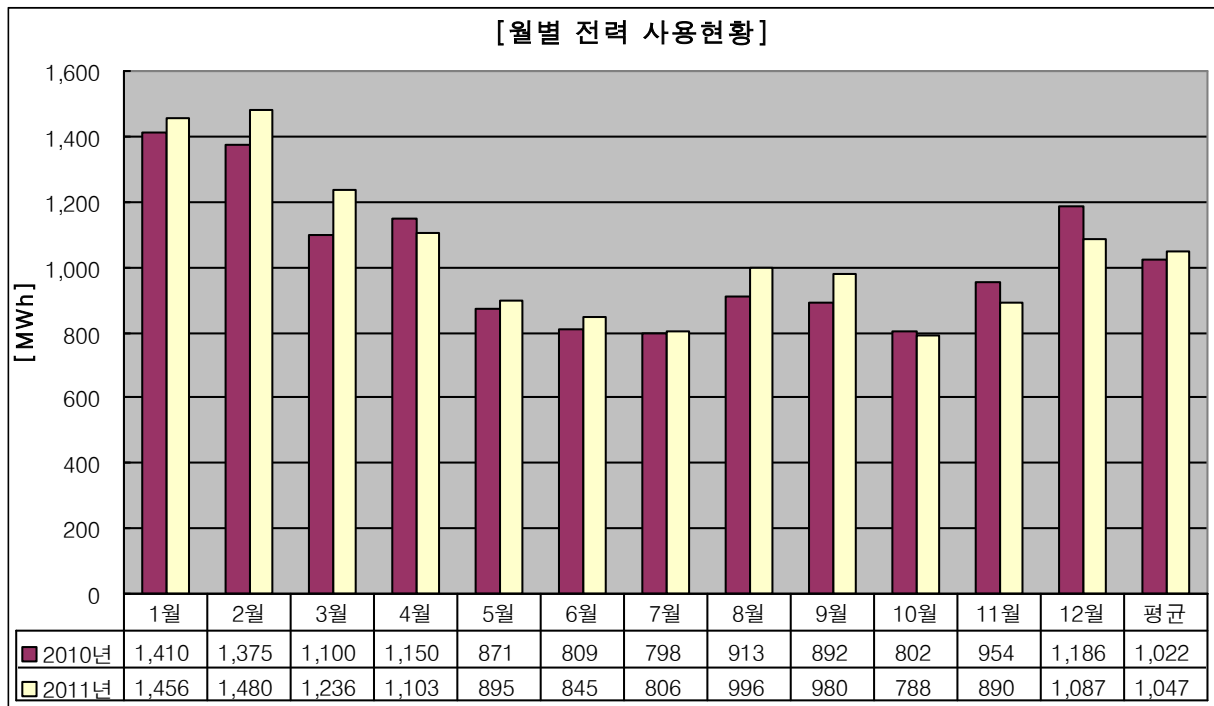
구분	사용량요금단가 (원/kWh)		기본요금단가 (원/kWh)		총 전력단가 (원/kWh)		기본요금적용 단가(원/kWh)
단가	69.95	85.2 %	12.18	14.8 %	82.12	100 %	7월까지 6,660 8월부터 7,080

- 사용량 요금단가 = 연간 사용량요금 / 연간 전력사용량
- 기본요금 단가 = 연간 기본요금 / 연간 전력사용량
- 총 전력단가 = 연간 총 전력요금 / 연간 전력사용량
- 기본요금 적용단가 = kW당 기본요금 적용단가

아. 월별 전력 사용현황(Main 수전 + 5곳 수전 전력사용량 합계 기준)

[단 위 : kWh]

월 별	월별 전력사용 현황		비 고
	2010년	2011년	
1	1,410,237	1,455,934	
2	1,375,132	1,480,070	
3	1,099,756	1,235,930	
4	1,150,154	1,103,470	
5	871,082	894,698	
6	809,418	845,294	
7	798,058	805,594	
8	912,728	995,584	
9	892,477	980,418	
10	802,201	787,899	
11	954,385	890,425	
12	1,186,093	1,086,533	
합 계	12,261,721	12,561,849	'10 대비 2.4% 증가

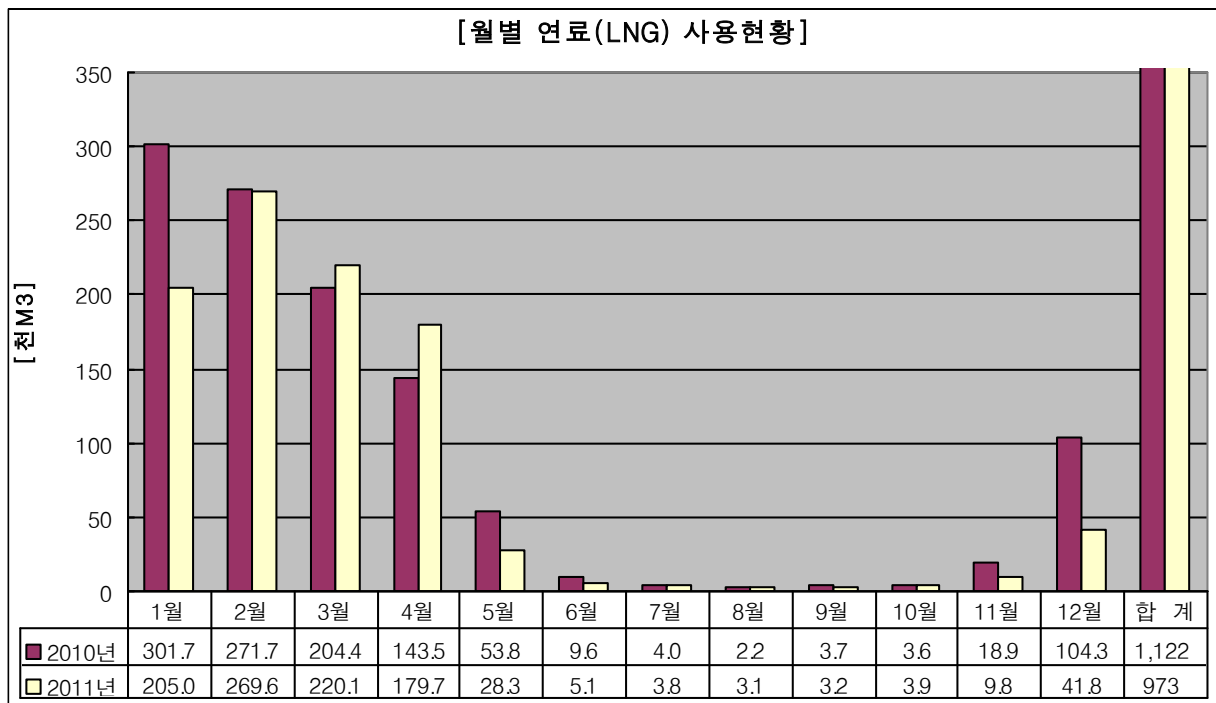


※2010년: 12,262[MWh/년], 2011년: 12,562[MWh/년] → '10 대비 2.4% 증가

자. 월별 연료(LNG) 사용현황

[단 위 : m³]

월 별	연 료 명: 도시가스(LNG)		비 고
	2010년	2011년	
1	301,682	205,000	
2	271,669	269,612	
3	204,442	220,076	
4	143,527	179,685	
5	53,845	28,314	
6	9,621	5,146	
7	4,025	3,820	
8	2,180	3,088	
9	3,720	3,193	
10	3,623	3,915	
11	18,910	9,754	
12	104,349	41,783	
합 계	1,121,593	973,386	'10 대비 13.2% 감소



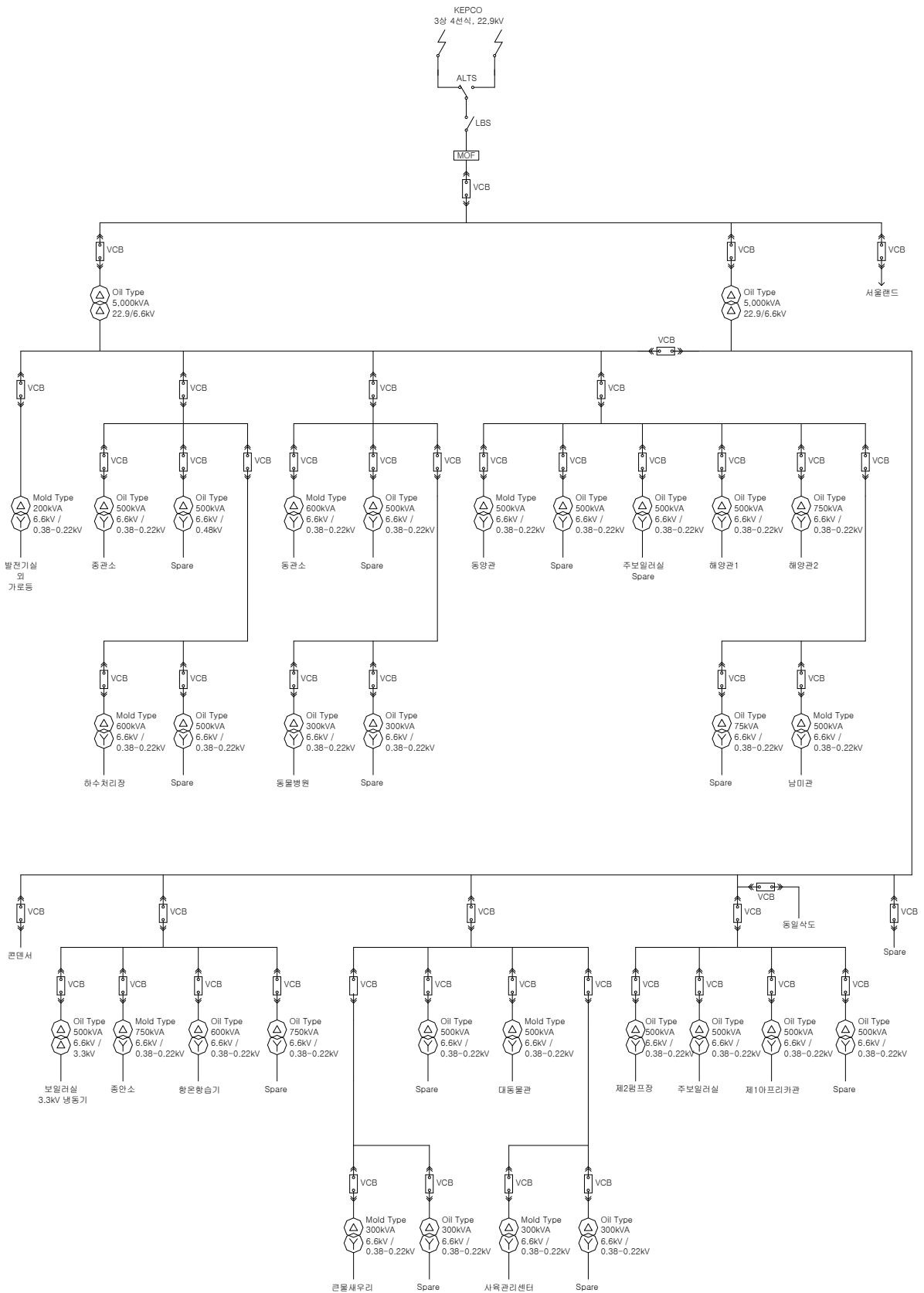
※2010년: 1,121,593[m³/년], 2011년: 973,386[m³/년] → '10 대비 13.2% 감소

차. 에너지 원단위 현황

제품명	항 목	단 위	연 도		비 고
			2010년	2011년	
건 물 냉·난방 면적 합계기준	냉·난방면적	[㎡/년]	78,029	78,029	냉방면적(11,836㎡) 난방면적(66,193㎡)
	연료사용량	[toe/년]	1,185.40	1,028.80	'10 대비 13.2% 감소
	전력사용량	[MWh/년]	12,261.72	12,561.85	'10 대비 2.4% 증가
	연료원단위	[kg0E/㎡]	15.192	13.185	'10 대비 13.2% 감소
	전력원단위	[kWh/㎡]	157.143	160.990	'10 대비 2.4% 증가
		[kg0E/㎡]	33.786	34.613	
에너지원단위	[kg0E/㎡]	48.978	47.798	'10 대비 2.4% 감소	

※에너지원단위는 냉, 난방 면적합계 기준으로 적용하였음.

카. 수변전설비 단선결선도(Single Line Diagram)



파. 전체 에너지소비구조

에너지 명칭	에너지사용[toe/년]	사용율[%]	비 고
전 력	2,700.8	72.4	
연 료	1,028.8	27.6	LNG + 보일러등유
합 계	3,729.6	100	

※2011년 에너지사용량 합계 기준

(1) 공정(설비)별 전력 사용현황

공정(설비)명		전력사용[kW]	사용율[%]	비 고
종관소	종관소	65	3.8%	297kW 17.3%
	하수처리장	179	10.4%	
	기타	53	3.1%	
동관소	동관소	170	9.9%	220kW 12.8%
	동물병원	50	2.9%	
동양관	동양관	163	9.5%	440kW 25.6%
	남미관	139	8.1%	
	해양관1	72	4.2%	
	해양관2	66	3.8%	
종안소	종안소	120	7.0%	120kW 7.0%
	보일러실 냉동기	0	0.0%	
	향온흡습기	0	0.0%	
대동물관	대동물관	112	6.5%	269kW 15.6%
	큰물새우리	104	6.0%	
	사육관리센터	53	3.1%	
제1아프리카관	제1아프리카관	148	8.6%	328kW 19.0%
	주보일러실	73	4.2%	
	제2펌프장	107	6.2%	
기타	발전기실 외 가로등	48	2.8%	48kW, 2.8%
합 계		1,722	100%	순시치 기준

※2012년 03월 30일 13시 ~ 14시 공정별 전력사용량 순시치 기준

(2) 공정별 연료(LNG) 사용현황

NO.	공정명	연료사용[m ³ /년]	사용율[%]	비 고
1	주보일러-1	14,215	1.5%	
2	주보일러-2	398,542	40.9%	75.1%
3	주보일러-3	333,033	34.2%	
4	종안소	0	0.0%	
5	수련장 샤워장	3,276	0.3%	
6	수련장 관리실	3,332	0.3%	
7	오수처리장	5,801	0.6%	
8	유인원관	0	0.0%	
9	인공포육장	14,522	1.5%	
10	근충관	321	0.0%	
11	사료조리실	204	0.0%	
12	사료개발실	3,534	0.4%	
13	나비온실	0	0.0%	
14	해양관	55,773	5.7%	
15	식물원-1,2,3,4,5	58,778	6.0%	
16	동물병원	0	0.0%	
17	동물병원-소각로	20,202	2.1%	
18	원숭이 동산	3,775	0.4%	
19	장미원	2,313	0.2%	
20	동양관	13,016	1.3%	
21	종관소 식당-1,2	3,090	0.3%	
22	동관소 식당-1,2	6,209	0.6%	
23	정보나라-1,2	0	0.0%	
24	친환경 체험전시장	33,450	3.4%	
25	남미관	0	0.0%	
합 계		973,386	100%	

※2011년 공정별 연료사용량 합계 기준

타. 주요 에너지사용설비 현황

(1) 변압기 현황

위 치	전압(kV) (1차/2차)	용 량 (kVA)	대 수	형 식	설치년도	비 고
각 동별 수변전실	22.9/6.6	5,000	2	유입자냉식		수전
	6.6/0.38-0.22	500	1	유입자냉식		종관소
	6.6/0.48	500	1	유입자냉식		
	6.6/0.38-0.22	600	1	물드식		
	6.6/0.38-0.22	500	1	유입자냉식		동관소
	6.6/0.38-0.22	600	1	물드식		
	6.6/0.38-0.22	500	1	유입자냉식		
	6.6/0.38-0.22	300	2	유입자냉식		동양관
	6.6/0.38-0.22	500	2	물드식		
	6.6/0.38-0.22	500	3	유입자냉식		
	6.6/0.38-0.22	750	1	유입자냉식		종안소
	6.6/3.3	500	1	유입자냉식		
	6.6/0.38-0.22	750	1	물드식		
	6.6/0.38-0.22	750	1	유입자냉식		대동물관
	6.6/0.38-0.22	600	1	유입자냉식		
	6.6/0.38-0.22	500	1	물드식		
	6.6/0.38-0.22	500	1	유입자냉식		제10아프리카관
	6.6/0.38-0.22	300	2	물드식		
	6.6/0.38-0.22	300	2	유입자냉식		
	6.6/0.38-0.22	500	4	유입자냉식		기타
6.6/0.38-0.22	200	1	물드식			
합 계		24,050	31			

(2) 보일러 현황

설치장소	형 식	용량 (kcal/h)	수 량	설치년도	제작사	비 고
주보일러실	노통연관식	600만	3	1983	대열, 강원	중온수
종안소	진공온수	100만	1	2000	대열	사용중지
후생관	관류식	0.8 톤/hr	1	1995	미우라	사용중지
종관소	지열히트펌프	-	1	-	-	히트펌프
동물병원	진공온수	30만	2	2005	부스타	
독신자숙소	온수	20만	1	1993	로보트	가동불가
어린이동물원	온수	20만	1	1983	로켓트	가동불가
공충관	진공온수	40만	1	2002	부스타	
유인원관	온수	10만	1	1998	삼양무지개	예비
유인원관	진공온수	20만	1	2003	부스타	
동양관	온수	5만	1	2006	경동	
하수처리장	온수	7만	1	2003	경동	
주변전실	온수	5만	1	2000	귀뚜라미	경유
자연캠프장	온수	20만	1	2007	귀뚜라미	샤워실
자연캠프장	온수	3만	1	2002	부스타	관리실
인공포육장	온수	5만	1	2007	경동	
장미원	온수	1.6만	1	2000	경동	
원송이동산	온수	1만	1	1999	귀뚜라미	
사료개발실	온수	2만	1	2004	린나이	
식물원	온수	15만	1	2005	귀뚜라미	
종관소 식당	온수	1.6만	1	2007	린나이	
동관소 식당	온수	1.6만	1	2007	린나이	
동물병원 입원실	온수	2만	1	2007	경동	
관사 (40평)	온수	2.5만	2	2007	린나이	
관사 (20평)	온수	1.6만	6	2003	린나이	
관사 (18평)	온수	1.6만	6	2003	린나이	
합 계			40			

(3) 급수 및 잡용수 펌프 현황

설치장소	형 식	용량			수 량	설치년도	제작사	비 고
		동력 (kW)	유량 (m ³ /min)	양정 (m)				
제1펌프장	MV-5-3	37	1.67	80	1	1992.12	대영파워	급수
	MV-5-3	37	1.67	80	1	1992.12	대영파워	
	MV-5-3	37	1.58	80	1	2011.08	대영파워	
	MV	37	1.67	80	1	2008.11	청우공업	잡용수
	MV	37	1.58	80	1	2011.09	청우공업	
	MV	37	1.67	80	1	2002.01	대영파워	
	MV	37	1.67	80	1	2007.03	청우공업	
제2펌프장	MV-5-2	30	1.5	60	1	1997.12	청우공업	급수
	MV-5-2	30	1.5	60	1	1999.10	청우공업	
	MV-5-2	30	1.5	60	1	1999.10	청우공업	
	MV	30	1.0	80	1	1996.10	청우공업	잡용수
	MV	30	1.0	80	1	2011.09	청우공업	
	MV	30	1.0	80	1	2011.09	청우공업	

(4) 오수처리장 펌프 및 Blower 현황

설치장소	형 식	용량			수 량	설치년도	비 고
		동력 (kW)	유량 (m ³ /min)	양정 (m)			
오수처리장	수중펌프	30	7.0	14	2	-	오수공급펌프
		45	12.5	14	1		
	수중펌프	15	1.8	14	3	-	유량조종조 이송펌프
	원심펌프	30	4.0	20	2	2011.11	역세척 퇴수펌프
	터보식 Blower	37	24.0	-	1	2011.11	퇴적물 세척

(5) 공조기(AHU) 현황

설치장소	동력 (kW)	용량 (kcal/h)	수 량	설치년도	제작사	용 도
종관소	11 / 7.5	250,000	1	1983	경원세기	사무실 (미사용)
종안소	11 / 1.5	120,000	2	1983		
동물병원	15 / 11	350,00	1	1983		
동관소	11 / 5.5	150,000	1	1983		사무실
온식물원	30 / 15	560,000	1	2002	범양	식물원 전체
제3AF관	11	290,000	1	1983	경원세기	관람장
동양관 1기계실	37 / 22	580,000	1	2003	범양	
동양관 2기계실	37 / 22	580,000	1	2003	범양	
남미관 1기계실	37 / 22	520,500	2	2005	세원기연	
열대조관	22 / 15	390,000	1	2002	범양	동물사
	5.5 / 3.7	65,000	1	2002		
대동물관	22 / 15	380,000	1	2001		
야행관	3.7 / 1.5	47,000	1	2007	세원기연	
곤충관	1.5 / 1.5	냉방 125,000 난방 110,000	1	2002	코백ENG	나비 온실
호주관	3.7 / 2.2	108,800	1	1983	동흥전기	관람장
	2.2 / 1.5	71,700	1	1983	동흥전기	
해양관	15 / 22	냉방 196,000 난방 235,200	2	2004	코백ENG	공연장

(6) 열교환기 현황

설치장소	형식	용량 (kcal/h)	수 량	설치년도	제작사	용 도	
동물원관리소	판형	600,000	1	2001	장한기술	난방	
어린이동물원		400,000	1	1995	협신		
제1AF관		500,000	1	1994	태봉산업		
제2AF관		250,000	1	2004	한국PHE	내부풀 급탕	
제3AF관		250,000	1				
제4AF관		300,000	1				
유인원관		800,000	1	1995	협신	난방	
온실식물원		2,000,000	1	2002	태봉산업		
동양관 1기계실		1,500,000	1	2003	대원열판		
동양관 2기계실		300,000	1	2003	대원열판	악어풀 히팅	
공사		300,000	1	2001	장한기술	난방	
공사		200,000	1				
조류온실		800,000	1				
해양관		500,000	1				
해양관		300,000	1	2002	태봉산업	해수 히팅	
해양관		300,000	1	1998	협신	난방 (본관)	
해양관		300,000	1	1989	동아	해수 냉각	
남미관 1기계실		154,340	1		일산	악어풀 히팅	
남미관 2기계실		150,000	1	2002	엘에치이	난방	
열대조류관		500,000	1		태봉산업		
대동물관		600,000	1		장한기술		
야행관		100,000	1		2007		엘에치이
곤충관		340,000	1		2002		한국PHE
호주관		200,000	1		2004		한국PHE
사육관리센터	500,000	1	2006		엘에치이		
후생관(목욕탕)	200,000	1	1995		협신		

(7) 냉동기 현황

설치장소	형식	용량 (RT)	냉매	수 량	설치년도	제작사	용 도
종안소	터보식	200	R-123	1	1998	경원세기	사용안함 (사무실)
해양관	왕복동식	150	R-22	1	1989	범양냉방	해수냉각
종관소	스크류식	100		1	2000	센츄리	사용안함 (사무실)
동관소	왕복동식	80	R-12	1	1998	대우	사무실
동물병원	스크류식	40	R-22	2	1999	센츄리	사용안함 (사무실)
사료 조리실	왕복동식	15		2	1983	산요	사용안함 (냉동고)
		10		1	1983	미쓰비시	사용안함 (야채창고)
		5		1	1983	미쓰비시	사용안함 (저온창고)
동물병원	컨덴싱 유닛	5		1	1994	경원세기	사용안함 (사채냉동)

하. 조명설비 현황

구분	기호	정격	설치대수				사용대수	일평균 사용시간	연평균 사용일	연평균 사용시간	비고
			글로우 스타터	래피드 스타터	기타	전자식 안정기					
형광램프	FL	32[W] × 1	-	-	-	419	419	12	365	4,380	
		32[W] × 2	-	-	-	2,331	2,331				
		32[W] × 3	-	-	-	24	24				
		20[W] × 1	-	-	-	16	16				
		20[W] × 2	-	-	-	207	207				
		20[W] × 4	-	-	-	40	40				
		10[W]	-	-	-	35	35				
IL	IL	60[W]	-	-	216	-	216				
		200[W]	-	-	21	-	21				
EL	EL	15[W]	-	-	406	-	406				
		20[W]	-	-	1,638	-	1,638				
핀형램프	PL	36[W] × 1	-	-	155	-	155				
		36[W] × 2	-	-	3	-	3				
		36[W] × 4	-	-	30	-	30				
		13[W]	-	-	426	-	426				
		18[W]	-	-	24	-	24				
메탈램프	ML	100[W]	-	-	388	-	388				
		200[W]	-	-	551	-	551				
		350[W]	-	-	58	-	58				
		400[W]	-	-	125	-	125				
나트륨램프	NL	100[W]	-	-	4	-	4				
		200[W]	-	-	355	-	355				
방전램프	BL	250[W]	-	-	64	-	64				
할로겐	HL	50[W]	-	-	397	-	397				
		200[W]	-	-	56	-	56				
LED 램프	LED	형광형	-	-	463	-	463				
		소켓형	-	-	515	-	515				

※ 시설별 단위별 상세 조명현황 참조

조명 현황 집계표

장 소	FL32W			FL20W			FL IL	IL	EL	EL	PL36W			면식			매달			나트륨		B/L	할로겐	LED	등기구 합계	램프 합계			
	1등	2등	3등	1등	2등	4등					10W	60W	200W	15	20W	1등	2	4	13W	18W	100W						200W	350	400W
종관소	129			2		39				176				3											466	714			
동관소	328			40	2				106		6			3											496	864			
중안소	73			1	1			3	120		4			56	24										371	448			
동물병원	240			26				4	9		62			14											429	695			
오수처리장, 1법포장	2							4	4																132	170			
주변전실	28			2	4			30		2															71	103			
잠미원/치화공간	1			11				4	35	33	3			14											101	112			
괴마동물사	4			94	1	3		12	30		1			16											169	266			
정문, 복문, 도움터	13			13	2	13				220															258	284			
군중관	29				4	4			2	196															449	482			
남미관	13			63	2	5		6		21															123	195			
녹대사, 여우사	4			6		1																			11	18			
대동물관	98					39				42															187	324			
동양관	127			42	8	18		15		79	6														328	388			
수달, 낙타, 관물새 시금	2			35		3				18															60	98			
곰사, 맹수사, 소동물관	11			44					3	84															165	209			
기관실	43					5			1	58		29													78	213			
시료조리실	96								6			1													162	261			
표본 제작실	35									1															36	71			
사육관리센터	100								11	8															119	219			
신림전사관	77			4		1				22															110	115			
캠비주소	6				1	2		1		4		1													30	37			
퇴비장						1				8		2														26	29		
식물원	129			109		1			21	88	52														563	672			
야행관	7		22							42															78	130			
열대조류관	69					16				37	2														210	295			
인공포육장, 돌소사								4	6	6															77	139			
제1AF관				62																					196	285			
제2AF관				91					11	63															166	208			
제3AF관	9			40		2		71	8	80				16											201	265			
제2법포장	9			64																					21	42			
주보일리실	1			50					2	2															53	103			
가금사	1			37						1															104	141			
해양관	29			100		4			33	85	2			12											405	509			
호주관	16					3			33	48	1														105	124			
홍화사	2					5																			8	15			
자연케프장	1			24		8			19	1				65											130	162			
유인원관	9			84					6	25	16														144	228			
가르등/조명탑																										1290	1290		
독립 화장실										180				230												557	557		
유도등							34																			282	282		
합계	419	2331	24	16	207	40	35	216	21	406	1638	155	3	30	426	24	388	551	58	125	4	355	64	397	56	463	515	8967	11762
공동구							298			110	50																458		

2012. 02. 09

II . 진단결과 종합

1. 진단결과 요약

귀 [서울대공원]의 에너지절감을 위한 열 및 전기 진단결과;

- 주 에너지사용원인 각 건물별 냉,난방을 하기 위하여 Utility 설비(보일러, 펌프류, AHU, Blower류, 기타 동력 및 조명설비)등을 집중운영방식으로 안정적으로 에너지를 공급하여 효율적으로 잘 사용하고 있으며,
- 에너지사용은 전력 72.4% 연료(LNG) 27.6%를 사용하고 있으며, 전력에너지는 (동양관 25.6%, 제1아프리카관 19%, 종관소 17.3%, 대동물관 15.6%, 동관소 12.8%, 종안소 7%) 순으로 사용하고, 연료에너지는 주보일러실에서 75.1%로서 주로 사용하고 있다.

- 전력의 역률관리는 2010년도 평균 97.7%, 2011년 평균 98.2%, 2012년 3월 현재 98%로서 역률은 매우 양호하여, 한전으로부터 기본요금의 감액혜택(90%에서 95%까지 5%할인)을 전부 받고 있으며,

PEAK치는 대공원 특성상 관리하기가 어려우므로 최대전력(Peak) 수요관리는 하지 않아도 될 것으로 판단되어 진다.

- 에너지절감을 위한 열 및 전기진단결과는 전반적으로 양호한 것으로 판단되어 지나, 다음과 같이 몇 가지 사항에 대해서는 개선이 필요한 것으로 나타났다.

- 보일러 연소용 공기비 조정으로 연료절감
- 노후보일러 교체로 인한 효율개선으로 연료절감
- 제1펌프장 급수 및 잡용수 펌프를 적정용량 사용개선으로 소비전력절감
- 제2펌프장 급수 및 잡용수 펌프를 적정용량 사용개선으로 소비전력절감
- 해양관 샌드필터 순환펌프 적정용량 사용개선으로 소비전력절감
- 절전형 조명기구 교체로 인한 전력절감

이상의 진단사항을 토대로 계산한 결과 기대효과는;

전체 276[toe/년] 절감량과, 342.3[백만원/년] 절감액, 675.6[백만원/년]의 투자비 가 소요 될 것으로 예상되며,

전체 투자비회수기간은 1.97[년]으로서 향후 에너지절약에 따른 투자경제성은 귀 사업소의 조업계획 및 운영 등을 고려하여 자체 실정에 맞도록 에너지 및 원가 절감계획을 세워 유용하게 이용하시기 바랍니다.

2. 기대효과 종합

개선방안			에너지 절감량					전체 에너지사용량 대비 절감율(%)			절감액 (백만원/년)	투자비 (백만원)	투자비 회수 기간 (년)	온실 가스 저감량 (tC/년)	개선 완료 예정일	자금 활용 계획	
구분	공정 (설비)	개선내용	연료			전력		계 (toe/년)	연료	전력							계
			연료명	절감량	toe	MWh	toe										
열	보일러	보일러 연소용 공기비 조정으로 연료절감	LNG	10.37 천 ³ m	10.94	-	-	10.94	1.06	-	0.29	9.17	4.6	0.5	6.97		
	보일러	노후보일러 교체로 인한 효율 개선으로 연료절감	LNG	108.28 천 ³ m	114.23	10.56	2.27	116.5	11.1	0.08	3.12	96.67	287.5	2.97	73.99		
	열 소계			-	118.65	125.17	10.56	2.27	127.44	12.16	0.08	3.41	105.84	292.1	2.76	80.96	-
전 기	펌프설비	제1펌프장 급수 및 잡용수 펌프를 적정용량 사용개선으로 소비전력절감	-	-	-	122.64	26.37	26.37	-	0.98	0.71	10.07	13.8	1.37	14.18		
	펌프설비	제2펌프장 급수 및 잡용수 펌프를 적정용량 사용개선으로 소비전력절감	-	-	-	44.68	9.61	9.61	-	0.36	0.26	3.67	8.05	2.19	5.17		
	펌프설비	해양관 샌드필터 순환펌프 적정용량 사용개선으로 소비전력절감	-	-	-	177.83	38.23	38.23	-	1.42	1.03	14.6	42.9	2.94	20.56		
	조명설비	절전형 조명기구 교체로 인한 전력절감	-	-	-	345.97	74.38	74.38	-	2.75	1.99	208.13	318.79	1.53	39.99		
	전기 소계			-	-	-	691.12	148.59	148.59	-	5.51	3.99	236.47	383.54	1.62	79.9	-
합 계			-	118.65	125.17	701.68	150.86	276.03	12.16	5.59	7.4	342.31	675.64	1.97	160.86	-	-

3. 개선방안 요약

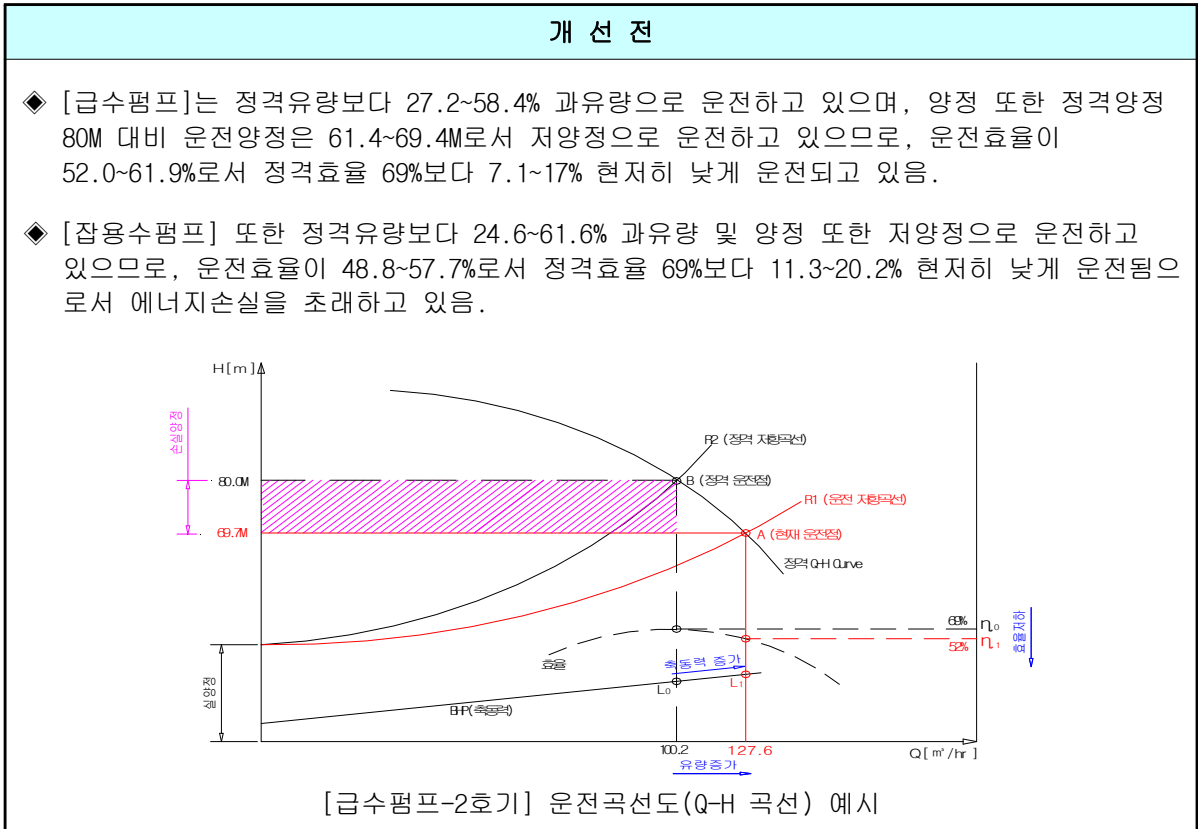
가. 보일러 연소용 공기비 조정으로 연료절감

개 선 전					
<p>◆ 보일러의 배기가스 중 산소(O₂) 농도를 측정된 결과 보일러의 공기비가 LNG연료 기준치 (1.1)에 비하여 약간 높게 운전되고 있어 연료소비 증가요인이 되고 있다. 그 이유는 과잉공기가 과다하게 유입되어 연소실내의 연소온도가 저하되고, 통풍력이 강하여 배기가스에 의한 열손실이 많기 때문인 것으로 판단된다.</p> <p>[배기가스 측정결과]</p>					
구 분	단 위	1호기	2호기	비 고	
배가스 온도	℃	95	95		
배가스 열손실율	%	11.0	10.7		
O ₂ 농도	%	7.8	9.3		
실제 공기비	-	1.59	1.79		
적정 공기비	-	1.1 (기체연료: LNG 적정공기비)			
개 선 후					
<p>◆ 과잉공기비 증가에 따른 연료손실을 방지하기 위해서는 배기가스량을 적정하게 유지시켜 배출하는 것이 중요하며,</p> <p>◆ 적정공기비 조절방안으로는 가스분석기로 보일러의 배기가스 산소농도를 측정하고 그 결과에 따라 연소용 공기투입량을 덕트의 댐퍼개도를 수동으로 조절하여 적정공기비 1.1 수준으로 운전되도록 한다. → 현장 여건을 고려하여 공기비 1.2로 적용함.</p>					
구 분	단 위	1호기	2호기	비 고	
현재 공기비	-	1.59	1.79		
개선후 공기비	-	1.2 (O ₂ 3.5%)		LNG 기준	
<p>◆ 주기적으로 적정공기비 관리를 하여 보일러의 연료 소모를 절감하도록 함.</p> <p>※[보일러 1호기] 공기비조정 절감열량(Q) 계산 예시</p> $= (\text{현재공기비} - \text{개선후공기비}) \times \text{이론공기량} \times \text{연소공기 비열} \times (\text{배기가스온도} - \text{연소용 공기온도})$ $= (1.59 - 1.2) \times 10.742 \times 0.31 \times (95 - 13.5)$ $= 106[\text{kcal/Nm}^3]$					
개 선 효 과					
연료절감량 [천 m ³ /년]	절감량 [toe/년]	절감율 [%]	절감액 [백만원/년]	투자비 [백만원]	투자회수기간 [년]
10.37	10.94	0.29	9.17	4.6	0.5

나. 노후보일러 교체로 인한 효율개선으로 연료절감

개 선 전					
<p>◆ 과잉공기비 운전조건에서의 배가스 열손실 증대가 <u>보일러의 운전효율 저하를 초래하고 있음.</u> (정격효율 89% → 운전효율 83.3%, 84%)</p> <p>◆ 측정당시 부하율이 32.4%, 32.1%로서 아주 낮게 나타났으나 이는 현재 각 사용처별 수요가 없었음을 감안하도록 하여도, 운전일지를 확인한 결과 보일러의 용량이 조금 큰 것으로 판단됨. (부하율이 낮음)</p> <p>◆ <u>보일러가 설치된지 오래되어 노후됨으로써 보일러의 효율저하의 원인이 되며, 연료소비량 또한 증대됨.</u> (보일러를 1984년에 설치한 후 1992년에 B-C유 버너에서 LNG 버너로 교체됨. → 약 28년 됨)</p>					
[보일러 열정산 분석결과]					
구 분	단 위	1호기	2호기	비 고	
보일러 정격효율	%	89.0	89.0		
배가스 열손실율	%	11.0	10.7		
공기비	-	1.59	1.79		
O ₂ 농도	%	7.8	9.3		
보일러 운전효율	%	83.3	84.0	순시치 기준	
보일러 부하율	%	32.4	32.1	순시치 기준	
개 선 후					
<p>◆ 노후된 저효율 보일러를 고효율 보일러로 교체하여 보일러의 연료소비량을 절감하도록 개선토록 한다.</p> <p>- 보일러 운전효율 개선: 현재 84% → 98%로 개선</p>					
[노후보일러 교체 시 경제성 산출 결과]					
구 분	단 위	노통연관 보일러	인버터 콘덴싱보일러	절감량	
연간 연료소비량	[Nm ³ /년]	718,080	615,360	102,720	
연간 연료소비액	[백만원/년]	635.5	544.6	90.9	
예열시 연료소비량	[Nm ³ /년]	11,968	6,410	5,558	
예열시 연료소비액	[백만원/년]	10.6	5.7	4.9	
FD Fan 전력소비량	[kWh/년]	26,400	15,840	10,560	
FD Fan 전력소비액	[백만원/년]	2.17	1.3	0.87	
개 선 효 과					
연료절감량 [천 m ³ /년]	절감량 [toe/년]	절감율 [%]	절감액 [백만원/년]	투자비 [백만원]	투자회수기간 [년]
108.28	116.5	3.12	96.67	287.5	2.97

다. 제1펌프장 급수 및 잡용수 펌프를 적정용량 사용개선으로 소비전력절감



개 선 후

◆ 진단 당시 측정된 급수 및 잡용수 펌프의 운전점 기준, 적정 필요유량 및 필요양정을 고려하여 적합한 펌프를 선정, 교체 사용할 시에 성능 저하된 펌프의 효율개선으로 불필요한 전력소모를 절감할 수 있음.

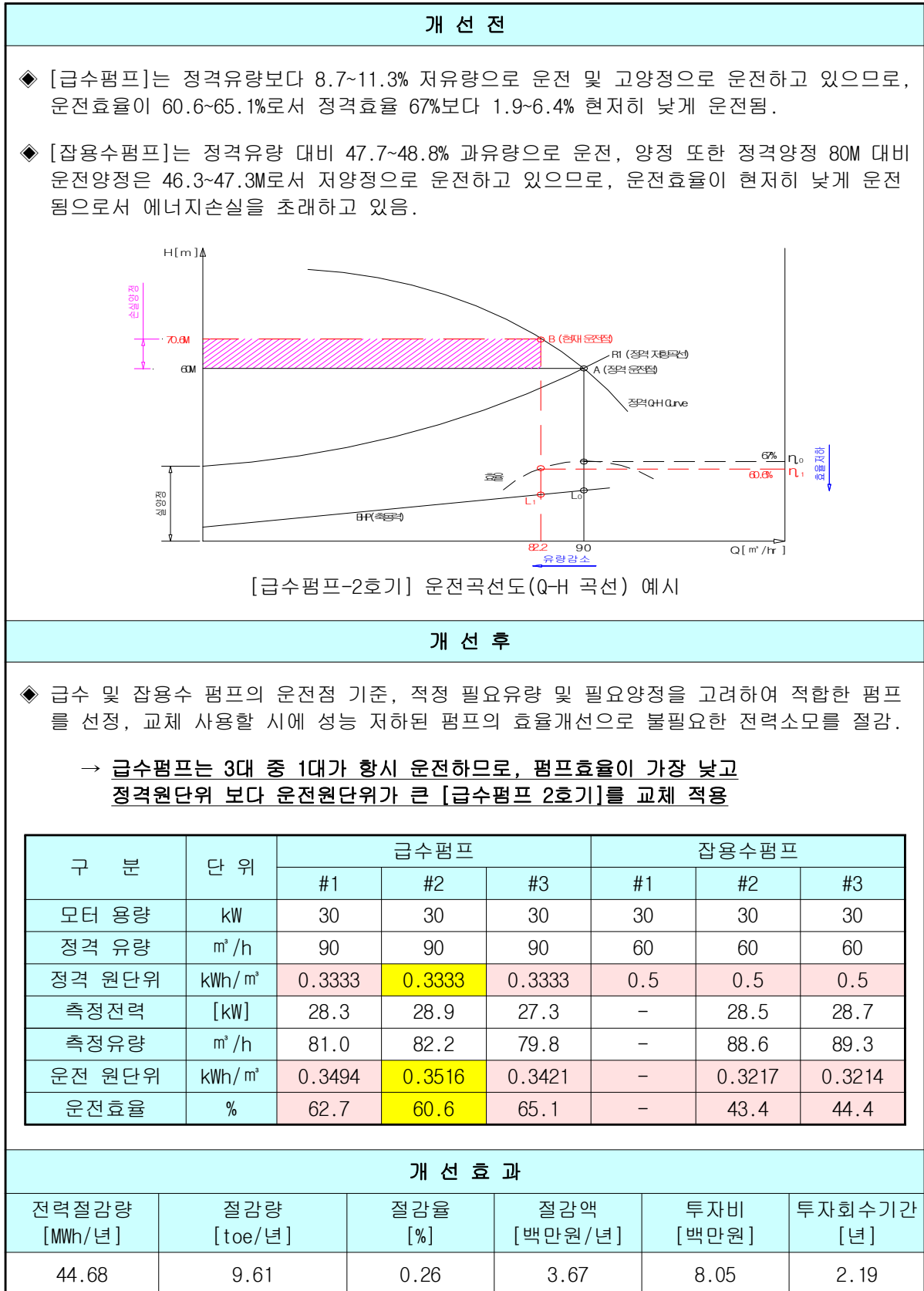
→ 정격원단위 보다 운전원단위가 큰 [급수펌프 2호기]를 교체 적용

구 분	단 위	급수펌프			잡용수펌프			
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#4
모터 용량	kW	37	37	37	37	37	37	37
정격 유량	m³/h	100.2	100.2	94.8	100.2	94.8	100.2	100.2
정격 원단위	kWh/m³	0.3693	0.3693	0.3903	0.3693	0.3903	0.3693	0.3693
측정전력	[kW]	-	49.5	44.5	-	44.7	41.5	-
측정유량	m³/h	-	127.6	150.2	-	153.2	124.8	-
운전 원단위	kWh/m³	-	0.3879	0.2963	-	0.2918	0.3325	-
연 가동시간	hr/년	8,760			2,190			

개 선 효 과

전력절감량 [MWh/년]	절감량 [toe/년]	절감율 [%]	절감액 [백만원/년]	투자비 [백만원]	투자회수기간 [년]
122.64	26.37	0.71	10.07	13.8	1.37

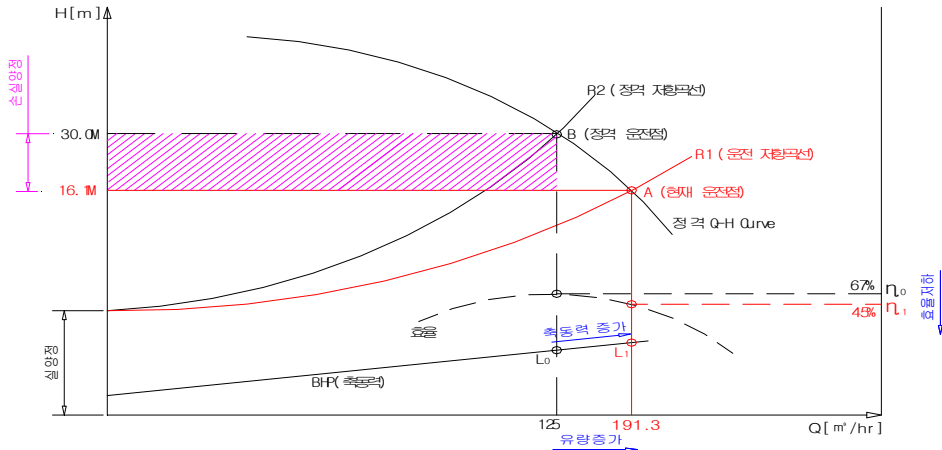
라. 제2펌프장 급수 및 잡용수 펌프를 적정용량 사용개선으로 소비전력절감



마. 해양관 샌드필터 순환펌프 적정용량 사용개선으로 소비전력절감

개 선 전

◆ 각 샌드필터 순환펌프는 정격유량보다 45.1~53% 과유량으로 운전하고 있으며, 양정 또한 정격양정 30M 대비 운전양정은 16.1~17.4M로서 저양정으로 운전하고 있으므로, 운전효율이 44.8~48.5%로서 정격효율보다 18.5~22.2% 현저히 낮게 운전됨으로서 에너지 손실을 초래하고 있음.



[샌드필터 순환펌프-1호기] 운전곡선도(Q-H 곡선) 예시

개 선 후

◆ 진단 당시 측정된 샌드필터 순환펌프의 운전점 기준, 적정 필요유량 및 필요양정을 고려하여 적합한 펌프를 선정, 교체 사용할 시에 성능 저하된 펌프의 효율개선으로 불필요한 전력소모를 절감할 수 있음.

※ 교체대상 적정펌프 사양 예시 → “펌프 운전유량 기준 적정양정 선정”

구 분	필요 유량		교체대상 적정펌프 사양 (운전양정 적용)					
	유량 [m³/hr]	양정 [M]	적용유량 [m³/hr]	양정 [M]	운전동력 [kW]	적용동력 [kW]	펌프 효율[%]	전동기 효율[%]
1호기	191.3	16.1	190	17	14.0	30	67	94
4호기	189.6	17.1	190	17	14.0	30	67	94
6호기	181.4	17.4	190	17	14.0	30	67	94

※ 절감전력 = ([순환펌프-1,4,6호기] 측정전력 합계 - 교체대상 펌프 소비전력 합계) [kW]
 = (20.7 + 21.9 + 19.7) [kW] - (14 + 14 + 14) [kW]
 = 20.3 [kW]

개 선 효 과

전력절감량 [MWh/년]	절감량 [toe/년]	절감율 [%]	절감액 [백만원/년]	투자비 [백만원]	투자회수기간 [년]
177.83	38.23	1.03	14.6	42.9	2.94

바. 절전형 조명기구 교체로 인한 전력절감

개 선 전													
<p>◆ 당 사업소의 조명설비는 각 단위별 건물 내부등 및 외부 가로등으로 구분되어 있으며, 대부분 실내에는 형광램프 32[W]×2등용, 실외 가로등에는 메탈램프 및 나트륨램프 200[W]를 사용하고 있음.</p> <p>[교체대상 조명기구 현황]</p>													
구 분	기 호	정 격	설 치 대 수				사 용 대수	일 평균 사용 시간	연 평균 사용 일	연 평균 사용 시간			
			글로우 스타터	래피드 스타터	기타	전자식 안정기							
형광램프	FL	32[W]×1	-	-	-	419	419	12	365	4,380			
		32[W]×2	-	-	-	2,331	2,331						
		32[W]×3	-	-	-	24	24						
메탈램프	ML	100[W]	-	-	388	-	388						
		200[W]	-	-	551	-	551						
		350[W]	-	-	58	-	58						
		400[W]	-	-	125	-	125						
나트륨램프	NL	100[W]	-	-	4	-	4						
		200[W]	-	-	355	-	355						
개 선 후													
<p>◆ 1방안: 형광램프 32W → 절전형 형광램프 29W로 교체</p> <p>[조명설비 교체계획]</p>													
구분	기존 조명기구		교체 조명기구		소비전력		절감 전력				설비 대수	사용 대수	연 평균 사용 시간
	램프	안정기	램프	안정기	기존분	교체분							
형광램프	32W	-	29W	-	32W	29W	3W	2,774	2,774	4,380	36,450		
<p>◆ 2방안: 메탈 및 나트륨램프(200W) → 무전극 램프(135W)로 교체</p> <p>[조명설비 교체계획]</p>													
구분	기존 조명기구		교체 조명기구		소비전력		절감 전력	설비 대수	사용 대수	연 평균 사용 시간	연간 절감전력 [kWh/년]		
	램프	안정기	램프	안정기	기존분	교체분							
메탈램프	200W	20W	135W	7W	220W	142W	78W	906	906	4,380	309,526		
개 선 효 과													
전력절감량 [MWh/년]	절감량 [toe/년]	절감율 [%]	절감액 [백만원/년]	투자비 [백만원]	투자회수기간 [년]								
345.97	74.38	1.99	208.13	318.79	1.53								

4. 진단범위 및 적용기준

가. 진단수행범위

(1) 에너지사용량 등급: C급 (2천toe 이상 ~ 5천toe 미만)

(2) 중점 진단대상:

- [서울대공원] 열 및 전기설비 전체
- 수배전설비, 보일러, AHU, 펌프, Blower, 기타 동력 및 조명설비

(3) 진단대상 에너지사용량

(가) 에너지 사용현황

에너지종별	종 류	단 위	사용량		증감율(%)
			2010년	2011년	
연 료	보일러 등유	kℓ	2.4	2.15	'10 대비 10.4% 감소
	LNG	천 m ³	1,121.59	973.39	-
전 력	수 전	[MWh]	12,261.72	12,561.85	'10 대비 2.4% 증가
	평균 Peak	[kW]	1,529	1,552	'10 대비 1.5% 증가

(나) 에너지 원단위 현황

구 분	2010년	2011년	증감율(%)
연 료 [kgoe/m ²]	15.192	13.185	'10 대비 13.2% 감소
전 력 [kgoe/m ²]	33.786	34.613	'10 대비 2.4% 증가
에너지 [kgoe/m ²]	48.978	47.798	'10 대비 2.4% 감소

※건물 냉, 난방 면적 합계 기준

(다) 수배전 시설용량 현황

구 분	용량[kVA]	적정판단계수[MWh/kVA]		비 고
		기 준	당 사	
수전설비	10,000	2.0 ~ 2.7	1.04	2011년 기준

(라) 부하율 현황

- 2011년 평균부하율: 26.3[%]

당 사업소의 월별로 산출한 평균 부하율은 26.3[%]로서 양호하게 관리하고 있으나, 여유가 많은 것으로 판단됨.

나. 진단보고서 적용기준

귀 [서울대공원]의 에너지절감을 위한 열 및 전기 진단결과;
작성된 보고서는 다음의 적용기준에 의하여 분석, 평가 되었으며 적용기준에 따라 기대효과의 변동이 수반되므로 자체 실정에 맞도록 고려하여 에너지 및 원가절감 계획에 유용하게 이용하시기 바랍니다.

- (1) 에너지 사용현황 및 실적자료는 귀 사업소에서 제시한 수치 및 자료를 기준으로 삼았으며 개별설비의 에너지사용량은 실측 또는 제시자료를 적용함.
- (2) 모든 조업자료는 진단기간 중 측정된 온도, 압력, 유량 및 생산량 등을 기준으로 삼았으며, 측정곤란 또는 불능 조건의 자료는 설계기준치 또는 이론적 근거 및 비교분석 등을 통하여 판단한 운전기준을 활용함.
- (3) 각종 측정치 및 기대효과 계산은 진단시 운전상태를 기준으로 삼았으므로 조업방법 및 운전환경의 변화가 발생한 경우에는 이를 감안함.
- (4) 에너지절약에 따른 투자경제성은 간이 자본회수법을 이용하였으므로 투자비 회수기간 계산시 단순 회수기간을 적용한 본 보고서를 참고로 생산성 향상 및 금융비용 등의 기타 부분을 고려하여야 하며 시행여부는 귀 사업소 자체에서 별도로 재검토가 이루어져야 함.
- (5) 개선을 위한 소요투자비의 산출은 물가자료, 국내 시판가 및 대리점가격 자료를 이용했으나, 이는 참고자료로서 실제가격은 설비개선 투자를 할 때 물가변동 등에 따라 재조사하여야 할 것임.
- (6) 진단범위는 주요 열 및 전기사용설비를 대상으로 비교적 접근, 관측 또는 자료이용이 가능한 다음설비에 대해 중점 실시함.
 - 보일러 연소용 공기비 조정으로 연료절감
 - 노후보일러 교체로 인한 효율개선으로 연료절감
 - 제1펌프장 급수 및 잡용수 펌프를 적정용량 사용개선으로 소비전력절감
 - 제2펌프장 급수 및 잡용수 펌프를 적정용량 사용개선으로 소비전력절감
 - 해양관 샌드필터 순환펌프 적정용량 사용개선으로 소비전력절감
 - 절전형 조명기구 교체로 인한 전력절감

(7) “첨부사항” 자료는 금번의 진단결과, 귀 사업소 측에 도움이 될 것으로 판단되는 자료를 첨부함.

(8) 전력단가는 기본요금을 포함한 총 전력단가로써 귀 사업소에서 제시한 2011년 평균 전력단가를 계산결과에 적용.

- 전력단가(2011년 평균): 82.1[원/kWh]

- 기본요금단가: 7,430[원/kW] → 12년 3월 일반용(을) 고압A 선택II 기준

(9) 연료단가는 귀 사업소에서 제시한 현재 연료단가를 계산결과에 적용.

- 도시가스(LNG) 단가(2012년 3월 현재 단가): 885.03[원/m³]

(10) 일일 운영시간: 24[hr/day] → (일일 개장시간: 10[hr/day]

연간 운영일: 365[day/year]

연간 운영시간: 8,760[hr/year]

(11) 기대효과 계산은 설비별 개선방안별로 산출하였으므로 중복된 부분이 발생 할 수 있음.

Ⅲ. 세부 개선사항

1. 보일러 연소용 공기비 조정으로 연료절감

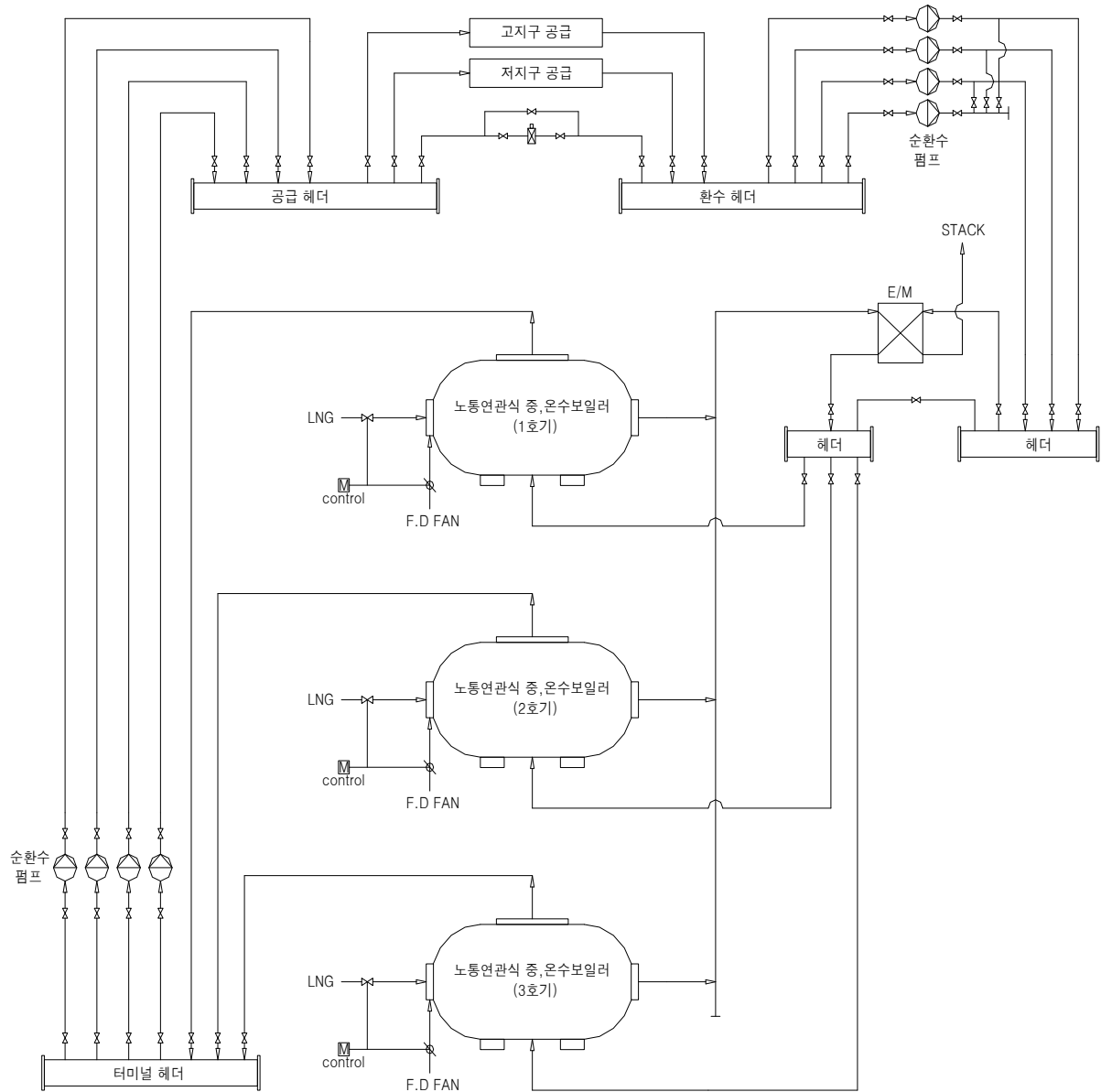
가. 현황

당 사업소는 중앙난방 방식으로써 주 보일러실에서 중,온수를 생산하여 각 동별로 중,온수를 순환하도록 하여 공조기 및 FCU 등에 간접식 열교환방식으로 주로 동절기 난방과 온수를 사용하기 위하여 보일러 3대 중 1~2대가 가동하고 있음.

진단당시 보일러는 동절기가 지나 가동하지 않고 있었으며, 보일러 성능을 분석하기 위하여 임의로 가동하도록 하여 측정하였음.

[표1-1] 보일러 정격현황

구분	항 목		단 위	[1호기]	[2호기]	[3호기]	비 고
본 체	사용용도		-	난방용	난방용	난방용	
	보일러형식		-	노통연관 중,온수 보일러			
	최대 연속발생열량		kcal/h	6,000,000	6,000,000	6,000,000	
	최고 사용압력		bar	7	7	7	
	상용 증기압력		bar.g	3 ~ 4	3 ~ 4	3 ~ 4	
	전열면적		m ²	145	145	145	
	송풍기		kW	22	22	22	
	제작일		년 월	1992	1992	1992	
	제작처		-	(주)대열보일러			
버 너	정격	사용연료	-	LNG	LNG	LNG	
		버너 용량	kcal/h	1,250만	1,250만	1,250만	
		유량 범위	kcal/h	120~1,250만	120~1,250만	120~1,250만	
	측정	연료소비량	m ³ /h	247	242	-	
		가스사용압력	mmAq	400	400	-	
연 가동시간(2011년 기준)		hr/년	-	-	-		
진단당시 운전여부		-	정지	정지	정지		
연간 연료 사용량(2011년 기준)		m ³ /년	14,215	398,542	333,033	745,790	



[그림 1-1] 보일러 운전계통도

나. 열정산결과 분석

각 건물별 난방을 위한 중,온수를 공급하기 위해 운전중인 보일러를 보일러 열정산방법(입,출열법)에 의해 성능시험을 실시하였으며, 보일러 열정산 분석결과는 아래의 [표1-6]와 같다.

[표1-2] 보일러 1호기 열정산표

번호	항 목	기 호	입 열		출 열	
			kcal/Nm ³	%	kcal/Nm ³	%
1	연료의 발열량	HL	9,550	99.78		
2	연료의 현열	Q ₁	2	0.02		
3	공기의 현열	Q ₂	19	0.20		
4	순환수의 흡수열	Q _s			7,976	83.34
5	배가스 손실열	L ₁			1,050	10.97
6	불완전연소의 손실열	L ₂			0	0.00
7	방열, 전열 및 기타 손실열	L ₃			545	5.69
	합 계	Q _i .L _i	9,571	100	9,571	100

항 목	단 위	결 과 치
보일러 효율[E]	%	83.3
부 하 율[Lf]	%	32.4

※보일러 열정산 분석 계산 자료는 [IV.첨부사항] 참조 바람.

[표1-3] 보일러 1호기 열정산 적용 DATA → (2012년 3월 29일 14시 순시치 기준)

측 정 항 목		기 호	단 위	측 정 치	비 고
외기 온도 (건)		To	℃	10	
실내 온도 (건)		Tr	℃	13.5	
연 료	연 료 명	-	-	LNG	연료 발열량: 9,550
	사 용 량	Vt	m ³ /hr	247	
	온 도	Tf	℃	14	연료 비열 0.4
	압 력	Pf	mmAq	400	
순 환 수	순 환 량	W _L	ℓ/hr	181,000	
	보일러 입구온도	Tw1	℃	38	
	보일러 출구온도	Tw2	℃	48.8	
	드럼 압력	Ps	bar.g	4.0	5.0[ata]
연소용 공기	공기예열기 입구온도	Ta1	℃	-	SAH 출구
	공기예열기 출구온도	Ta2	℃	-	공기 비열 0.31
	보일러 입구온도	Ta3	℃	13.5	

측 정 항 목		기 호	단 위	측 정 치	비 고
배기가스	보일러본체 출구온도	Tg1	℃	95	배가스 비열 0.33
	공기예열기 입구온도	Tg2	℃	-	
	공기예열기 출구온도	Tg3	℃	-	
	CO ₂ 성분	CO ₂	Vol %	7.5	
	O ₂ 성분	O ₂	Vol %	7.8	
	CO 성분	CO	Vol %	0	0 ppm
이론 연소공기량		Ao	Nm ³ /Nm ³	10.742	
이론 배가스량		Go	Nm ³ /Nm ³	11.853	

[표1-4] 보일러 2호기 열정산표

번 호	항 목	기 호	입 열		출 열	
			kcal/Nm ³	%	kcal/Nm ³	%
1	연료의 발열량	HL	9,550	99.78		
2	연료의 현열	Q ₁	2	0.02		
3	공기의 현열	Q ₂	21	0.20		
4	순환수의 흡수열	Q _s			8,043	84.02
5	배가스 손실열	L ₁			1,020	10.65
6	불완전연소의 손실열	L ₂			5	0.05
7	방열, 전열 및 기타 손실열	L ₃			505	5.28
	합 계	Q _{i.Li}	9,573	100	9,573	100

항 목	단 위	결 과 치
보일러 효율[E]	%	84.0
부 하 율[Lf]	%	32.1

※보일러 열정산 분석 계산 자료는 [IV.첨부사항] 참조 바람.

[표1-5] 보일러 2호기 열정산 적용 DATA → (2012년 3월 29일 15시 순시치 기준)

측정 항목		기호	단위	측정치	비고
외기 온도 (건)		To	℃	10	
실내 온도 (건)		Tr	℃	13.5	
연료	연료명	-	-	LNG	연료 발열량: 9,550
	사용량	Vt	m ³ /hr	242	
	온도	Tf	℃	14	연료 비열 0.4
	압력	Pf	mmAq	400	
순환수	순환량	W _L	ℓ/hr	181,000	
	보일러 입구온도	Tw1	℃	38	
	보일러 출구온도	Tw2	℃	48.7	
	드럼 압력	Ps	bar.g	4.0	5.0[ata]
연소용 공기	공기예열기 입구온도	Ta1	℃	-	SAH 출구
	공기예열기 출구온도	Ta2	℃	-	공기 비열 0.31
	보일러 입구온도	Ta3	℃	13.5	
배기가스	보일러본체 출구온도	Tg1	℃	95	
	공기예열기 입구온도	Tg2	℃	-	배가스 비열 0.33
	공기예열기 출구온도	Tg3	℃	-	
	CO ₂ 성분	CO ₂	Vol %	6.6	
	O ₂ 성분	O ₂	Vol %	9.3	
	CO 성분	CO	Vol %	0.008	8 ppm
이론 연소공기량		Ao	Nm ³ /Nm ³	10.742	
이론 배가스량		Go	Nm ³ /Nm ³	11.853	

[표1-6] 보일러 열정산 분석결과

구분	단위	1호기	2호기	비고
배가스 열손실율	%	11.0	10.7	
배가스 온도	℃	95	95	
입열 합계	kcal/Nm ³	9,571	9,573	
공기비	-	1.59	1.79	
O ₂	%	7.8	9.3	
보일러 효율	%	83.3	84.0	
보일러 부하율	%	32.4	32.1	

※보일러 열정산 분석 계산 자료는 [IV.첨부사항] 참조 바람.

성능시험결과 보일러의 효율은 각각 83.3%, 84.0%이고, 부하율은 32.4%, 32.1%로써 효율이 저하되고 부하율은 조금 낮은 것으로 나타났다.(부하율은 조업 계획에 따라 부하변동이 있을 수 있으며, 진단당시 동절기가 지나 보일러가 가동하지 않았으며 각 사용처별 수요가 없었으므로 부하율이 낮게 나타난 것으로 판단됨)



[그림1-2] 보일러 1,2호기 배가스 분석(O₂ 농도) 측정사진

다. 문제점

보일러의 배기가스 중 산소(O₂) 농도를 측정한 결과 [표1-7]과 같이 보일러의 공기비가 LNG연료 기준치(1.1)에 비하여 약간 높게 운전되고 있어 연료 소비 증가요인이 되고 있다. 그 이유는 과잉공기가 과다하게 유입되어 연소실내의 연소온도가 저하되고, 통풍력이 강하여 배기가스에 의한 열손실이 많기 때문인 것으로 판단된다.

[표1-7] 배기가스 측정결과

구 분	단 위	1호기	2호기	비 고
배가스 온도	℃	95	95	A/H 전단
배가스 열손실율	%	11.0	10.7	
O ₂ 농도	%	7.8	9.3	
실제 공기비	-	1.59	1.79	
적정 공기비	-	1.1 (기체연료: LNG 적정공기비)		

$$\text{※ 공기비(m)} = \frac{21}{21 - [\text{배가스O}_2\text{농도}(\%)]}$$

공기비는 연료 연소에 필요한 이론공기량에 대한 실제 공기투입량의 비율로서 공기비가 1인 경우 이론적으로 연소에 필요한 공기량만을 보일러에 공급한다는 의미가 된다. 그러나 현실적으로는 이론 공기량만으로 완전연소를 얻기 어려우며 통상 10%정도(도시가스 기준)의 과잉공기 유입이 완전연소를 이루기 위해 불가피하다.

공기비가 적으면 불완전연소가 되고 공기비가 커지면 연소가스량 증가에 따른 배기가스 손실율 증대로 보일러 열효율 저하의 원인이 되며, 완전연소가 가능한 범위 내에서 공기비를 최소화하여 운전하도록 지속적인 관리가 필요하다.

※공기비가 클 경우

- 연소실내의 연소온도가 저하한다.
- 통풍력이 강하여 배기가스에 의한 열손실이 많아진다.
- 연소가스 중에 SO₃의 함유량이 많아져 저온부식이 촉진된다.
- 연소가스 중에 NO₂의 발생이 심하여 대기오염이 유발된다.

※공기비가 작을 경우

- 불완전 연소가 되어 매연 발생이 심하다.
- 불완전연소에 의한 열손실이 증가한다.
- 미연소 가스로 인한 폭발사고가 일어나기 쉽다.

기체연료(도시가스)를 사용하는 보일러의 적정공기비는 1.1(O₂ 1.9%)로서 적정공기비 조건에서 보일러를 운전하면 배기가스로 손실되는 열을 최소화하면서 최적의 연소조건을 유지할 수 있다.

공기비 증가에 의한 단위 연료당 과잉공기에 따른 배기가스의 열손실량은 다음과 같은 공식에 계산된다.

※과잉공기에 따른 배기가스 열손실량(L_1)

$$= (\text{과잉공기비} - \text{적정공기비}) \times A_0 \times C_a \times (t_g - t_o)$$

- L_1 : 과잉공기에 따른 배기가스 열손실량(kcal/Nm³)
- A_0 : 이론 연소공기량 = 10.742(Nm³/Nm³)
- C_a : 연소공기 평균비열(0.31kcal/Nm³°C)
- t_g : 배기가스 온도(°C)
- t_o : 급기 온도(°C)

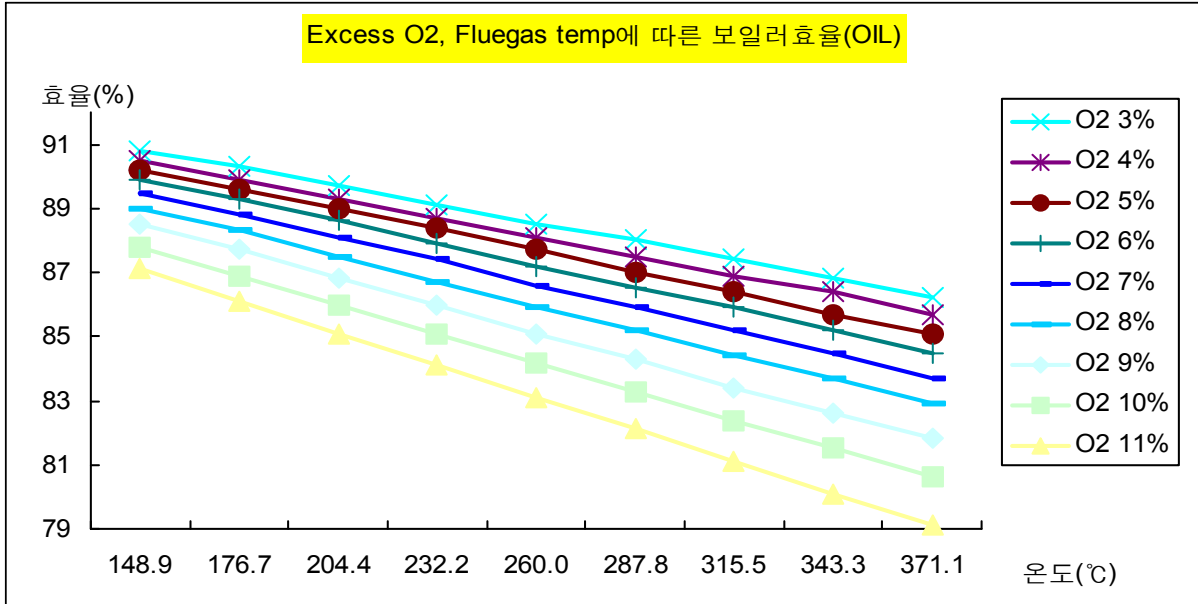
위 식에서 보는 바와 같이 적정공기비에 근접하거나, 최종배기가스의 온도가 낮을수록 손실열량은 감소하게 된다.

공기비가 높게 운전되는 이유는 [표1-6]과 같이 배기가스 중 산소(O₂) 농도(7.5%)가 기준치(O₂ 1.9%)보다 높음. 즉, 과잉공기가 공급되어 연소함으로써 공기비가 높게 운전됨.

모든 보일러의 버너에는 연소비(연료+공기) 조절이 가능하게 되어 있으며, 당 공장의 보일러는 외부혼합식 Type 버너로써 연소상태(저연소, 고연소)에 따라 초기 연소비(연료+공기) Setting이 되어 있으며, 진단당시 배기가스 O₂ 농도를 측정된 결과 기준치(O₂ 1.9%)보다 높으므로, 배기가스 O₂ 농도를 기준치에 가깝도록 FD Fan Damper 날개각을 수동 Setting 조절이 가능하도록 되어 있음.

일반적으로 “배기가스 보유 폐열”을 회수하여 이용함으로써 배기가스 배출온도를 25°C 낮출 경우 연료의 약 1% 정도가 절감된다.

[그림1-3]에서와 같이 배기가스 온도가 낮을수록, 공기비가 적을수록 보일러의 효율은 증가하는 것을 알 수 있다.



[그림 1-3] 과잉산소농도와 배기가스온도에 따른 보일러효율

라. 개선방안

과잉공기비 증가에 따른 연료손실을 방지하기 위해서는 배기가스량을 적정하게 유지시켜 배출하는 것이 중요하며 공기비 조정에는 아래와 같은 두 가지 방법이 있으므로 사업장 여건에 따라 개선해야 할 것이다.

- (1) 가스분석기로 보일러의 배기가스 산소농도를 측정하고 그 결과에 따라 연소용 공기투입량을 덕트의 댐퍼개도를 수동으로 조절하여 적정공기비 1.1 수준으로 운전되도록 한다. → 현장에서 조절 가능한 공기비 1.2 적용.

- 장점 : 투자비가 적다.
- 단점 : 부하변동이 심한 경우는 적정공기비를 조절하기 어려워 매연이 발생할 수도 있으며 매연발생을 줄이기 위해 운전자는 적정공기비보다 높게 산소농도를 관리하게 됨에 따라 손실이 발생한다.

- (2) 급기팬에 인버터를 설치하고 배기가스의 산소농도감지 센서를 부착하여 공기투입량을 자동으로 조절되도록 함으로써 적정공기비를 유지한다.

- 장점 : 인버터는 비례제어가 가능하므로 부하변동이 심한 경우에도 적정공기비를 맞출 수 있으며 급기팬 모터의 전력량 절감도 가능하다.
- 단점 : 투자비가 많이 소요된다.

위와 같은 조건을 비교 할 때 당 사업소 보일러의 경우 산소농도감지 센서가 있으나, 오래되어 진단당시 측정된 가스분석과 오차가 있으므로 센서를 교체하여 사용하여야 할 것이며, 또한 인버터를 적용하려면 보일러 가동을 대비 투자비가 많이 소요되므로, 투자비가 적은 **(1)수동으로 주기적인 적정 공기비를 조절하는 방안**이 합리적인 방법인 것으로 판단됨.

당 사업소 보일러는 가동을 및 부하율이 저조하여 고연소로 운전됨을 감안하여 **공기비를 1.2(O₂ 3.5%)로 개선하여** 운전하도록 한다.

마. 기대효과

보일러의 연소용 과잉공기비 증가에 따른 연료손실을 방지하기 위해서 일반적으로 대부분의 현장에서 조절가능한 공기비 1.2(O₂ 3.5%)로 조절시 기대되는 절감효과는 다음과 같다.

연료절감량 [천 m ³ /년]	절감량 [toe/년]	절감율 [%]	절감액 [백만원/년]	투자비 [백만원]	투자회수기간 [년]	온실가스 저감량[tc/년]
10.37	10.94	0.29	9.17	4.6	0.5	6.97

(1) 계산기준

구 분	단 위	1호기	2호기	비 고
현재 공기비	-	1.59	1.79	
개선후 공기비	-	1.2 (O ₂ 3.5%)	1.2 (O ₂ 3.5%)	LNG 기준
배기가스 온도	℃	95	95	A/H 전단
연소용 공기온도	℃	13.5	13.5	
총 입열량 합계	kcal/Nm ³	9,571	9,573	19,144
이론연소 공기량	Nm ³ /Nm ³	10.742	10.742	
연소공기 평균비열	kcal/Nm ³ ℃	0.31	0.31	
연간 연료사용량	Nm ³ /년	745,790		
연료(LNG)단가	원/m ³	885.03		2012년 3월 단가

※연간 연료사용량은 주 보일러가 교대운전을 하므로 1~3호기 연료사용량 합계를 적용하였음.

(2) 공기비조정 절감열량(Q) 계산

(가) [보일러 1호기] 공기비조정 절감열량 계산

$$\begin{aligned} &= (\text{현재공기비} - \text{개선후공기비}) \times \text{이론공기량} \times \text{연소공기 비열} \\ &\quad \times (\text{배기가스온도} - \text{연소용 공기온도}) \\ &= (1.59 - 1.2) \times 10.742 \times 0.31 \times (95 - 13.5) \\ &= 106[\text{kcal}/\text{Nm}^3] \end{aligned}$$

(나) [보일러 2호기] 공기비조정 절감열량 계산

$$\begin{aligned} &= (\text{현재공기비} - \text{개선후공기비}) \times \text{이론공기량} \times \text{연소공기 비열} \\ &\quad \times (\text{배기가스온도} - \text{연소용 공기온도}) \\ &= (1.79 - 1.2) \times 10.742 \times 0.31 \times (95 - 13.5) \\ &= 160[\text{kcal}/\text{Nm}^3] \end{aligned}$$

(다) 보일러 공기비조정 절감열량 합계

$$\begin{aligned} &= (\text{가}) + (\text{나}) = (106 + 160)[\text{kcal}/\text{Nm}^3] \\ &= 266[\text{kcal}/\text{Nm}^3] \end{aligned}$$

(3) 연료(LNG) 절감율

$$\begin{aligned} &= [\text{절감열량 합계}(\text{kcal}/\text{Nm}^3) / \text{총 입열량 합계}(\text{kcal}/\text{Nm}^3)] \times 100 \\ &= [266 / (9,571 + 9,573)] \times 100 \\ &= 1.39[\%] \end{aligned}$$

(4) 연간 연료 절감량

$$\begin{aligned} &= \text{보일러 연간 연료사용량 합계}[\text{Nm}^3/\text{년}] \times \text{연료 절감율}[\%] \\ &= 745,790[\text{Nm}^3/\text{년}] \times (1.39\% / 100) \\ &= 10,366[\text{Nm}^3/\text{년}] \\ &= 10,366[\text{Nm}^3/\text{년}] \times 0.0000442[\text{TJ}/\text{Nm}^3] \\ &= 0.46[\text{TJ}/\text{년}] \\ &= 10.366[\text{천m}^3/\text{년}] \times 1.055[\text{LNG toe 환산계수}] \\ &= 10.94[\text{toe}/\text{년}] \end{aligned}$$

(5) 연간 에너지 절감율

$$\begin{aligned} &= [\text{연료 절감량}[\text{toe}/\text{년}] / \text{2011년 에너지사용량}[\text{toe}/\text{년}] \times 100 \\ &= 10.94[\text{toe}/\text{년}] / 3,729.6[\text{toe}/\text{년}] \times 100 \\ &= 0.29[\%] \end{aligned}$$

(6) 연간 연료 절감액

$$\begin{aligned} &= \text{연료(LNG) 절감량}[\text{m}^3/\text{년}] \times \text{연료(LNG)단가}[\text{원}/\text{m}^3] \\ &= 10,366[\text{m}^3/\text{년}] \times 885.03[\text{원}/\text{m}^3] \\ &= 9.17[\text{백만원}/\text{년}] \end{aligned}$$

(7) 투자비: 4.6[백만원]

- 가스분석기 1식: 4.0[백만원]
- 간접비 15% 적용: 0.6[백만원]
- 투자비 계: 4.6[백만원]

(8) 투자비 회수기간

$$\begin{aligned} &= \text{투자비}[\text{백만원}] / \text{연간 연료절감액}[\text{백만원}/\text{년}] \\ &= 4.6[\text{백만원}] / 9.17[\text{백만원}/\text{년}] \\ &= 0.5[\text{년}] \end{aligned}$$

(9) 온실가스 저감량

$$\begin{aligned} &= \text{연료(LNG) 절감량}[\text{toe}/\text{년}] \times 0.637[\text{tC}/\text{toe}] \\ &= 10.94[\text{toe}/\text{년}] \times 0.637[\text{tC}/\text{toe}] \\ &= 6.97[\text{tC}/\text{년}] \end{aligned}$$

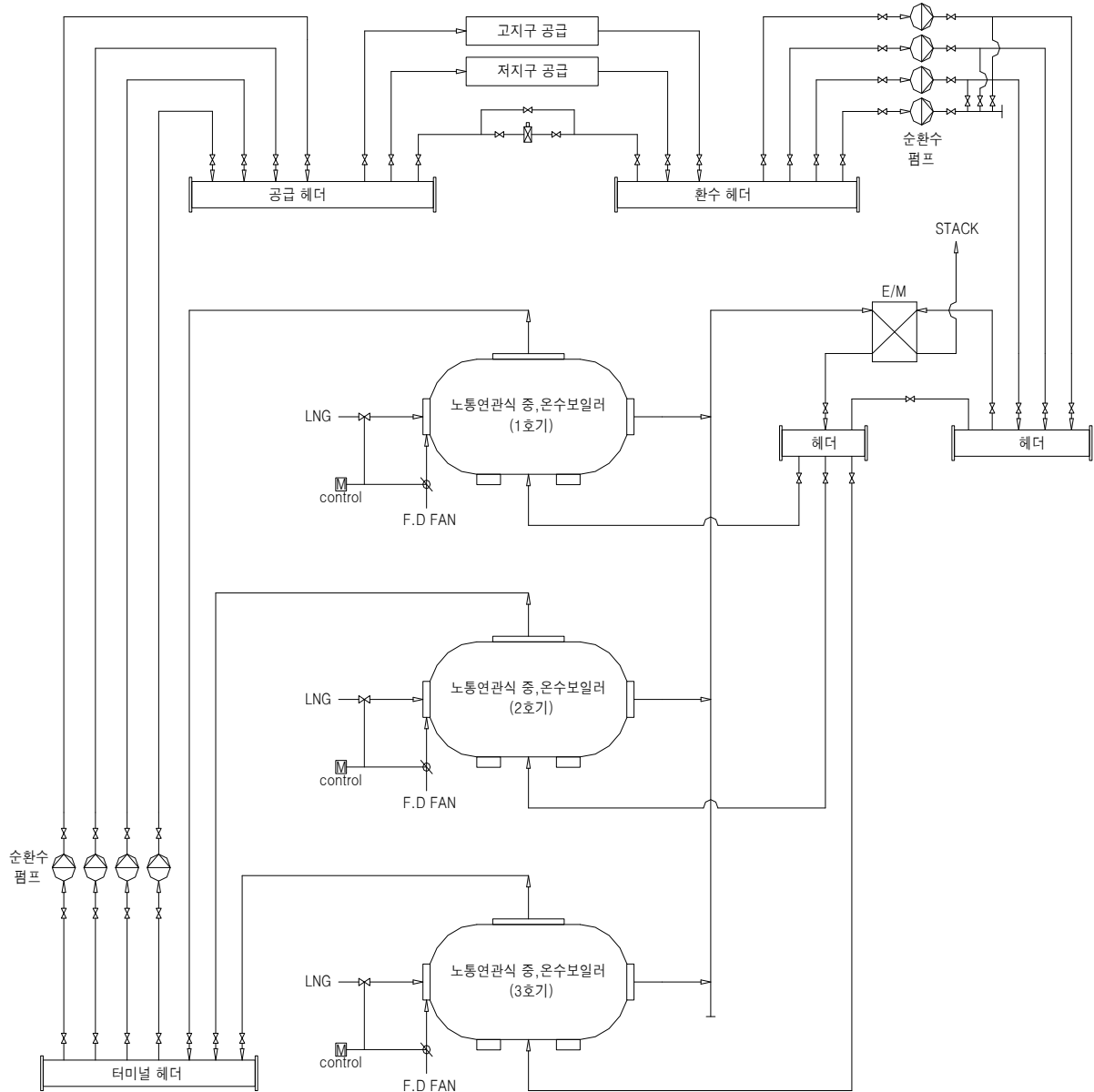
2. 노후보일러 교체로 인한 효율개선으로 연료절감

가. 현황

당 사업소는 중앙난방 방식으로써 주 보일러실에서 중,온수를 생산하여 각 동별로 중,온수를 순환하도록 하여 공조기 및 FCU 등에 간접식 열교환 방식으로 동절기 난방과 온수를 사용하기 위하여 보일러 3대 중 주로 1대씩 교대로 운전을 함.

[표2-1] 보일러 정격현황

구분	항목	단위	[1호기]	[2호기]	[3호기]	비고	
본체	사용용도	-	난방용	난방용	난방용		
	보일러형식	-	노통연관 중,온수 보일러				
	최대 연속발생열량	kcal/h	6,000,000	6,000,000	6,000,000		
	보일러 정격효율	%	89	89	89		
	전열면적	m ²	145	145	145		
	제작일	년 월	1992	1992	1992		
	제작처	-	(주)대열보일러				
버너	정격	사용연료	-	LNG	LNG	LNG	
		버너 용량	kcal/h	1,250만	1,250만	1,250만	
		유량 범위	kcal/h	120~1,250만	120~1,250만	120~1,250만	
순환수 펌프	유량	m ³ /h	150 / 138				
	양정	m	20 / 15				
	동력	kW	22 / 18.5				
송풍기	풍량	m ³ /min	10,800	10,800	10,800		
	압력	mmAq	400	400	400		
	동력	kW	22	22	22		
진단당시 운전여부		-	정지	정지	정지		
연간 연료 사용량(2011년 기준)		m ³ /년	14,215	398,542	333,033	745,790	



[그림2-1] 보일러 운전계통도

나. 열정산결과 분석

각 건물별 난방을 위한 중,온수를 공급하기 위해 운전중인 보일러를 보일러 열정산방법(입,출열법)에 의해 성능시험을 실시하였으며, 보일러 열정산 분석결과는 아래의 [표2-4]와 같다.

[표2-2] 보일러 1호기 열정산표

번호	항 목	기 호	입 열		출 열	
			kcal/Nm ³	%	kcal/Nm ³	%
1	연료의 발열량	HL	9,550	99.78		
2	연료의 현열	Q ₁	2	0.02		
3	공기의 현열	Q ₂	19	0.20		
4	순환수의 흡수열	Q _s			7,976	83.34
5	배가스 손실열	L ₁			1,050	10.97
6	불완전연소의 손실열	L ₂			0	0.00
7	방열, 전열 및 기타 손실열	L ₃			545	5.69
	합 계	Qi.Li	9,571	100	9,571	100

항 목	단 위	결 과 치
보일러 효율[E]	%	83.3
부 하 율[Lf]	%	32.4

※보일러 열정산 분석 계산 자료는 [IV.첨부사항] 참조 바람.

[표2-3] 보일러 2호기 열정산표

번호	항 목	기 호	입 열		출 열	
			kcal/Nm ³	%	kcal/Nm ³	%
1	연료의 발열량	HL	9,550	99.78		
2	연료의 현열	Q ₁	2	0.02		
3	공기의 현열	Q ₂	21	0.20		
4	순환수의 흡수열	Q _s			8,043	84.02
5	배가스 손실열	L ₁			1,020	10.65
6	불완전연소의 손실열	L ₂			5	0.05
7	방열, 전열 및 기타 손실열	L ₃			505	5.28
	합 계	Qi.Li	9,573	100	9,573	100

항 목	단 위	결 과 치
보일러 효율[E]	%	84.0
부 하 율[Lf]	%	32.1

※보일러 열정산 분석 계산 자료는 [IV.첨부사항] 참조 바람.

[표2-4] 보일러 열정산 분석결과

구 분	단 위	1호기	2호기	비 고
보일러 정격효율	%	89.0	89.0	
배가스 열손실율	%	11.0	10.7	
공기비	-	1.59	1.79	
O ₂ 농도	%	7.8	9.3	
보일러 운전효율	%	83.3	84.0	순시치 기준
보일러 부하율	%	32.4	32.1	순시치 기준

성능시험결과 보일러의 효율은 각각 83.3%, 84.0%로써 정격효율 89%에 비해 효율이 저하되었으며, 부하율 또한 각각 32.4%, 32.1%로써 아주 낮게 나타났다.

부하율은 조업 계획에 따라 부하변동이 있을 수 있으며, 진단당시 동절기가 지나 각 사용처별 수요가 없었으므로 부하율이 낮게 나타난 것으로 판단되어진다.

다. 문제점

- 과잉공기비 운전조건에서의 배가스 열손실 증대가 보일러의 운전효율 저하를 초래하고 있음. (정격효율 89% → 운전효율 83.3%, 84%)
- 측정당시 부하율이 32.4%, 32.1%로서 아주 낮게 나타났으나 이는 현재 각 사용처별 수요가 없었음을 감안하도록 하여도, 운전일지를 확인한 결과 보일러의 용량이 조금 큰 것으로 판단됨. (부하율이 낮음)
- 보일러가 설치된지 오래되어 노후됨으로써 보일러의 효율저하의 원인이 되며, 연료소비량 또한 증대됨. (보일러를 1984년에 설치한 후 1992년에 B-C유 버너에서 LNG 버너로 교체됨. → 약 28년 됨)

라. 개선방안

노후된 저효율 보일러를 고효율 보일러로 교체하여 보일러의 연료소비량을 절감하도록 개선토록 한다.

- 보일러 운전효율 개선: 현재 84% → 98%로 개선

※인버터 콘덴싱보일러 소개

인버터콘덴싱보일러 성능적 주요 특징



- ISO 9001
 - ISO 14001
 - 에너지워너상
 - 에너지대상
 - CSQI 획득
 - EM마크 획득
 - 조달청 우수제품
 - 고효율인증 획득
 - 대통령 산업포장수상
 - 인버터제어 발명특허
 - 과기부 NET인증
1. 운전효율의 향상으로 연료비 절감
(운전효율 99% 유지)
 2. 초절전으로 전력비 절감
(인버터와 고효율모터 적용 최고 50%절감)
 3. 부하율에 따라 소음 감소
(회전수 감소에 따라 최고 10% 감소)
 4. 1대의 대용량 보일러로 여러대의 소형 보일러 설치 효과
(저부하에 대비하여 20%이하로 가동)
 5. 인공지능 터치스크린 적용
(노이즈현상, 스위치고장이 없음)
 6. 보일러 운전 관리의 편리함
(모든 보일러의 상태를 간편하게 확인)
 7. 모터의 수명연장
(고효율 모터적용으로 모터 효율상승 및 수명연장)
 8. 안정된 압력으로 양질의 스팀공급
(연속급수로 수위변동이 극히적음)
 9. 높은 콘덴싱 효과로 CO2가스의 저감
(잠열흡수에 의한 응축수 발생으로 40%저감)

인버터콘덴싱보일러 와 일반노통연관식보일러 비교표

구 분	인버터콘덴싱보일러	일반노통연관식보일러
보일러 효율(%)	98% 이상	최대효율 89% (진세품할지시)
보일러 동체 수명 (2004년 에너지관리공단 통계자료)	평균20년 충분한 전열면적에서 기기가 가동되므로 보일러 튜브의 강도가 오래 지속됨	평균20년 충분한 전열면적에서 기기가 가동되므로 보일러 튜브의 강도가 오래 지속됨
버너 운전방식	인버터 비례제어 부하 20%에서 100%까지 보일러 중단없이 가동	비례제어 스팀 부하량 변동에 의한 보일러 ON-OFF (피치손실발생)
공기예열기	히트-파이프방식(수명:반영구적,전열성능우수)	미장착
급수예열기	재질:SUS316 스파이럴 튜브 사용(전열성능 우수)	미장착
전기 소모량	인버터방식으로 최고 40%까지 절감됨	송풍기와 급수펌프는 최대 100% 부하로 연속 운전됨(절감효과 없음)
급수제어 방법	수위제어방식: 정전용량 센서식 인버터를 적용한 연속급수 시스템(수위변동폭이 적음) 부하량에 따라 회전수를 조정하며 연속적으로 가동시킴	맥도넬 수위 조절기에 의한 급수펌프 ON-OFF(간헐급수)
급수 편차	최고 10mm	최고 100mm
건도	인버터 연속급수로 일정한 건도가 유지됨(건도:98%이상)	간헐급수로 인한 증기압력 및 건도가 저하됨
보일러 제어	MICOM AUTO TOUCH CONTROL. 터치스크린을 적용하여 운전 조작성이 간편하며 보일러 운전 이력등의 관리가 편리함	마그네틱 스위치 조작 판별 기계식 운전방식에 따른 보일러 운전 이력 관리 기능이 없다. 수동 조작에 의한 인력 관리가 필수적이다.
블로우 다운 시스템(흡선선택사양)	자동 상,하 블로우 다운장치 내장형 (지멘스 전자동 제품임)	
소음	인버터적용으로 소음 감소(약 10%)	정격출력가동 방식에 의한 소음 유지

마. 기대효과

노후된 저효율 보일러를 고효율 보일러로 교체할 시 기대되는 절감효과는 다음과 같다.

연료절감량 [천 m ³ /년]	절감량 [toe/년]	절감율 [%]	절감액 [백만원/년]	투자비 [백만원]	투자회수기간 [년]	온실가스 저감량[tc/년]
108.28	116.5	3.12	96.67	287.5	2.97	73.99

(1) 계산기준

- 보일러(6,000,000kcal/h) 1대 교체 기준 적용.
- 현재 보일러 운전효율 적용: 84%
- 인버터 콘덴싱보일러 운전효율 적용: 98%
- LNG 저위발열량: 9,550[kcal/Nm³]
- LNG 연료단가(12년 3월 단가 적용): 885[원/Nm³]
- 동절기 5개월 × 8[시간/일] × 부하율 80% 적용.
- 전력단가(11년 평균 전력단가 적용): 82.1[원/kWh]

(2) 노후보일러 교체 시 경제성 산출

(가) [노통연관 중, 온수보일러] 경제성 산출 - 교체 전

$$\begin{aligned} \therefore \text{시간당 연료소비량} &= \frac{\text{최대연속발생열량}[kcal/h]}{\text{연료의 저위발열량}[kcal/Nm^3] \times \text{효율}[\%]} [Nm^3/h] \\ &= \frac{6,000,000[kcal/h]}{9,550[kcal/Nm^3] \times 0.84} [Nm^3/h] \\ &= 748[Nm^3/h] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{연간 연료소비량} &= \text{시간당 연료소비량} [Nm^3/h] \times \text{동절기} 5[\text{월/년}] \times 30[\text{일/월}] \\ &\quad \times 8[hr/\text{일}] \times \text{부하율} 80\% \\ &= 748[Nm^3/h] \times 5[\text{월/년}] \times 30[\text{일/월}] \times 8[hr/\text{일}] \times 0.8 \\ &= 718,080[Nm^3/\text{년}] \\ &= 718,080[Nm^3/\text{년}] \times \text{LNG단가} 885[\text{원}/Nm^3] \\ &= 635.5[\text{백만원/년}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{예열시 연료소비량} &= \text{시간당 연료소비량} [Nm^3/h] \times \text{동절기} 5[\text{월/년}] \times 30[\text{일/월}] \\ &\quad \times 8[\text{분}/60\text{분}] \times \text{부하율} 80\% \\ &= 748[Nm^3/h] \times 5[\text{월/년}] \times 30[\text{일/월}] \times 8[\text{분}/60\text{분}] \times 0.8 \\ &= 11,968[Nm^3/\text{년}] \\ &= 11,968[Nm^3/\text{년}] \times \text{LNG단가} 885[\text{원}/Nm^3] \\ &= 10.6[\text{백만원/년}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{FD Fan 전력소모량} &= \text{정격 동력}[kW] \times \text{동절기} 5[\text{월/년}] \times 30[\text{일/월}] \times 8[hr/\text{일}] \\ &= 22[kW] \times 5[\text{월/년}] \times 30[\text{일/월}] \times 8[hr/\text{일}] \\ &= 26,400[kWh/\text{년}] \\ &= 26,400[kWh/\text{년}] \times \text{전력단가} 82.1[\text{원}/kWh] \\ &= 2.17[\text{백만원/년}] \end{aligned}$$

(나) [인버터 콘덴싱 중, 온수보일러] 경제성 산출 - 교체 후

$$\begin{aligned} \therefore \text{시간당 연료소비량} &= \frac{\text{최대연속발생열량}[kcal/h]}{\text{연료의 저위발열량}[kcal/Nm^3] \times \text{효율}[\%]} [Nm^3/h] \\ &= \frac{6,000,000[kcal/h]}{9,550[kcal/Nm^3] \times 0.98} [Nm^3/h] \\ &= 641[Nm^3/h] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{연간 연료소비량} &= \text{시간당 연료소비량} [Nm^3/h] \times \text{동절기} 5[\text{월/년}] \times 30[\text{일/월}] \\ &\quad \times 8[hr/\text{일}] \times \text{부하율} 80\% \\ &= 641[Nm^3/h] \times 5[\text{월/년}] \times 30[\text{일/월}] \times 8[hr/\text{일}] \times 0.8 \\ &= 615,360[Nm^3/\text{년}] \\ &= 615,360[Nm^3/\text{년}] \times \text{LNG단가} 885[\text{원}/Nm^3] \\ &= 544.6[\text{백만원/년}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\therefore \text{예열시 연료소비량} &= \text{시간당연료소비량} [Nm^3/h] \times \text{동절기} 5[\text{월/년}] \times 30[\text{일/월}] \\
&\quad \times 5[\text{분/60분}] \times \text{부하율} 80\% \\
&= 641 [Nm^3/h] \times 5[\text{월/년}] \times 30[\text{일/월}] \times 5[\text{분/60분}] \times 0.8 \\
&= 6,410 [Nm^3/\text{년}] \\
&= 6,410 [Nm^3/\text{년}] \times \text{LNG단가} 885[\text{원}/Nm^3] \\
&= 5.7[\text{백만원/년}]
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\therefore \text{FD Fan 전력소모량} &= \text{동력} [kW] \times 5[\text{월/년}] \times 30[\text{일/월}] \times 8[\text{hr/일}] \times \text{인버터} 40\% \\
&= 22 [kW] \times 5[\text{월/년}] \times 30[\text{일/월}] \times 8[\text{hr/일}] \times 0.6 \\
&= 15,840 [kWh/\text{년}] \\
&= 15,840 [kWh/\text{년}] \times \text{전력단가} 82.1[\text{원}/kWh] \\
&= 1.3[\text{백만원/년}]
\end{aligned}$$

(다) 노후보일러 교체 시 경제성 산출 결과

구 분	단 위	노통연관 보일러	인버터 콘덴싱보일러	절감량
연간 연료소비량	[Nm ³ /년]	718,080	615,360	102,720
연간 연료소비액	[백만원/년]	635.5	544.6	90.9
예열시 연료소비량	[Nm ³ /년]	11,968	6,410	5,558
예열시 연료소비액	[백만원/년]	10.6	5.7	4.9
FD Fan 전력소비량	[kWh/년]	26,400	15,840	10,560
FD Fan 전력소비액	[백만원/년]	2.17	1.3	0.87

(3) 연간 연료 절감량

$$\begin{aligned}
&= \text{연간 연료절감량 합계} [Nm^3/\text{년}] \\
&= (102,720 + 5,558) [Nm^3/\text{년}] \\
&= 108,278 [Nm^3/\text{년}] \\
&= 108,278 [Nm^3/\text{년}] \times 0.0000442 [TJ/Nm^3] \\
&= 4.79 [TJ/\text{년}] \\
&= 108.278 [\text{천m}^3/\text{년}] \times 1.055 [\text{LNG toe 환산계수}] \\
&= 114.23 [\text{toe}/\text{년}]
\end{aligned}$$

(4) 연간 전력 절감량

$$\begin{aligned}
&= \text{FD Fan 연간 전력절감량} [kWh/\text{년}] \\
&= 10,560 [kWh/\text{년}] \\
&= 10.56 [MWh/\text{년}] \times 0.215 [\text{전력 toe 환산계수}] \\
&= 2.27 [\text{toe}/\text{년}]
\end{aligned}$$

(5) 연간 에너지 절감율

$$\begin{aligned} &= (\text{연료 절감량} + \text{전력절감량})[\text{toe/년}] / 2011\text{년 에너지사용량} \\ &\quad [\text{toe/년}] \times 100 \\ &= (114.23 + 2.27)[\text{toe/년}] / 3,729.6[\text{toe/년}] \times 100 \\ &= 3.12[\%] \end{aligned}$$

(6) 연간 연료 및 전력절감액

$$\begin{aligned} &= (\text{연료(LNG) 절감액} + \text{전력절감액})[\text{백만원/년}] \\ &= (90.9 + 4.9 + 0.87)[\text{백만원/년}] \\ &= 96.67[\text{백만원/년}] \end{aligned}$$

(7) 투자비

- 인버터 콘덴싱보일러 1식: 250.0[백만원]
- 간접비 15% 적용: 37.5[백만원]
- 투자비 계: 287.5[백만원]

(8) 투자비 회수기간

$$\begin{aligned} &= \text{투자비}[\text{백만원}] / \text{연간 연료절감액}[\text{백만원/년}] \\ &= 287.5[\text{백만원}] / 96.67[\text{백만원/년}] \\ &= 2.97[\text{년}] \end{aligned}$$

(9) 온실가스 저감량

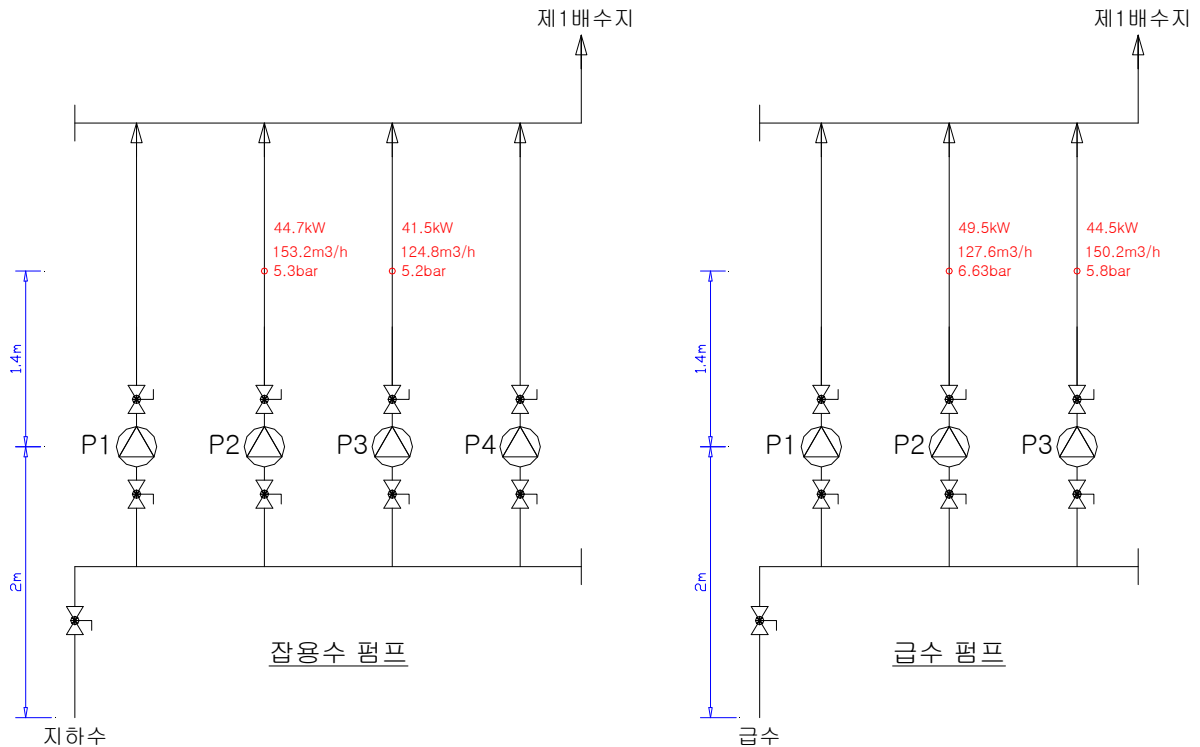
$$\begin{aligned} &= (\text{연료(LNG) 절감량}[\text{toe/년}] \times 0.637[\text{tC/toe}]) \\ &\quad + \text{전력절감량}[\text{MWh/년}] \times (12/44)[\text{C/C02}] \times 0.424[\text{tC02/MWh}] \\ &= (114.23[\text{toe/년}] \times 0.637[\text{tC/toe}]) + (10.56 \times (12/44) \times 0.424) \\ &= 73.99[\text{tC/년}] \end{aligned}$$

3. 제1펌프장 급수 및 잡용수 펌프를 적정용량 사용 개선으로 소비전력절감

가. 현황

당 사업소의 제1펌프장 급수펌프는 강남권 상수원의 배관에서 급수를 제1배수지로 공급하고, 잡용수펌프는 지하수를 양수하여 제1배수지로 공급하고 있다.

진단당시 급수 및 잡용수펌프는 각각 1대씩 가동하고 있었으나, 펌프의 성능분석을 위하여 각각 2대씩 교대운전을 하여 측정을 하였으며, 펌프의 운전계통도 및 운전현황은 다음과 같다.



[그림3-1] 제1펌프장 급수 및 잡용수펌프 운전계통도

- 급수펌프: 3대 중 1대운전, 연 365일 × 24[시간/일] 운전
- 잡용수펌프: 4대 중 1대운전, 연 365일 × 6[시간/일] 운전

[표3-1] 제1펌프장 급수 및 잡용수펌프 운전현황

구 분		단 위	#1	#2	#3	#1	#2	#3	#4
정격치	기기 명칭	-	급수펌프			잡용수펌프			
	축동력	[kW]	31.6	31.6	30.0	31.6	30.0	31.6	31.6
	모터 용량	[kW]	37	37	37	37	37	37	37
	유 량	[m ³ /h]	100.2	100.2	94.8	100.2	94.8	100.2	100.2
	정격 원단위	[kWh/m ³]	0.3693	0.3693	0.3903	0.3693	0.3903	0.3693	0.3693
	양 정	[m]	80	80	80	80	80	80	80
	펌프 효율	[%]	69	69	69	69	69	69	69
	전동기 효율	[%]	94.1	94.1	91.2	93.0	91.2	93.0	93.0
	인버터 효율	[%]	-	-	-	-	-	-	-
	종합 효율	[%]	64.9	64.9	62.9	64.2	62.9	64.2	64.2
측정치	측정전력	[kW]	-	49.5	44.5	-	44.7	41.5	-
	모터 부하율	[%]	-	126	110	-	110	104	-
	측정유량	[m ³ /h]	-	127.6	150.2	-	153.2	124.8	-
	운전 원단위	[kWh/m ³]	-	0.3879	0.2963	-	0.2918	0.3325	-
	토출양정	[m]	-	67.7	59.4	-	54.4	53.4	-
	흡입양정	[m]	-	2	2	-	2	2	-
	운전양정	[m]	-	69.7	61.4	-	56.4	55.4	-
	시스템양정	[m]	-	-	-	-	-	-	-
	수동력	[kW]	-	24.2	25.1	-	23.5	18.8	-
	축동력	[kW]	-	46.6	40.6	-	40.8	38.6	-
	운전효율	[%]	-	52.0	61.9	-	57.7	48.8	-
	시스템효율	[%]	-	-	-	-	-	-	-
	연 운전시간	hr/년	-	8,760	-	-	-	2,190	-
	펌프 설치년도	년월	1992.12	1992.12	2011.08	2008.11	2011.09	2002.01	2007.03

※ 펌프의 정격효율은 제조사의 해당모델 일반적인 사양서를 기준으로 적용함.

※ 연 운전시간은 급수 및 잡용수펌프 1대 운전기준으로 적용함.

(1) 산출근거

- 종합효율(%) = $\left(\frac{\text{펌프효율}(\%)}{100} \times \frac{\text{모터효율}(\%)}{100} \times \frac{\text{인버터효율}(\%)}{100}\right) \times 100$
- 모터 부하율(%) = $\left(\frac{\text{측정전력}(kW) \times (\text{정격모터효율}(\%)/100)}{\text{정격모터출력}(kW)}\right) \times 100$
- 토출양정(m) = 게이지압력계의 압력과 펌프의 수준의 차를 가산한 값
 - ∴ [급수펌프-2호기] : $(6.63[kg/cm^2] \times 10) + 1.4[m] = 67.7[m]$
 - ∴ [급수펌프-3호기] : $(5.8[kg/cm^2] \times 10) + 1.4[m] = 59.4[m]$
 - ∴ [잡용수펌프-2호기] : $(5.3[kg/cm^2] \times 10) + 1.4[m] = 54.4[m]$
 - ∴ [잡용수펌프-3호기] : $(5.2[kg/cm^2] \times 10) + 1.4[m] = 53.4[m]$
- 흡입양정(m) = 2m (모두 동일적용)
- 운전양정(m) = 토출양정 - 흡입양정
- 실양정(ha) = 토출측 수위와 흡입측 수위와의 높이 (약 50m 추정)
- 수동력[kW] = $\frac{\text{비중량}(kgf/m^3) \times \text{측정유량}(m^3/s) \times \text{운전양정}(m)}{102(kgf \cdot m/s)}$
 - ∴ [급수펌프-2호기] = $\frac{1,000 \times 127.6/3,600 \times 69.7}{102} = 24.2[kW]$
 - ∴ [급수펌프-3호기] = $\frac{1,000 \times 150.2/3,600 \times 61.4}{102} = 25.1[kW]$
 - ∴ [잡용수펌프-2호기] = $\frac{1,000 \times 153.2/3,600 \times 56.4}{102} = 23.5[kW]$
 - ∴ [잡용수펌프-3호기] = $\frac{1,000 \times 124.8/3,600 \times 55.4}{102} = 18.8[kW]$
- 축동력[kW] = $\frac{\text{수동력}(kW)}{\text{펌프운전효율}(\eta_p)}$
 - ∴ [급수펌프-2호기] = $\frac{24.2(kW)}{52.0(\%)/100} = 46.6[kW]$
 - ∴ [급수펌프-3호기] = $\frac{25.1(kW)}{61.9(\%)/100} = 40.6[kW]$
 - ∴ [잡용수펌프-2호기] = $\frac{23.5(kW)}{57.7(\%)/100} = 40.8[kW]$
 - ∴ [잡용수펌프-3호기] = $\frac{18.8(kW)}{48.8(\%)/100} = 38.6[kW]$

- 운전효율 = 운전양정을 기준으로 하여 전동기 효율이 포함된 효율

$$\therefore \text{운전효율}(\%) = \frac{\text{수동력 [kW]}}{\text{측정전력 [kW]} \times \text{전동기효율}(\eta_m) \times \text{인버터효율}(\eta_i)}$$

$$\therefore [\text{급수펌프} - 2\text{호기}] = \frac{24.2[\text{kW}]}{49.5[\text{kW}] \times 0.941} \times 100 = 52.0[\%]$$

$$\therefore [\text{급수펌프} - 3\text{호기}] = \frac{25.1[\text{kW}]}{44.5[\text{kW}] \times 0.912} \times 100 = 61.9[\%]$$

$$\therefore [\text{잡용수펌프} - 2\text{호기}] = \frac{23.5[\text{kW}]}{44.7[\text{kW}] \times 0.912} \times 100 = 55.7[\%]$$

$$\therefore [\text{잡용수펌프} - 3\text{호기}] = \frac{18.8[\text{kW}]}{41.5[\text{kW}] \times 0.93} \times 100 = 48.8[\%]$$

- 시스템효율 = 정격유량 및 시스템양정을 기준으로 하여 전동기효율이 포함된 효율.

$$\therefore \text{시스템효율}(\%) = \frac{\text{비중량 [kg/m}^3\text{]} \times \text{정격유량 [m}^3\text{/s]} \times \text{시스템양정 [m]}}{102[\text{kg.m/s}] \times \text{측정전력 [kW]} \times \text{모터효율} \times \text{인버터효율}} \times 100[\%]$$

[표3-2] 제1펌프장 급수 및 잡용수 펌프 운전유량 부하율 및 운전효율 현황

구분	단위	급수펌프			잡용수펌프				비고
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#4	
정격유량	m ³ /h	100.2	100.2	94.8	100.2	94.8	100.2	100.2	A
운전유량	m ³ /h	-	127.6	150.2	-	153.2	124.8	-	B
운전유량 부하율	%	-	127.3	158.4	-	161.6	124.6	-	[B/A] × 100
정격양정	M	80	80	80	80	80	80	80	
운전양정	M	-	69.7	61.4	-	56.4	55.4	-	
정격효율	%	69	69	69	69	69	69	69	
운전효율	%	-	52.0	61.9	-	57.7	48.8	-	
정격 원단위	kWh/m ³	0.3693	0.3693	0.3903	0.3693	0.3903	0.3693	0.3693	
운전 원단위	kWh/m ³	-	0.3879	0.2963	-	0.2918	0.3325	-	
연 가동시간	hr/년	8,760			2,190				



[그림3-2] 제1펌프장 급수 및 잡용수 펌프 유량측정사진

나. 문제점

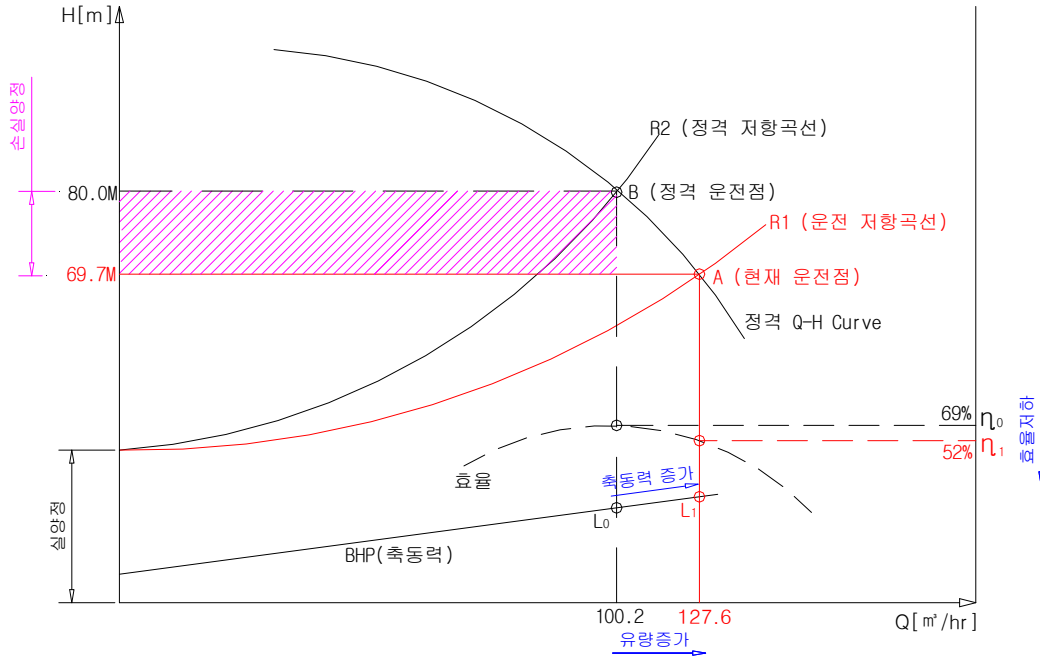
현재 운전치(측정치) 기준 각 펌프의 정격유량 대비 운전유량 부하율을 비교해 보면,

[급수펌프]는 127.2~158.4%로써 정격유량보다 27.2~58.4% 과유량으로 운전하고 있으며, 양정 또한 정격양정 80M 대비 운전양정은 61.4~69.4M로서 저양정으로 운전하고 있으므로, 운전효율이 52.0~61.9%로써 정격효율 69%보다 7.1~17% 현저히 낮게 운전됨으로서 에너지손실을 초래하고 있음.

→ 특히 급수펌프 2호기는 노후되어 운전시 Shaft 측면 미케니컬 시일 마모로 인해 누수가 많이 되고 있었으며, 그로인해 펌프효율이 52%로서 저효율로 운전되고 있음.

[잡용수펌프] 또한 운전유량 부하율이 124.6~161.6%로써 정격유량보다 24.6~61.6% 과유량으로 운전하고 있으며, 양정 또한 정격양정 80M 대비 운전양정은 56.4~55.4M로서 저양정으로 운전하고 있으므로, 운전효율이 48.8~57.7%로써 정격효율 69%보다 11.3~20.2% 현저히 낮게 운전됨으로서 에너지손실을 초래하고 있음.

펌프는 정격운전점에서 운전시 효율이 가장 좋으므로, 현재 급수 및 잡용수펌프 대부분은 최고 효율점(정격 효율점)을 벗어난 운전으로 인한 펌프효율이 저하된 상태에서 운전되고 있음.



[그림3-3] [급수펌프-2호기] 운전곡선도(Q-H 곡선) 예시

다. 개선방안

진단 당시 측정한 급수 및 잡용수 펌프의 운전점 기준, 적정 필요유량 및 필요양정을 고려하여 적합한 펌프를 선정, 교체 사용할 시에 성능 저하된 펌프의 효율개선으로 불필요한 전력소모를 절감할 수 있음.

→ 정격원단위 보다 운전원단위가 큰 [급수펌프 2호기]를 교체 적용

구분	단위	급수펌프			잡용수펌프			
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#4
모터 용량	kW	37	37	37	37	37	37	37
정격 유량	m³/h	100.2	100.2	94.8	100.2	94.8	100.2	100.2
정격 원단위	kWh/m³	0.3693	0.3693	0.3903	0.3693	0.3903	0.3693	0.3693
측정전력	[kW]	-	49.5	44.5	-	44.7	41.5	-
측정유량	m³/h	-	127.6	150.2	-	153.2	124.8	-
운전 원단위	kWh/m³	-	0.3879	0.2963	-	0.2918	0.3325	-
연 가동시간	hr/년	8,760			2,190			

또한, 펌프선정시 Maker업체의 펌프를 선정바라며 반드시 Test를 하고 구입을 해야 하며, 적정용량 펌프로 교체 시 소비동력 계산식은 아래와 같다.

$$\therefore P = \frac{r \times Q \times H}{102 \times \eta_p \times \eta_m} [kW]$$

[r:비중량(kg/m³), Q:필요유량(m³/s), H:필요양정(m), η_p, η_m 펌프 및 모터효율]

라. 기대효과

제1펌프장 급수펌프를 적정용량펌프로 교체 사용할 시 기대되는 전력절감 기대효과는 다음과 같다.

전력절감량 [MWh/년]	절감량 [toe/년]	절감율 [%]	절감액 [백만원/년]	투자비 [백만원]	투자회수기간 [년]	온실가스 저감량[tc/년]
122.64	26.37	0.71	10.07	13.8	1.37	14.18

(1) 적용 기준

- 진단당시 측정한 정격원단위보다 운전원단위가 큰 [급수펌프 2호기]만 적정용량 펌프로 교체 적용
- 측정당시 운전유량(127.6m³/h) 및 운전양정(69.7m)을 고려하여 적정펌프 선정
- [급수펌프 2호기] 정격 모터효율: 94.1% 적용.(기존모터는 그대로 사용함)
- 교체대상 펌프 효율: 고효율(73%) 펌프 적용
- [급수펌프 2호기] 연 가동시간: 8,760[hr/년]
- 2011년 평균 전력단가: 82.1[원/kWh]

※교체대상 적정펌프 사양 예시 → “펌프 운전유량 기준 적정양정 선정”

구 분	필요 유량		교체대상 적정펌프 사양 (운전양정 적용)					
	유량 [m ³ /hr]	양정 [M]	적용유량 [m ³ /hr]	양정 [M]	운전동력 [kW]	적용동력 [kW]	펌프 효율[%]	전동기 효율[%]
급수펌프 2호기	127.6	69.7	128	70	35.5	37	73	94.1

(가) [급수펌프-2호기] 교체대상 펌프 소비동력 계산:

$$\therefore P = \frac{r \times Q \times H}{102 \times \eta_p \times \eta_m} = \frac{1,000 \times 128 / 3,600 \times 70}{102 \times 0.73 \times 0.941} = 35.5 [kW]$$

(나) 절감전력 = ([급수펌프-2호기] 측정전력 - 교체대상 펌프 소비 전력)[kW]

$$= 49.5 [kW] - 35.5 [kW]$$
$$= 14 [kW]$$

(2) 연간 전력 절감량

$$= \text{절감전력} [kW] \times \text{급수펌프 연평균 가동시간} [hr/\text{년}]$$
$$= 14 [kW] \times 8,760 [hr/\text{년}]$$
$$= 122,640 [kWh/\text{년}]$$
$$= 122.64 [MWh/\text{년}] \times 0.009 [TJ/MWh]$$
$$= 1.1 [TJ/\text{년}]$$
$$= 122.64 [MWh/\text{년}] \times 0.215 [toe/MWh] \rightarrow \text{전력 toe 환산계수}$$
$$= 26.37 [toe/\text{년}]$$

(3) 연간 에너지 절감율

$$= \text{전력 절감량} [toe/\text{년}] / 2011\text{년 에너지사용량} [toe/\text{년}] \times 100$$
$$= 26.37 [toe/\text{년}] / 3,729.6 [toe/\text{년}] \times 100$$
$$= 0.71 [\%]$$

(4) 연간 전력 절감액

$$= \text{연간 전력절감량} [kWh/\text{년}] \times 2011\text{년 평균 전력단가} [원/kWh]$$
$$= 122,640 [kWh/\text{년}] \times 82.1 [원/kWh]$$
$$= 10.07 [\text{백만원}/\text{년}]$$

(5) 투자비

- 교체펌프 1Set: 10.0[백만원] → 기존모터는 그대로 사용함.
- 배관 및 잡자재, 시공비: 2.0[백만원]
- 간접비(직접비의 15%적용): 1.8[백만원]
- 투자비 계: 13.8[백만원]

(6) 투자비 회수기간

$$\begin{aligned} &= \text{투자비[백만원]} / \text{연간 전력 절감액[백만원/년]} \\ &= 13.8[\text{백만원}] / 10.07[\text{백만원/년}] \\ &= 1.37[\text{년}] \end{aligned}$$

(7) 온실가스 저감량

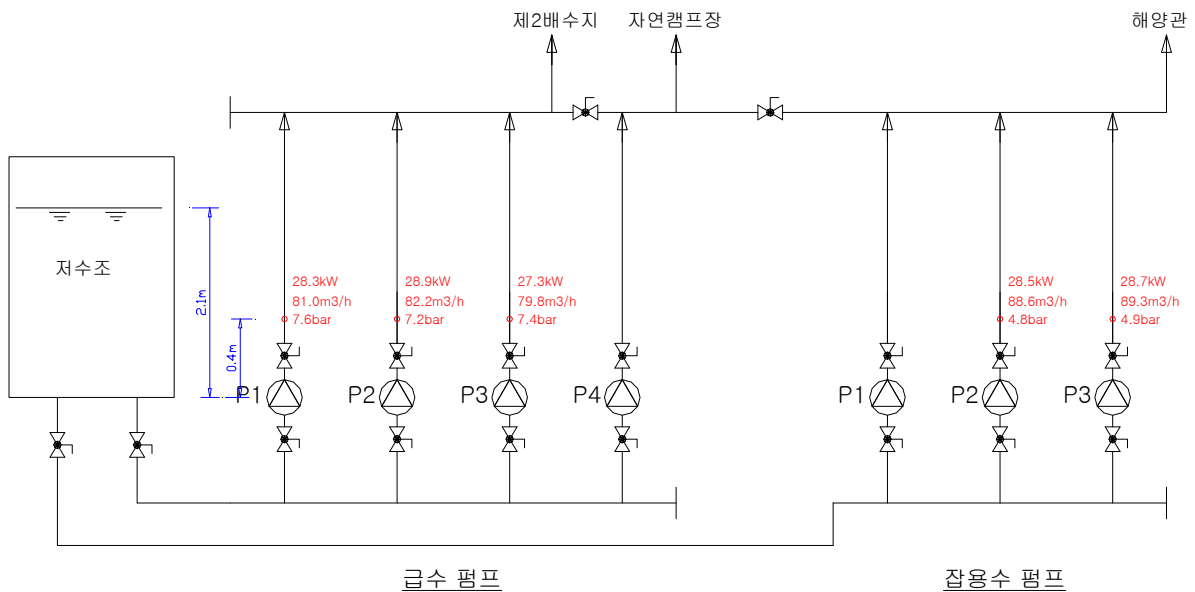
$$\begin{aligned} &= \text{전력절감량[MWh/년]} \times (12/44)[\text{C/C02}] \times 0.424[\text{tC02/MWh}] \\ &= \{122.64 \times (12/44) \times 0.424\}[\text{tC/년}] \\ &= 14.18[\text{tC/년}] \end{aligned}$$

4. 제2펌프장 급수 및 잡용수 펌프를 적정용량 사용 개선으로 소비전력절감

가. 현황

당 사업소의 제2펌프장 3대의 급수펌프는 제2배수지로 급수를 공급하고, 3대의 잡용수펌프는 해양관으로 용수를 공급, 1대의 급수펌프는 자연캠프장으로 급수를 공급하고 있다.

진단당시 급수펌프는 1대가 가동하고, 잡용수펌프는 2대가 가동하고 있었으나, 펌프의 성능분석을 위하여 각 펌프를 교대운전을 하여 측정을 하였으며, 펌프의 운전계통도 및 운전현황은 다음과 같다.



[그림4-1] 제2펌프장 급수 및 잡용수펌프 운전계통도

- 급수펌프(제2배수지): 3대 중 1대운전, 연 365일 × 24[시간/일] 운전
- 급수펌프(자연캠프장): 1대 중 1대운전, 연 200일 × 1[시간/일] 운전
- 잡용수펌프(해양관): 3대 중 2대운전, 연 365일 × 8[시간/일] 운전

[표4-1] 제2펌프장 급수 및 잡용수펌프 운전현황

구 분		단 위	#1	#2	#3	#1	#2	#3	자연캠 프장
정격치	기기 명칭	-	급수펌프			잡용수펌프			급수 펌프
	축동력	[kW]	22.0	22.0	22.0	19.5	19.5	19.5	18.0
	모터 용량	[kW]	30	30	30	30	30	30	37
	유 량	[m ³ /h]	90	90	90	60	60	60	36
	정격 원단위	[kWh/m ³]	0.3333	0.3333	0.3333	0.5	0.5	0.5	1.0277
	양 정	[m]	60	60	60	80	80	80	127
	펌프 효율	[%]	67	67	67	67	67	67	69
	전동기 효율	[%]	90.2	90.2	91.2	94.1	90.2	90.2	91.7
	인버터 효율	[%]	-	-	-	-	-	-	-
	종합 효율	[%]	60.4	60.4	61.1	63.0	60.4	60.4	63.3
측정치	측정전력	[kW]	28.3	28.9	27.3	-	28.5	28.7	-
	모터 부하율	[%]	85.1	86.9	83.0	-	85.7	86.3	-
	측정유량	[m ³ /h]	81.0	82.2	79.8	-	88.6	89.3	-
	운전 원단위	[kWh/m ³]	0.3494	0.3516	0.3421	-	0.3217	0.3214	-
	토출양정	[m]	74.7	72.7	76.7	-	48.4	49.4	-
	흡입양정	[m]	2.1	2.1	2.1	-	2.1	2.1	-
	운전양정	[m]	72.6	70.6	74.6	-	46.3	47.3	-
	시스템양정	[m]	-	-	-	-	-	-	-
	수동력	[kW]	16.0	15.8	16.2	-	11.2	11.5	-
	축동력	[kW]	25.5	26.1	24.9	-	25.7	25.9	-
	운전효율	[%]	62.7	60.6	65.1	-	43.4	44.4	-
	시스템효율	[%]	-	-	-	-	-	-	-
	연 운전시간	hr/년	8,760			-	2,920	2,920	-
펌프 설치년도	년월	1999.10	1999.10	1997.12	1996.10	2011.09	2011.09	1995.09	

※ 펌프의 정격효율은 제조사의 해당모델 일반적인 사양서를 기준으로 적용함.

(1) 산출근거

$$- \text{종합효율}(\%) = \left(\frac{\text{펌프효율}(\%)}{100} \times \frac{\text{모터효율}(\%)}{100} \times \frac{\text{인버터효율}(\%)}{100} \right) \times 100$$

$$- \text{모터 부하율}(\%) = \left(\frac{\text{측정전력}(kW) \times (\text{정격모터효율}(\%)/100)}{\text{정격모터출력}(kW)} \right) \times 100$$

- 토출양정(m) = 게이지압력계의 압력과 펌프의 수준의 차를 가산한 값

$$\therefore [\text{급수펌프-1호기}] : (7.4[kg/cm^2] \times 10) + 0.7[m] = 74.7[m]$$

$$\therefore [\text{급수펌프-2호기}] : (7.2[kg/cm^2] \times 10) + 0.7[m] = 72.7[m]$$

$$\therefore [\text{급수펌프-3호기}] : (7.6[kg/cm^2] \times 10) + 0.7[m] = 76.7[m]$$

$$\therefore [\text{잡용수펌프-2호기}] : (4.8[kg/cm^2] \times 10) + 0.4[m] = 48.4[m]$$

$$\therefore [\text{잡용수펌프-3호기}] : (4.9[kg/cm^2] \times 10) + 0.4[m] = 49.4[m]$$

- 흡입양정(m) = 2.1m (모두 동일적용)

- 운전양정(m) = 토출양정 - 흡입양정

- 실양정(ha) = 토출측 수위와 흡입측 수위와의 높이 (약 60m 추정)

$$- \text{수동력}[kW] = \frac{\text{비중량}(kgf/m^3) \times \text{측정유량}(m^3/s) \times \text{운전양정}(m)}{102(kgf.m/s)}$$

$$\therefore [\text{급수펌프-1호기}] = \frac{1,000 \times 81/3,600 \times 72.6}{102} = 16.0[kW]$$

$$\therefore [\text{급수펌프-2호기}] = \frac{1,000 \times 82.2/3,600 \times 70.6}{102} = 15.8[kW]$$

$$\therefore [\text{급수펌프-3호기}] = \frac{1,000 \times 79.8/3,600 \times 74.6}{102} = 16.2[kW]$$

$$\therefore [\text{잡용수펌프-2호기}] = \frac{1,000 \times 88.6/3,600 \times 46.3}{102} = 11.2[kW]$$

$$\therefore [\text{잡용수펌프-3호기}] = \frac{1,000 \times 89.3/3,600 \times 47.3}{102} = 11.5[kW]$$

$$- \text{축동력}[kW] = \frac{\text{수동력}(kW)}{\text{펌프운전효율}(\eta_p)}$$

$$\therefore [\text{급수펌프-1호기}] = \frac{16.0(kW)}{62.7(\%)/100} = 25.5[kW]$$

$$\therefore [\text{급수펌프-2호기}] = \frac{15.8(kW)}{60.6(\%)/100} = 26.1[kW]$$

$$\begin{aligned} \therefore [\text{급수펌프} - 3\text{호기}] &= \frac{16.2(kW)}{65.1(\%)/100} = 24.9[kW] \\ \therefore [\text{잡용수펌프} - 2\text{호기}] &= \frac{11.2(kW)}{43.4(\%)/100} = 25.7[kW] \\ \therefore [\text{잡용수펌프} - 3\text{호기}] &= \frac{11.5(kW)}{44.4(\%)/100} = 25.9[kW] \end{aligned}$$

- 운전효율 = 운전양정을 기준으로 하여 전동기 효율이 포함된 효율

$$\therefore \text{운전효율}(\%) = \frac{\text{수동력}[kW]}{\text{측정전력}[kW] \times \text{전동기효율}(\eta_m) \times \text{인버터효율}(\eta_i)}$$

$$\therefore [\text{급수펌프} - 1\text{호기}] = \frac{25.5[kW]}{28.3[kW] \times 0.902} \times 100 = 62.7[\%]$$

$$\therefore [\text{급수펌프} - 2\text{호기}] = \frac{26.1[kW]}{28.9[kW] \times 0.902} \times 100 = 60.6[\%]$$

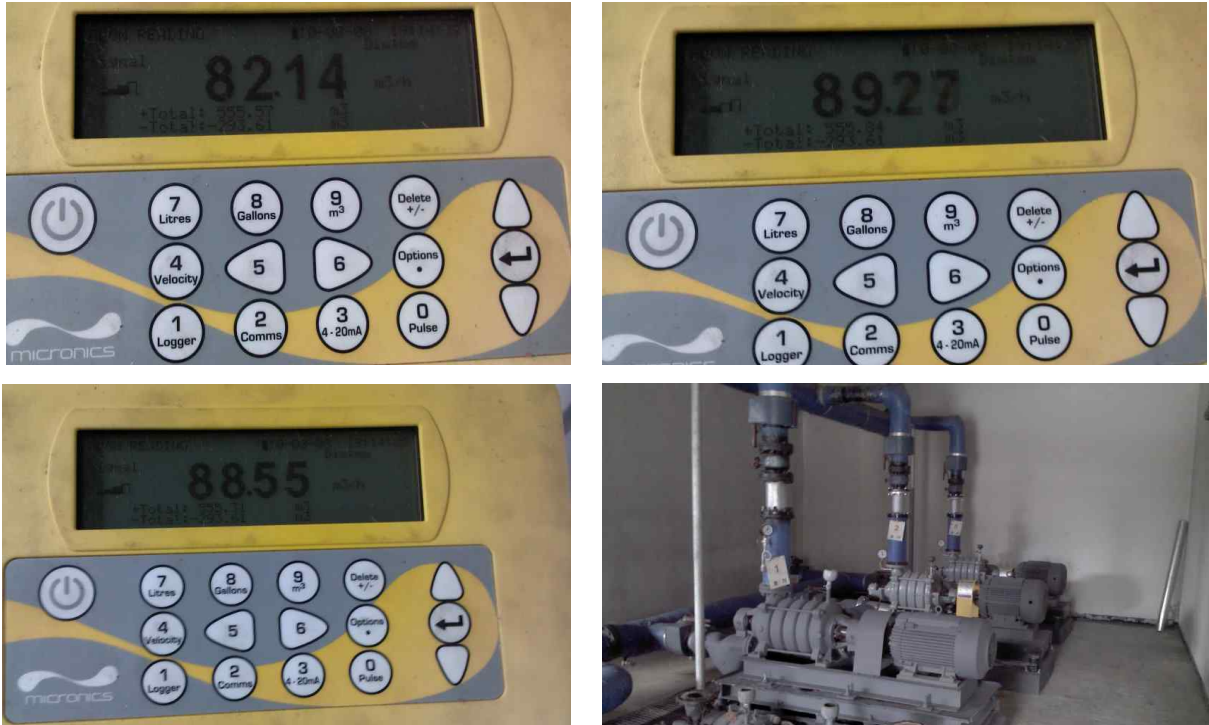
$$\therefore [\text{급수펌프} - 3\text{호기}] = \frac{24.9[kW]}{27.3[kW] \times 0.912} \times 100 = 65.1[\%]$$

$$\therefore [\text{잡용수펌프} - 2\text{호기}] = \frac{25.7[kW]}{28.5[kW] \times 0.902} \times 100 = 43.4[\%]$$

$$\therefore [\text{잡용수펌프} - 3\text{호기}] = \frac{25.9[kW]}{28.7[kW] \times 0.902} \times 100 = 44.4[\%]$$

[표4-2] 제2펌프장 급수 및 잡용수 펌프 운전유량 부하율 및 운전효율 현황

구 분	단 위	급수펌프			잡용수펌프			비 고
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	
정격유량	m ³ /h	90	90	90	60	60	60	A
운전유량	m ³ /h	81.0	82.2	79.8	-	88.6	89.3	B
운전유량 부하율	%	90.0	91.3	88.7	-	147.7	148.8	[B/A] × 100
정격양정	M	60	60	60	80	80	80	
운전양정	M	72.6	70.6	74.6	-	46.3	47.3	
정격효율	%	67	67	67	67	67	67	
운전효율	%	62.7	60.6	65.1	-	43.4	44.4	
정격 원단위	kWh/m ³	0.3333	0.3333	0.3333	0.5	0.5	0.5	
운전 원단위	kWh/m ³	0.3494	0.3516	0.3421	-	0.3217	0.3214	
연 가동시간	hr/년	8,760			-	2,920	2,920	



[그림4-2] 제2펌프장 급수 및 잡용수 펌프 유량측정사진

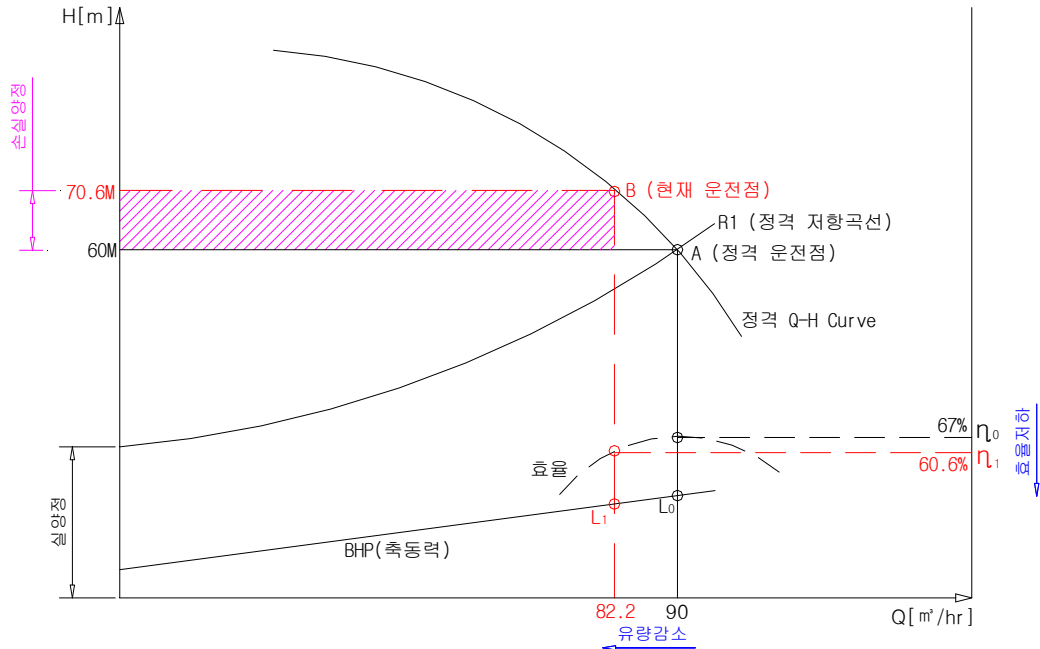
나. 문제점

현재 운전치(측정치) 기준 각 펌프의 정격유량 대비 운전유량 부하율을 비교해 보면,

[급수펌프]는 88.7~91.3%로써 정격유량보다 8.7~11.3% 저유량으로 운전하고 있으며, 양정 또한 정격양정 60M 대비 운전양정은 70.6~74.6M로서 고양정으로 운전하고 있으므로, 운전효율이 60.6~65.1%로서 정격효율 67%보다 1.9~6.4% 현저히 낮게 운전됨으로서 에너지손실을 초래하고 있음.

[잡용수펌프]는 운전유량 부하율이 147.7~148.8%로써 정격유량보다 47.7~48.8% 과유량으로 운전하고 있으며, 양정 또한 정격양정 80M 대비 운전양정은 46.3~47.3M로서 저양정으로 운전하고 있으므로, 운전효율이 43.4~44.4%로서 정격효율 67%보다 22.6~23.6% 현저히 낮게 운전됨으로서 에너지손실을 초래하고 있으나, 정격원단위(0.5kWh/m³) 보다 운전원단위(0.3217kWh/m³)가 낮으므로 잡용수펌프는 그대로 운전하여도 무방하다고 판단됨.

펌프는 정격운전점에서 운전시 효율이 가장 좋으므로, 현재 급수 및 잡용수펌프 대부분은 최고 효율점(정격 효율점)을 벗어난 운전으로 인한 펌프효율이 저하된 상태에서 운전되고 있음.



[그림4-3] [급수펌프-2호기] 운전곡선도(Q-H 곡선) 예시

다. 개선방안

진단 당시 측정된 급수 및 잡용수 펌프의 운전점 기준, 적정 필요유량 및 필요양정을 고려하여 적합한 펌프를 선정, 교체 사용할 시에 성능 저하된 펌프의 효율개선으로 불필요한 전력소모를 절감할 수 있음.

- 급수펌프는 3대 중 1대가 항상 운전하므로, 펌프효율이 가장 낮고 정격원단위 보다 운전원단위가 큰 [급수펌프 2호기]를 교체 적용
- 잡용수펌프는 펌프의 효율이 낮지만, 정격원단위 보다 운전원단위가 작기 때문에 교체대상에서 제외함.

구 분	단 위	급수펌프			잡용수펌프		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3
모터 용량	kW	30	30	30	30	30	30
정격 유량	m³/h	90	90	90	60	60	60
정격 원단위	kWh/m³	0.3333	0.3333	0.3333	0.5	0.5	0.5
측정전력	[kW]	28.3	28.9	27.3	-	28.5	28.7
측정유량	m³/h	81.0	82.2	79.8	-	88.6	89.3
운전 원단위	kWh/m³	0.3494	0.3516	0.3421	-	0.3217	0.3214
운전효율	%	62.7	60.6	65.1	-	43.4	44.4
연 가동시간	hr/년	8,760				2,190	2,190

또한, 펌프선정시 Maker업체의 펌프를 선정바라며 반드시 Test를 하고 구입을 해야 하며, 적정용량 펌프로 교체 시 소비동력 계산식은 아래와 같다.

$$\therefore P = \frac{r \times Q \times H}{102 \times \eta_p \times \eta_m} [kW]$$

[r:비중량(kg/m³), Q:필요유량(m³/s), H:필요양정(m), η_p, η_m 펌프 및 모터효율]

라. 기대효과

제2펌프장 급수펌프를 적정용량펌프로 교체 사용할 시 기대되는 전력절감 기대효과는 다음과 같다.

전력절감량 [MWh/년]	절감량 [toe/년]	절감율 [%]	절감액 [백만원/년]	투자비 [백만원]	투자회수기간 [년]	온실가스 저감량[tc/년]
44.68	9.61	0.26	3.67	8.05	2.19	5.17

(1) 적용 기준

- 급수펌프는 3대 중 1대만 운전하므로, 펌프의 효율이 가장 낮고 정격원단위보다 운전원단위가 큰 [급수펌프 2호기]만 적정용량 펌프로 교체 적용
- 측정당시 운전유량(82.2m³/h) 및 운전양정(70.6m)을 고려하여 적정펌프 선정
- [급수펌프 2호기] 고효율 모터 적용: 94%
- 교체대상 펌프 효율: 고효율(70%) 펌프 적용
- [급수펌프 2호기] 연 가동시간: 8,760[hr/년]
- 2011년 평균 전력단가: 82.1[원/kWh]

※교체대상 적정펌프 사양 예시 → “펌프 운전유량 기준 적정양정 선정”

구 분	필요 유량		교체대상 적정펌프 사양 (운전양정 적용)					
	유량 [m ³ /hr]	양정 [M]	적용유량 [m ³ /hr]	양정 [M]	운전동력 [kW]	적용동력 [kW]	펌프 효율[%]	전동기 효율[%]
급수펌프 2호기	82.2	70.6	82	70	23.8	30	70	94

(가) [급수펌프-2호기] 교체대상 펌프 소비동력 계산:

$$\therefore P = \frac{r \times Q \times H}{102 \times \eta_p \times \eta_m} = \frac{1,000 \times 82 / 3,600 \times 70}{102 \times 0.7 \times 0.94} = 23.8 [kW]$$

(나) 절감전력 = ([급수펌프-2호기] 측정전력 - 교체대상 펌프 소비 전력)[kW]

$$= 28.9 [kW] - 23.8 [kW]$$
$$= 5.1 [kW]$$

(2) 연간 전력 절감량

$$= \text{절감전력} [kW] \times \text{급수펌프 연평균 가동시간} [hr/\text{년}]$$
$$= 5.1 [kW] \times 8,760 [hr/\text{년}]$$
$$= 44,676 [kWh/\text{년}]$$
$$= 44.676 [MWh/\text{년}] \times 0.009 [TJ/MWh]$$
$$= 0.4 [TJ/\text{년}]$$
$$= 44.676 [MWh/\text{년}] \times 0.215 [toe/MWh] \rightarrow \text{전력 toe 환산계수}$$
$$= 9.61 [toe/\text{년}]$$

(3) 연간 에너지 절감율

$$= \text{전력 절감량} [toe/\text{년}] / 2011\text{년 에너지사용량} [toe/\text{년}] \times 100$$
$$= 9.61 [toe/\text{년}] / 3,729.6 [toe/\text{년}] \times 100$$
$$= 0.26 [\%]$$

(4) 연간 전력 절감액

$$= \text{연간 전력절감량} [kWh/\text{년}] \times 2011\text{년 평균 전력단가} [원/kWh]$$
$$= 44,676 [kWh/\text{년}] \times 82.1 [원/kWh]$$
$$= 3.67 [\text{백만원}/\text{년}]$$

(5) 투자비

- 교체펌프 1Set (고효율 모터 30kW 포함): 6.0[백만원]
- 배관 및 잡자재, 시공비: 1.0[백만원]
- 간접비(직접비의 15%적용): 1.05[백만원]
- 투자비 계: 8.05[백만원]

(6) 투자비 회수기간

$$\begin{aligned} &= \text{투자비[백만원]} / \text{연간 전력 절감액[백만원/년]} \\ &= 8.05[\text{백만원}] / 3.67[\text{백만원/년}] \\ &= 2.19[\text{년}] \end{aligned}$$

(7) 온실가스 저감량

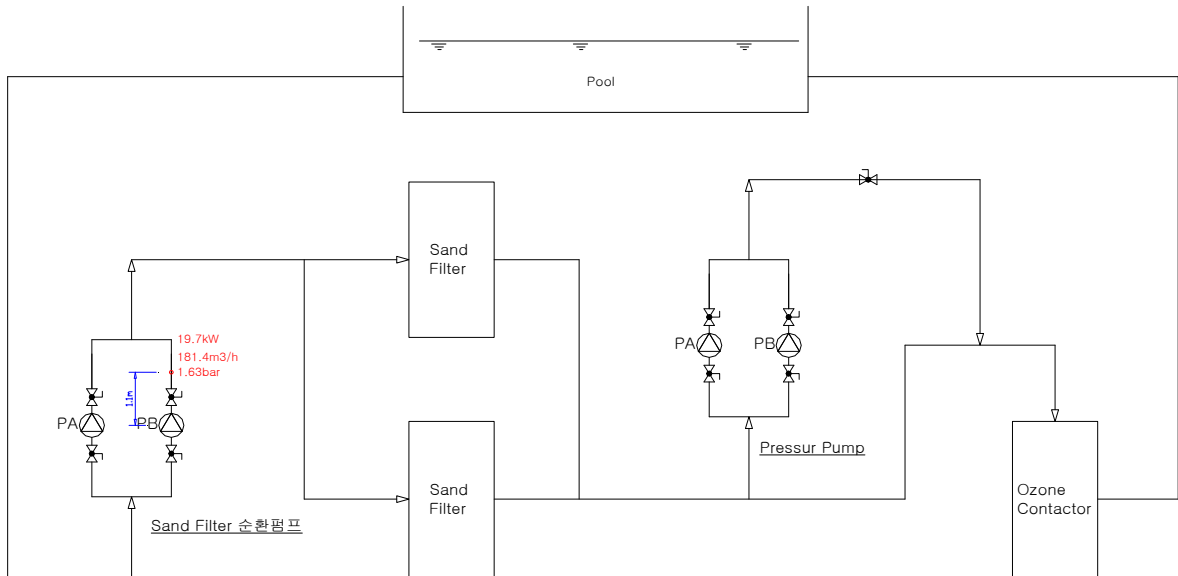
$$\begin{aligned} &= \text{전력절감량[MWh/년]} \times (12/44)[\text{C/C02}] \times 0.424[\text{tC02/MWh}] \\ &= \{44.676 \times (12/44) \times 0.424\}[\text{tC/년}] \\ &= 5.17[\text{tC/년}] \end{aligned}$$

5. 해양관 샌드필터 순환펌프 적정용량 사용 개선으로 소비전력절감

가. 현황

당 사업소의 해양관에는 해수를 순환시키는 총 6대의 샌드필터 순환펌프가 있으며, 3대가 항시 운전을 하고 있다.

진단당시 샌드필터 순환펌프는 3대가 운전하고 있었으며, 샌드필터 순환펌프의 내부 임펠러 및 케이싱 재질은 Stainless 이며, 순환펌프의 운전계통도 및 운전현황은 다음과 같다.



[그림5-1] 해양관 샌드필터 순환펌프 운전계통도(순환펌프 6호기 예시)

[표5-1] 해양관 샌드필터 순환펌프 운전현황

구분		단위	#1	#4	#6	비고
정격치	기기 명칭	-	Sand Filter 순환펌프			
	모터 용량	[kW]	30	30	30	
	유량	[m³/h]	125	125	125	
	정격 원단위	[kWh/m³]	0.24	0.24	0.24	
	양정	[m]	30	30	30	
	펌프 효율	[%]	67	67	67	
	전동기 효율	[%]	90.0	90.0	90.0	
	종합 효율	[%]	60.3	60.3	60.3	

구분	단위	#1	#4	#6	비고	
측정치	측정전력	[kW]	20.7	21.9	19.7	
	모터 부하율	[%]	62.1	65.7	59.1	
	측정유량	[m ³ /h]	191.3	189.6	181.4	
	운전 원단위	[kWh/m ³]	0.1082	0.1155	0.1086	
	토출양정	[m]	16.1	17.1	17.4	
	흡입양정	[m]	0	0	0	순환
	운전양정	[m]	16.1	17.1	17.4	
	시스템양정	[m]	-	-	-	
	수동력	[kW]	8.39	8.83	8.6	
	축동력	[kW]	18.6	19.7	17.7	
	운전효율	[%]	45.0	44.8	48.5	
	시스템효율	[%]	-	-	-	
	연 운전시간	hr/년	8,760			
	펌프 설치년도	년월	1997.11	1997.11	1997.11	

※ 펌프의 정격효율은 제조사의 해당모델 일반적인 사양서를 기준으로 적용함.

(1) 산출근거

- 종합효율(%) = $\left(\frac{\text{펌프효율}(\%)}{100} \times \frac{\text{모터효율}(\%)}{100} \times \frac{\text{인버터효율}(\%)}{100} \right) \times 100$
- 모터 부하율(%) = $\left(\frac{\text{측정전력}(kW) \times (\text{정격모터효율}(\%)/100)}{\text{정격모터출력}(kW)} \right) \times 100$
- 토출양정(m) = 게이지압력계의 압력과 펌프의 수준의 차를 가산한 값
 ∴ [순환펌프-1호기] : $(1.5[kg/cm^2] \times 10) + 1.1[m] = 16.1[m]$
 ∴ [순환펌프-4호기] : $(1.6[kg/cm^2] \times 10) + 1.1[m] = 17.1[m]$
 ∴ [순환펌프-6호기] : $(1.63[kg/cm^2] \times 10) + 1.1[m] = 17.4[m]$
- 흡입양정(m) = 0m (순환용)
- 운전양정(m) = 토출양정 - 흡입양정

- 실양정(ha) = 토출측 수위와 흡입측 수위와의 높이 (약 8m 추정)

$$\text{- 수동력 [kW]} = \frac{\text{비중량 (kgf/m}^3\text{)} \times \text{측정유량 (m}^3\text{/s)} \times \text{운전양정 (m)}}{102 \text{ (kgf.m/s)}}$$

$$\therefore [\text{순환펌프-1호기}] = \frac{1,000 \times 191.3 / 3,600 \times 16.1}{102} = 8.39 \text{ [kW]}$$

$$\therefore [\text{순환펌프-4호기}] = \frac{1,000 \times 189.6 / 3,600 \times 17.1}{102} = 8.83 \text{ [kW]}$$

$$\therefore [\text{순환펌프-6호기}] = \frac{1,000 \times 181.4 / 3,600 \times 17.4}{102} = 8.6 \text{ [kW]}$$

$$\text{- 축동력 [kW]} = \frac{\text{수동력 (kW)}}{\text{펌프운전효율} (\eta_p)}$$

$$\therefore [\text{순환펌프-1호기}] = \frac{8.39 \text{ (kW)}}{45.0(\%) / 100} = 18.6 \text{ [kW]}$$

$$\therefore [\text{순환펌프-4호기}] = \frac{8.83 \text{ (kW)}}{44.8(\%) / 100} = 19.7 \text{ [kW]}$$

$$\therefore [\text{순환펌프-6호기}] = \frac{8.6 \text{ (kW)}}{48.5(\%) / 100} = 17.7 \text{ [kW]}$$

- 운전효율 = 운전양정을 기준으로 하여 전동기 효율이 포함된 효율

$$\therefore \text{운전효율 (\%)} = \frac{\text{수동력 [kW]}}{\text{측정전력 [kW]} \times \text{전동기효율} (\eta_m) \times \text{인버터효율} (\eta_i)}$$

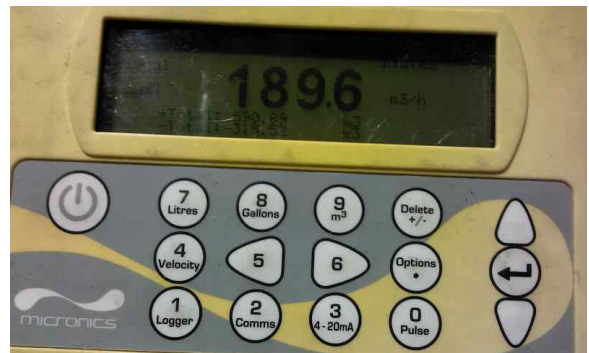
$$\therefore [\text{순환펌프-1호기}] = \frac{8.39 \text{ [kW]}}{20.7 \text{ [kW]} \times 0.9} \times 100 = 45.0 \text{ [\%]}$$

$$\therefore [\text{순환펌프-4호기}] = \frac{8.83 \text{ [kW]}}{21.9 \text{ [kW]} \times 0.9} \times 100 = 44.8 \text{ [\%]}$$

$$\therefore [\text{순환펌프-6호기}] = \frac{8.6 \text{ [kW]}}{19.7 \text{ [kW]} \times 0.9} \times 100 = 48.5 \text{ [\%]}$$

[표5-2] 해양관 샌드필터 순환펌프 운전유량 부하율 및 운전효율 현황

구 분	단 위	샌드필터 순환펌프			비 고
		#1	#4	#6	
정격유량	m ³ /h	125	125	125	A
운전유량	m ³ /h	191.3	189.6	181.4	B
운전유량 부하율	%	153.0	151.7	145.1	[B/A] × 100
정격양정	M	30	30	30	
운전양정	M	16.1	17.1	17.4	
정격효율	%	67	67	67	
운전효율	%	45.0	44.8	48.5	
연 가동시간	hr/년	8,760			



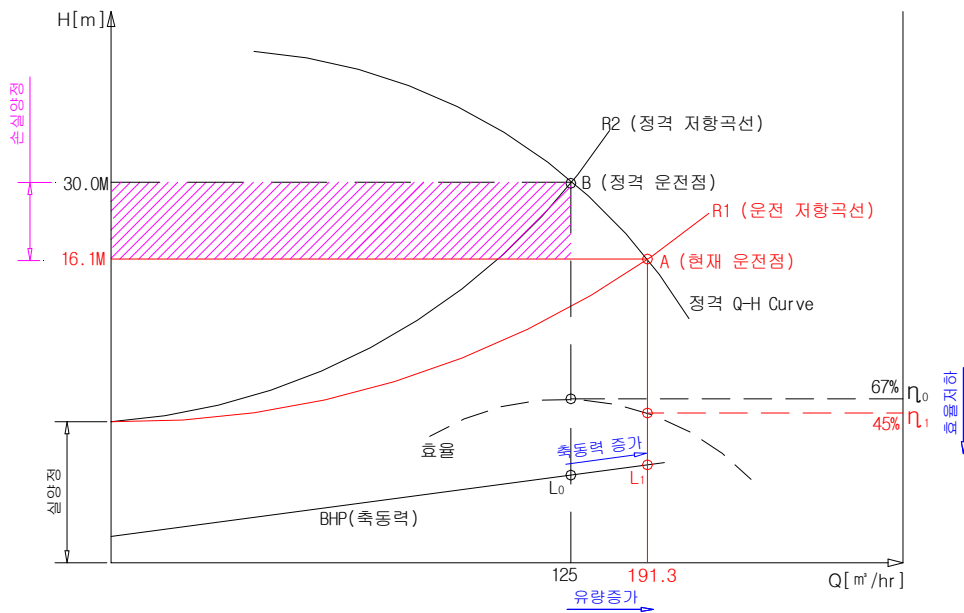
[그림5-2] 해양관 샌드필터 순환펌프 유량측정사진

나. 문제점

현재 운전치(측정치) 기준 각 펌프의 정격유량 대비 운전유량 부하율을 비교해 보면,

각 샌드필터 순환펌프는 145.1~153.0%로써 정격유량보다 45.1~53% 과유량으로 운전하고 있으며, 양정 또한 정격양정 30M 대비 운전양정은 16.1~17.4M로써 저양정으로 운전하고 있으므로, 운전효율이 44.8~48.5%로써 정격효율 67%보다 18.5~22.2% 현저히 낮게 운전됨으로서 에너지손실을 초래하고 있음.

펌프는 정격운전점에서 운전시 효율이 가장 좋으므로, 현재 샌드필터 순환펌프 대부분은 최고 효율점(정격 효율점)을 벗어난 운전으로 인한 펌프효율이 크게 저하된 상태에서 운전되고 있음.



[그림5-3] [샌드필터 순환펌프-1호기] 운전곡선도(Q-H 곡선) 예시

다. 개선방안

진단 당시 측정한 샌드필터 순환펌프의 운전점 기준, 적정 필요유량 및 필요양정을 고려하여 적합한 펌프를 선정, 교체 사용할 시에 성능 저하된 펌프의 효율개선으로 불필요한 전력소모를 절감할 수 있음.

또한, 펌프선정시 Maker업체의 펌프를 선정바라며 반드시 Test를 하고 구입을 해야 하며, 적정용량 펌프로 교체 시 소비동력 계산식은 아래와 같다.

$$\therefore P = \frac{r \times Q \times H}{102 \times \eta_p \times \eta_m} [kW]$$

[r:비중량(kg/m³), Q:필요유량(m³/s), H:필요양정(m), η_p, η_m 펌프 및 모터효율]

라. 기대효과

해양관 샌드필터 순환펌프를 적정용량펌프로 교체 사용할 시 기대되는 전력절감 기대효과는 다음과 같다.

전력절감량 [MWh/년]	절감량 [toe/년]	절감율 [%]	절감액 [백만원/년]	투자비 [백만원]	투자회수기간 [년]	온실가스 저감량[tc/년]
177.83	38.23	1.03	14.6	42.9	2.94	20.56

(1) 적용 기준

- 진단당시 측정한 샌드필터 순환펌프 3대를 적정용량 펌프로 교체 적용

구 분	단 위	샌드필터 순환펌프			비 고
		#1	#4	#6	
모터 용량	kW	30	30	30	
정격 유량	m ³ /h	125	125	125	
측정전력	[kW]	20.7	21.9	19.7	
운전유량	m ³ /h	191.3	189.6	181.4	
운전양정	M	16.1	17.1	17.4	
운전효율	%	45.0	44.8	48.5	
연 가동시간	hr/년	8,760			

- 각 펌프 측정당시 운전유량 및 운전양정을 고려하여 적정펌프 선정

- 각 펌프의 고효율 모터 적용: 94%

- 교체대상 펌프 효율은 정격효율 67% 적용

- 각 펌프의 연 가동시간: 8,760[hr/년]

- 2011년 평균 전력단가: 82.1[원/kWh]

※교체대상 적정펌프 사양 예시 → “펌프 운전유량 기준 적정양정 선정”

구분	필요 유량		교체대상 적정펌프 사양 (운전양정 적용)					
	유량 [m ³ /hr]	양정 [M]	적용유량 [m ³ /hr]	양정 [M]	운전동력 [kW]	적용동력 [kW]	펌프 효율[%]	전동기 효율[%]
순환펌프 1호기	191.3	16.1	190	17	14.0	30	67	94
순환펌프 4호기	189.6	17.1	190	17	14.0	30	67	94
순환펌프 6호기	181.4	17.4	190	17	14.0	30	67	94

(가) 교체대상 펌프 소비동력 계산:

$$\therefore [1호기] P = \frac{r \times Q \times H}{102 \times \eta_p \times \eta_m} = \frac{1,000 \times 190 / 3,600 \times 17}{102 \times 0.67 \times 0.94} = 14.0 [kW]$$

$$\therefore [4호기] P = \frac{r \times Q \times H}{102 \times \eta_p \times \eta_m} = \frac{1,000 \times 190 / 3,600 \times 17}{102 \times 0.67 \times 0.94} = 14.0 [kW]$$

$$\therefore [6호기] P = \frac{r \times Q \times H}{102 \times \eta_p \times \eta_m} = \frac{1,000 \times 190 / 3,600 \times 17}{102 \times 0.67 \times 0.94} = 14.0 [kW]$$

(나) 절감전력 = ([순환펌프-1,4,6호기] 측정전력 합계 - 교체대상 펌프 소비전력 합계)[kW]

$$= (20.7 + 21.9 + 19.7)[kW] - (14 + 14 + 14)[kW]$$

$$= 20.3 [kW]$$

(2) 연간 전력 절감량

$$= \text{절감전력} [kW] \times \text{급수펌프 연평균 가동시간} [hr/년]$$

$$= 20.3 [kW] \times 8,760 [hr/년]$$

$$= 177,828 [kWh/년]$$

$$= 177.828 [MWh/년] \times 0.215 [toe/MWh] \rightarrow \text{전력 toe 환산계수}$$

$$= 38.23 [toe/년]$$

(3) 연간 에너지 절감율

$$= \text{전력 절감량} [toe/년] / 2011년 에너지사용량 [toe/년] \times 100$$

$$= 38.23 [toe/년] / 3,729.6 [toe/년] \times 100$$

$$= 1.03 [\%]$$

(4) 연간 전력 절감액

$$\begin{aligned} &= \text{연간 전력절감량}[\text{kWh}/\text{년}] \times 2011\text{년 평균 전력단가}[\text{원}/\text{kWh}] \\ &= 177,828[\text{kWh}/\text{년}] \times 82.1[\text{원}/\text{kWh}] \\ &= 14.6[\text{백만원}/\text{년}] \end{aligned}$$

(5) 투자비

- 교체펌프(30kW, SUS 316) 3Set : 36.0[백만원]
- 배관 및 잡자재, 시공비: 3.0[백만원]
- 간접비(직접비의 10%적용): 3.9[백만원]
- 투자비 계: 42.9[백만원]

(6) 투자비 회수기간

$$\begin{aligned} &= \text{투자비}[\text{백만원}] / \text{연간 전력 절감액}[\text{백만원}/\text{년}] \\ &= 42.9[\text{백만원}] / 14.6[\text{백만원}/\text{년}] \\ &= 2.94[\text{년}] \end{aligned}$$

(7) 온실가스 저감량

$$\begin{aligned} &= \text{전력절감량}[\text{MWh}/\text{년}] \times (12/44)[\text{C}/\text{CO}_2] \times 0.424[\text{tCO}_2/\text{MWh}] \\ &= \{177.828 \times (12/44) \times 0.424\}[\text{tC}/\text{년}] \\ &= 20.56[\text{tC}/\text{년}] \end{aligned}$$

6. 절전형 조명기구 교체로 인한 전력절감

가. 현황

당 사업소의 조명설비는 각 단위별 건물 내부등 및 외부 가로등으로 구분되어 있으며, 대부분 실내에는 형광램프 32[W]×2등용, 실외 가로등에는 메탈램프 및 나트륨램프 200[W]를 사용하고 있다. 또한, 일부 건물에는 형광램프를 LED램프로 교체하여 사용하고 있으며, 조명기구 현황은 [표6-1]과 같다.

[표6-1] 조명기구 설치현황

구분	기호	정격	설치대수				사용대수	일평균사용시간	연평균사용일	연평균사용시간	비고
			글로우스타터	래피드스타터	기타	전자식안정기					
형광램프	FL	32[W]×1	-	-	-	419	419	12	365	4,380	
		32[W]×2	-	-	-	2,331	2,331				
		32[W]×3	-	-	-	24	24				
		20[W]×1	-	-	-	16	16				
		20[W]×2	-	-	-	207	207				
		20[W]×4	-	-	-	40	40				
		10[W]	-	-	-	35	35				
IL	IL	60[W]	-	-	216	-	216				
		200[W]	-	-	21	-	21				
EL	EL	15[W]	-	-	406	-	406				
		20[W]	-	-	1,638	-	1,638				
핀형램프	PL	36[W]×1	-	-	155	-	155				
		36[W]×2	-	-	3	-	3				
		36[W]×4	-	-	30	-	30				
		13[W]	-	-	426	-	426				
		18[W]	-	-	24	-	24				
메탈램프	ML	100[W]	-	-	388	-	388				
		200[W]	-	-	551	-	551				
		350[W]	-	-	58	-	58				
		400[W]	-	-	125	-	125				

구분	기호	정격	설치대수				사용대수	일평균사용시간	연평균사용일	연평균사용시간	비고
			글로우스타터	래피드스타터	기타	전자식안정기					
나트륨램프	NL	100[W]	-	-	4	-	4	12	365	4,380	
		200[W]	-	-	355	-	355				
방전램프	BL	250[W]	-	-	64	-	64				
할로겐	HL	50[W]	-	-	397	-	397				
		200[W]	-	-	56	-	56				
LED 램프	LED	형광형	-	-	463	-	463				
		소켓형	-	-	515	-	515				

[표6-2] 조도 분류와 일반 활동유형에 따른 조도기준

활동유형	조도분류	조도범위 [lux]			작업별 조명방법
		최소	표준	최고	
어두운 분위기의 시식별 작업장	A	3	4	6	공간의 전반조명
어두운 분위기의 이용이 빈번하지 않은 장소	B	6	10	15	
어두운 분위기의 공공장소	C	15	20	30	
잠시 동안의 단순 작업장	D	30	40	60	
시작업이 빈번하지 않은 작업장	E	60	100	150	
고휘도 대비 혹은 큰 물체 대상의 시작업 수행	F	150	200	300	작업면 조명
일반휘도 대비 혹은 작은 물체 대상의 시작업 수행	G	300	400	600	
저휘도 대비 혹은 매우 작은 물체 대상의 시작업	H	600	1000	1500	
비교적 장시간 동안 저휘도 대비 혹은 매우 작은 물체 대상의 시작업 수행	I	1500	2000	3000	전반조명과 국부 조명을 병행한 작업조명
장시간 동안 힘드는 시작업 수행	J	3000	4000	6000	
휘도 대비가 거의 안되며 작은 물체의 매우 특별한 시작업 수행	K	6000	10000	15000	

※당 사업소에서의 일반적인 조도분류상의 조도범위는 200~300 Lux 가 적정할 것으로 판단됨.

※조도(E) 계산식:

$$\therefore I = \frac{F}{\omega} = \frac{F}{4\pi}, \quad \therefore E = \frac{I}{\text{거리(높이)}}, \quad (I=\text{광도}, F=\text{광속}, E=\text{조도})$$

나. 문제점 및 개선방안

(1) 1방안: 형광램프 32W → 절전형 형광램프 29W로 교체

(2) 2방안: 메탈 및 나트륨램프 200W → 무전극램프 135W로 교체

위와 같이 교체를 하면 기존램프에 비해 소비전력이 절감되는 효과가 있으므로, 향후 전등교체시기에 순차적으로 교체하여 조명 소비전력을 절감 하도록 한다.

(1) 1방안: 형광램프(32W) → 절전형 형광램프(29W)로 교체

[표6-3] 32W 형광램프와 절전형 29W 형광램프와의 비교표

구 분		32[W]	29[W]	효 과
치 수	관경(mm)	25.5	25.5	-
	관장(mm)	1,198	1,198	-
소비전력(W)		32	29	9.4% 감소
광 속(lm)		2,860	3,170	광속 10.8% 향상
효 율(lm/W)		89	109	2.2% 향상
수 명(Hrs)		16,000	20,000	25% 향상

[표6-4] 조명설비 교체계획

구분	기존 조명기구		교체 조명기구		소비전력		절감 전력	설비 대수	사용 대수	연 평균 사용 시간	연간 절감전력 [kWh/년]
	램프	안정기	램프	안정기	기존분	교체분					
형광 램프	32W	-	29W	-	32W	29W	3W	2,774	2,774	4,380	36,450

※절감전력 계산 = 32W를 29W로 교체 시 절감전력(3W) × 등기구 대수 × 연간 점등시간

(가) 계산 기준

1) 형광램프(32W) → 절전형 형광램프(29W) 교체

- 사용대수(램프 기준): 2,774[EA]
- 1등당 절감전력: 3[W/EA]
- 형광램프(32W) 단가: 3,300[원/EA]
- 2011년 평균 전력단가: 82.1[원/kWh]
- 연 평균 사용시간: 365[일/년] × 12[일/hr] = 4,380[hr/년]

(나) 연간 전력 절감량

$$\begin{aligned} &= \text{형광램프 절감전력 [W/EA]} \times \text{사용대수 [EA]} \times \text{연간점등시간 [hr/년]} \\ &= (3[\text{W/EA}] \times 2,774[\text{EA}] \times 4,380[\text{hr/년}]) \\ &= 36,450[\text{kWh/년}] \end{aligned}$$

(다) 연간 전력 절감액: 5.98[백만원/년]

1) 전력 절감액

$$\begin{aligned} &= \text{연간 전력절감량 [kWh/년]} \times \text{2011년 평균 전력단가 [원/kWh]} \\ &= 36,450[\text{kWh/년}] \times 82.1[\text{원/kWh}] \\ &= 2.99[\text{백만원/년}] \end{aligned}$$

2) 유지보수비용 절감액

→ 램프 수명이 약 0.25배이므로 형광램프 1EA 가격(3,300원)과 램프 교환 시 인건비(1,015원)의 0.25배 적용함.

※정부품셈 기준: 일반 형광램프 교환 품셈적용(0.01/EA)

※11년 정부 엔지니어링단가: 내선전공(101,742원)

※인건비단가: 101,742원 × 0.01 = 1,015원

※등당 유지비: (3,300원 + 1,015원) × 0.25 = 1,079원

$$= \text{등당 유지비 1,079[원/EA]} \times \text{등수 합계 2,774[EA]}$$

$$= 2.99[\text{백만원/년}]$$

3) 연간 절감액 합계

$$= \text{전력절감액 [백만원/년]} + \text{유지보수비용 절감액 [백만원/년]}$$

$$= 2.99[\text{백만원/년}] + 2.99[\text{백만원/년}]$$

$$= 5.98[\text{백만원/년}]$$

(라) 투자비: 6.22[백만원]

품명	구분	단가(원)	수량(개)	금액(백만원)
형광램프	29W	1,950	2,774	5.41
설치비	전등교체비는 향후 교체주기에 설치하므로 생략함			-
간접비	15%			0.81
계	-	-	-	6.22

(마) 투자비 회수기간

$$\begin{aligned}
 &= \text{투자비[백만원]} / \text{연간 전력 절감액[백만원/년]} \\
 &= 6.22[\text{백만원}] / 5.98[\text{백만원/년}] \\
 &= 1.04[\text{년}]
 \end{aligned}$$

(2) 2방안: 메탈 및 나트륨램프(200W) → 무전극 램프(135W)로 교체

[표6-5] 메탈 및 나트륨램프(200W)와 무전극 램프(135W)와의 비교표

구 분	메탈할라이드 램프	무전극 램프	효 과
소비전력(W)	200	135	32.5% 감소
연색성(Ra)	65	85	30.1% 향상
광 속(lm)	14,500	12,000	
색온도(°K)	3,600	6,500	
수 명(hr)	9,000	60,000	566% 향상
점등시간(sec)	6~8(min)	0.1(sec)	
안정기 소비전력(W)	20	7	
절감전력(W)	78		

메탈램프에 비하여 무전극 램프의 경우 연색성이 높아서 실제 설치 하였을 경우 느껴지는 체감 차이는 크지 않을 것으로 판단되며, 절전형 무전극 램프의 경우 전자식으로 안정기에서 소비되는 전력도 약 10% 절감할 수 있는 장점이 있으며, 메탈램프는 시간이 지나면 광속이 현저하게 떨어짐에 비하여 무전극 램프는 초기광속을 유지하는 장점이 있음.

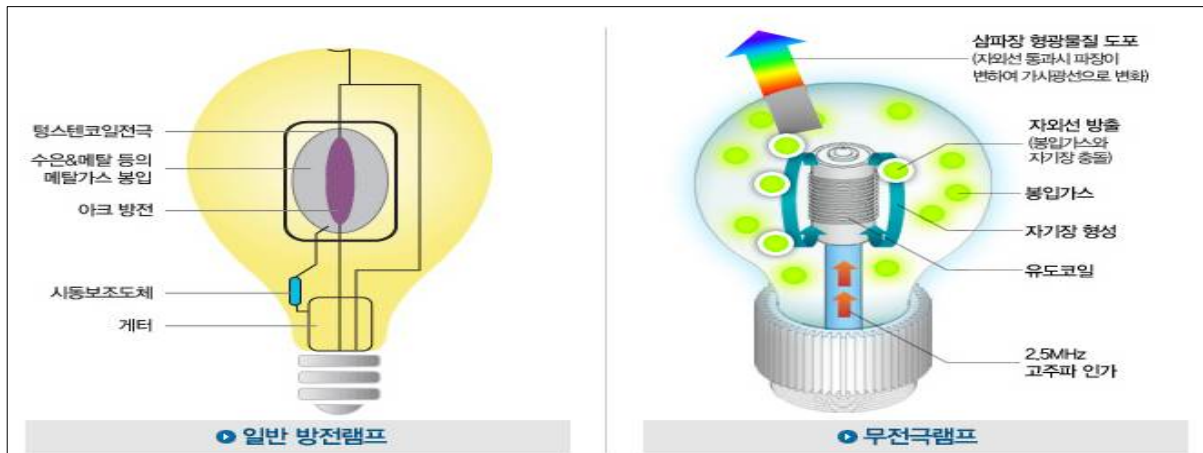
또한, 무전극 램프는 실외 가로등 용도로 사용되므로 메탈램프 및 나트륨 램프보다 광속이 낮아도 무리가 없을 것으로 판단됨.

※ 무전극램프 원리

파워커플러(Power Couple)에 페라이트코어가 장치된 램프로써, 고주파(2.65MHz) 스위칭이 가능한 특수 제너레이트로부터 에너지가 공급되어 램프에 자기장이 발생하고, 이때 발생한 자기장이 벌브 내부의 봉입된 가스를 여과시켜 발광하는 원리이다.

※무전극 램프의 세부 특징 사항

- 수명이 길어 기존 나트륨램프 교체주기에 비해 1/8수준으로 유지 보수비용(노무비 + 자재비)절감.
- 나트륨램프의 긴 점등시간(5 ~ 8분)에 비해 점등시간이 짧아 (1초정도) 지속적인 점등이 불필요한 지역에 소등이 가능하다.
- 자연색에 가까운 최적의 조명으로 최적의 작업환경을 조성하여 업무 효율 상승.
- 기존 나트륨램프에 비해 수은함량이 낮아 폐기물 처리비용감소



[그림6-1] 무전극 램프와 일반방전램프의 원리 및 특성

[표6-6] 조명설비 교체계획

구분	기존 조명기구		교체 조명기구		소비전력		절감 전력	설비 대수	사용 대수	연 평균 사용 시간	연간 절감전력 [kWh/년]
	램프	안정기	램프	안정기	기존분	교체분					
메탈 램프	200W	20W	135W	7W	220W	142W	78W	906	906	4,380	309,526

※절감전력 계산 = (200W)를 (135W)로 교체시 절감전력(78W) × 등기구 사용대수 × 연간 점등시간

(가) 계산 기준

- 메탈 및 나트륨램프(200W) → 무전극 램프(135W)로 교체
- 사용대수: 906[EA]
- 1등당 절감전력: 78[W/EA]
- 메탈 및 나트륨램프(200W) 단가: 30,000[원/EA]
- 2011년 평균 전력단가: 82.1[원/kWh]
- 연 평균 사용시간: 365[일/년] × 12[일/hr] = 4,380[hr/년]

(나) 연간 전력 절감량

$$\begin{aligned}
&= \text{무전극램프 절감전력 [W/EA]} \times \text{사용대수 [EA]} \times \text{점등시간 [hr/년]} \\
&= (78[\text{W/EA}] \times 906[\text{EA}] \times 4,380[\text{hr/년}]) \\
&= 309,526[\text{kWh/년}]
\end{aligned}$$

(다) 연간 전력 절감액: 202.15[백만원/년]

1) 전력 절감액

$$\begin{aligned}
&= \text{연간 전력절감량 [kWh/년]} \times \text{2011년 평균 전력단가 [원/kWh]} \\
&= 309,526[\text{kWh/년}] \times 82.1[\text{원/kWh}] \\
&= 25.41[\text{백만원/년}]
\end{aligned}$$

2) 유지보수비용 절감액

→ 램프 수명이 약 556% 증가하였으므로 메탈램프 1EA 가격 (30,000원)과 램프 교환시 인건비(5,087원)의 556%배 적용함.

※정부품셈 기준: 방전등 200W이하 램프교환 품셈적용(0.05/EA)

※11년 정부 엔지니어링단가: 내선전공(101,742원)

※인건비단가: 101,742원 × 0.05 = 5,087원

※등당 유지비: (30,000원 + 5,087원) × 5.56 = 195,083원

$$\begin{aligned}
&= \text{등당 유지비 195,083 [원/EA]} \times \text{사용등수 합계 906 [EA]} \\
&= 176.74[\text{백만원/년}]
\end{aligned}$$

3) 연간 절감액 합계

$$\begin{aligned}
&= \text{전력절감액 [백만원/년]} + \text{유지보수비용 절감액 [백만원/년]} \\
&= 25.41[\text{백만원/년}] + 176.74[\text{백만원/년}] \\
&= 202.15[\text{백만원/년}]
\end{aligned}$$

(라) 투자비: 312.57[백만원]

품 명	구 분	단가(원)	수량(개)	금액(백만원)
무전극 램프 및 안정기	135W	300,000	906	271.8
설치비	전등교체비는 향후 교체주기에 설치하므로 생략함			-
간접비	15%			40.77
계	-	-	-	312.57

(마) 투자비 회수기간

$$\begin{aligned}
 &= \text{투자비[백만원]} / \text{연간 전력 절감액[백만원/년]} \\
 &= 312.57[\text{백만원}] / 202.15[\text{백만원/년}] \\
 &= 1.55[\text{년}]
 \end{aligned}$$

다. 기대효과

[1방안] 및 [2방안]의 절전형 램프로 교체 시 전력절감 기대효과는 다음과 같다.

전력절감량 [MWh/년]	절감량 [toe/년]	절감율 [%]	절감액 [백만원/년]	투자비 [백만원]	투자회수기간 [년]	온실가스 저감량 [tc/년]
345.97	74.38	1.99	208.13	318.79	1.53	39.99

[표6-7] [1, 2방안] 적용 계산결과

구 분	1방안	2방안	합 계
	절전형 형광램프 29W로 교체	무전극 램프 135W로 교체	
연간 전력절감량[kWh/년]	36,450	309,526	345,976
연간 절감액[백만원/년]	5.98	202.15	208.13
투자비[백만원]	6.22	312.57	318.79
투자비 회수기간[년]	1.04	1.55	1.53

(1) 적용 기준

- 1방안 적용: 형광램프 32W → 절전형 형광램프 29W로 교체
- 2방안 적용: 메탈 및 나트륨램프 200W → 무전극램프 135W로 교체

(2) 연간 전력 절감량

$$\begin{aligned}
 &= [\text{표6-7}] \text{ 1, 2방안 연간 전력절감량 합계[kWh/년]} \\
 &= 345,976[\text{kWh/년}] \\
 &= 345.976[\text{MWh/년}] \times 0.009[\text{TJ/MWh}] \\
 &= 3.11[\text{TJ/년}] \\
 &= 345.976[\text{MWh/년}] \times 0.215[\text{toe/MWh}] \rightarrow \text{전력 toe 환산계수} \\
 &= 74.38[\text{toe/년}]
 \end{aligned}$$

(3) 연간 에너지 절감율

$$\begin{aligned} &= \text{전력 절감량}[\text{toe}/\text{년}] / 2011\text{년 에너지사용량}[\text{toe}/\text{년}] \times 100 \\ &= 74.38[\text{toe}/\text{년}] / 3,729.6[\text{toe}/\text{년}] \times 100 \\ &= 1.99[\%] \end{aligned}$$

(4) 연간 전력 절감액

$$\begin{aligned} &= [\text{표6-7}] 1, 2\text{방안 연간 절감액 합계}[\text{백만원}/\text{년}] \\ &= (5.98 + 202.15)[\text{백만원}/\text{년}] \\ &= 208.13[\text{백만원}/\text{년}] \end{aligned}$$

(5) 투자비

$$\begin{aligned} &= [\text{표6-7}] 1, 2\text{방안 투자비 합계}[\text{백만원}] \\ &= (6.22 + 312.57)[\text{백만원}] \\ &= 318.79[\text{백만원}] \end{aligned}$$

(6) 투자비 회수기간

$$\begin{aligned} &= \text{투자비}[\text{백만원}] / \text{연간 전력 절감액}[\text{백만원}/\text{년}] \\ &= 318.79[\text{백만원}] / 208.13[\text{백만원}/\text{년}] \\ &= 1.53[\text{년}] \end{aligned}$$

(7) 온실가스 저감량

$$\begin{aligned} &= \text{전력절감량}[\text{MWh}/\text{년}] \times (12/44)[\text{C}/\text{CO}_2] \times 0.424[\text{tCO}_2/\text{MWh}] \\ &= \{345.976 \times (12/44) \times 0.424\}[\text{tC}/\text{년}] \\ &= 39.99[\text{tC}/\text{년}] \end{aligned}$$

IV. 첨부사항

1. 보일러 열정산서(1호기)

가. 설비개요

구 분	항 목	단 위	기 재 란	비 고
본 체	보일러 형식	-	노통연관 중온수보일러	
	최대연속 발생열량	kcal/hr	6,000,000	
	최고사용압력	bar .g	7.0	
	상용압력	bar .g	3.0 ~ 4.0	
	전열면적	m ²	145	
	제작일	년 월	1992	
	제작처	-	(주)대열보일러	
버 너	형 식	-	-	
	최대연소량	kcal/hr	12,500,000	
	유량범위	kcal/hr	120만 ~ 1,250만	
	제작처	-	UNIGAS	
송풍기	형 식	-	-	
	풍 량	m ³ /min	10,800	
	풍 압	mmAq	400	
	동 력	kW	22	
순환펌프	유 량	m ³ /hr	150	
	양 정	m	20	
	동 력	kW	22	

나. 측정결과

측정항목		기호	단위	측정치	비고
외기 온도 (건)		To	℃	10	
실내 온도 (건)		Tr	℃	13.5	
연료	연료명	-	-	LNG	연료 발열량: 9,550
	사용량	Vt	m ³ /hr	247	
	온도	Tf	℃	14	연료 비열 0.4
	압력	Pf	mmAq	400	
순환수	순환량	W ₁ L	ℓ/hr	181,000	
	보일러 입구온도	Tw1	℃	38	
	보일러 출구온도	Tw2	℃	48.8	
	드럼 압력	Ps	bar.g	4.0	5.0[ata]
연소용 공기	공기예열기 입구온도	Ta1	℃	-	SAH 출구
	공기예열기 출구온도	Ta2	℃	-	공기 비열 0.31
	보일러 입구온도	Ta3	℃	13.5	
배기가스	보일러본체 출구온도	Tg1	℃	95	
	공기예열기 입구온도	Tg2	℃	-	배가스 비열 0.33
	공기예열기 출구온도	Tg3	℃	-	
	CO ₂ 성분	CO ₂	Vol %	7.5	
	O ₂ 성분	O ₂	Vol %	7.8	
	CO 성분	CO	Vol %	0	0 ppm
이론 연소공기량		Ao	Nm ³ /Nm ³	10.742	
이론 배가스량		Go	Nm ³ /Nm ³	11.853	

※2012년 3월 29일 14시 순시치 기준

다. 열 정 산 표

- 열정산기준: 1. 연료의 저위발열량
2. 외기 온도
3. 연료 1Nm³ 당

번호	항 목	기 호	입 열		출 열	
			kcal/Nm ³	%	kcal/Nm ³	%
1	연료의 발열량	HL	9,550	99.78		
2	연료의 현열	Q ₁	2	0.02		
3	공기의 현열	Q ₂	19	0.20		
4	순환수의 흡수열	Q _s			7,976	83.34
5	배가스 손실열	L ₁			1,050	10.97
6	불완전연소의 손실열	L ₂			0	0.00
7	방열, 전열 및 기타 손실열	L ₃			545	5.69
	합 계	Q _{i.Li}	9,571	100	9,571	100

라. 성 능 치

항 목	단 위	결 과 치
보일러 효율[E]	%	83.3
부 하 율[Lf]	%	32.4

마. 계 산

(1) 기본 계산

(가) 연료사용량[F] :

$$\begin{aligned}
 &= \text{연료측정량} \times \text{연료의 압력 및 온도 보정} \\
 &= 247 \times \left\{ \left\{ \frac{10,332 + 400}{10,332} \right\} \times \left\{ \frac{273}{273 + 14} \right\} \right\} \\
 &= 244 \text{ [Nm}^3\text{/hr]}
 \end{aligned}$$

(나) 순환수량[W₁ kg] :

$$\begin{aligned}
 &= \text{순환수측정량(정격사양 적용)} / \text{순환수의 비체적} \\
 &= 181,000 / 1.0070 \\
 &= 179,735 \text{ [kg/hr]}
 \end{aligned}$$

※ 수량계전온도: 38[°C] 일 때, 순환수의비체적 : 1.0070[ℓ/kg]

(다) 연료 1m³당 순환수량[W₁] :

$$\begin{aligned}
 &= \text{순환수량} / \text{연료사용량} \\
 &= 179,735 / 244 \\
 &= 737 \text{ [kg/Nm}^3\text{]}
 \end{aligned}$$

(라) 공기비[m] :

$$\begin{aligned}
 &= 21 / (21 - 0_2) \\
 &= 21 / (21 - 7.8) \\
 &= 1.59
 \end{aligned}$$

(2) 입 열

(가) 연료의 발열량[HL] :

$$\begin{aligned}
 &= 9,550 \text{ [kcal/Nm}^3\text{]}
 \end{aligned}$$

(나) 연료의 현열[Q₁] :

$$\begin{aligned}
 &= \text{연료의 비열} \times (\text{버너전 온도} - \text{외기온도}) \\
 &= 0.4 \times (14 - 10) \\
 &= 2 \text{ [kcal/Nm}^3\text{]}
 \end{aligned}$$

(다) 공기의 현열[Q₂] :

$$\begin{aligned}
 &= \text{실제공기량} \times \text{비열} \times (\text{공기에열기입구온도} - \text{외기온도}) \\
 &= \text{이론연소공기량} \times \text{공기비} \times \text{비열} \times (\text{공기에열기입구온도} - \text{외기온도}) \\
 &= 10.742 \times 1.59 \times 0.31 \times (14 - 10) \\
 &= 19 \text{ [kcal/Nm}^3\text{]}
 \end{aligned}$$

(라) 총 입열량[Qi] :

$$\begin{aligned}
 &= HL + Q_1 + Q_2 \\
 &= 9,550 + 2 + 19 \\
 &= 9,571 \text{ [kcal/Nm}^3\text{]}
 \end{aligned}$$

(3) 출 열

(가) 순환수의 흡수열[Qs] :

$$\begin{aligned}
 &= \text{연료 1Nm}^3\text{당 순환수량} \times \text{순환수의 비열} \times (\text{출구온도} - \text{입구온도}) \\
 &= 737 \times 1.0 \times (48.8 - 38) \\
 &= 7,976 \text{ [kcal/Nm}^3\text{]}
 \end{aligned}$$

(나) 배가스의 손실열[L₁] :

$$\begin{aligned}
 &= \text{실제배가스량} \times \text{비열} \times (\text{공기에열기출구온도} - \text{외기온도}) \\
 &= [\text{이론배가스량} + (\text{공기비} - 1) \times \text{이론연소공기량}] \times \text{비열} \\
 &\quad \times (\text{공기에열기출구온도} - \text{외기온도}) \\
 &= [11.853 + (1.59 - 1) \times 10.742] \times 0.33 \times (95 - 10) \\
 &= 1,050 \text{ [kcal/Nm}^3\text{]}
 \end{aligned}$$

(다) 불완전 연소에 의한 열손열[L_2] :

$$\begin{aligned} &= 30.5 \times [\text{이론배가스량} + (\text{공기비} - 1) \times \text{이론연소공기량}] \times \text{CO}[\%] \\ &= 30.5 \times [11.853 + (1.59 - 1) \times 10.742] \times 0.0 \\ &= 0 \text{ [kcal/Nm}^3\text{]} \end{aligned}$$

(라) 방열, 전열 및 기타 손실열[L_3] :

$$\begin{aligned} &= Q_i - (Q_s + L_1 + L_2) \\ &= 9,571 - (7,976 + 1,050 + 0) \\ &= 545 \text{ [kcal/Nm}^3\text{]} \end{aligned}$$

(마) 총 출열량[L_i] :

$$\begin{aligned} &= Q_s + L_1 + L_2 + L_3 \\ &= 7,976 + 1,050 + 0 + 545 \\ &= 9,571 \text{ [kcal/Nm}^3\text{]} \end{aligned}$$

(4) 성능치

(가) 보일러 부하율[L_f] :

$$\begin{aligned} &= (\text{순환수의 흡수열량} / \text{최대연속발생열량}) \times 100 \\ &= \{(\text{순환수의 흡수열} \times \text{연료사용량}) / \text{최대연속발생열량}\} \times 100 \\ &= \{(7,976 \times 244) / 6,000,000\} \times 100 \\ &= 32.4 [\%] \end{aligned}$$

(나) 보일러 효율[E] :

$$\begin{aligned} &= (\text{순환수의 흡수열} / \text{총 입열량}) \times 100 \\ &= (7,976 / 9,571) \times 100 \\ &= 83.3 [\%] \end{aligned}$$

2. 보일러 열정산서(2호기)

가. 설비개요

구 분	항 목	단 위	기 재 란	비 고
본 체	보일러 형식	-	노통연관 중온수보일러	
	최대연속 발생열량	kcal/hr	6,000,000	
	최고사용압력	bar .g	7.0	
	상용압력	bar .g	3.0 ~ 4.0	
	전열면적	m ²	145	
	제작일	년 월	1992	
	제작처	-	(주)대열보일러	
버 너	형 식	-	-	
	최대연소량	kcal/hr	12,500,000	
	유량범위	kcal/hr	120만 ~ 1,250만	
	제작처	-	UNIGAS	
송풍기	형 식	-	-	
	풍 량	m ³ /min	10,800	
	풍 압	mmAq	400	
	동 력	kW	22	
순환펌프	유 량	m ³ /hr	150	
	양 정	m	20	
	동 력	kW	22	

나. 측정결과

측정항목		기호	단위	측정치	비고
외기 온도 (건)		To	℃	10	
실내 온도 (건)		Tr	℃	13.5	
연료	연료명	-	-	LNG	연료 발열량: 9,550
	사용량	Vt	m ³ /hr	242	
	온도	Tf	℃	14	연료 비열 0.4
	압력	Pf	mmAq	400	
순환수	순환량	W ₁ L	ℓ/hr	181,000	
	보일러 입구온도	Tw1	℃	38	
	보일러 출구온도	Tw2	℃	48.7	
	드럼 압력	Ps	bar.g	4.0	5.0[ata]
연소용 공기	공기예열기 입구온도	Ta1	℃	-	SAH 출구
	공기예열기 출구온도	Ta2	℃	-	공기 비열 0.31
	보일러 입구온도	Ta3	℃	13.5	
배기가스	보일러본체 출구온도	Tg1	℃	95	
	공기예열기 입구온도	Tg2	℃	-	배가스 비열 0.33
	공기예열기 출구온도	Tg3	℃	-	
	CO ₂ 성분	CO ₂	Vol %	6.6	
	O ₂ 성분	O ₂	Vol %	9.3	
	CO 성분	CO	Vol %	0.008	8 ppm
이론 연소공기량		Ao	Nm ³ /Nm ³	10.742	
이론 배가스량		Go	Nm ³ /Nm ³	11.853	

※2012년 3월 29일 15시 순시치 기준

다. 열 정 산 표

- 열정산기준: 1. 연료의 저위발열량
2. 외기 온도
3. 연료 1Nm³ 당

번호	항 목	기 호	입 열		출 열	
			kcal/Nm ³	%	kcal/Nm ³	%
1	연료의 발열량	HL	9,550	99.78		
2	연료의 현열	Q ₁	2	0.02		
3	공기의 현열	Q ₂	21	0.20		
4	순환수의 흡수열	Q _s			8,043	84.02
5	배가스 손실열	L ₁			1,020	10.65
6	불완전연소의 손실열	L ₂			5	0.05
7	방열, 전열 및 기타 손실열	L ₃			505	5.28
	합 계	Q _{i.Li}	9,573	100	9,573	100

라. 성 능 치

항 목	단 위	결 과 치
보일러 효율[E]	%	84.0
부 하 율[Lf]	%	32.1

마. 계 산

(1) 기본 계산

(가) 연료사용량[F] :

$$\begin{aligned}
 &= \text{연료측정량} \times \text{연료의 압력 및 온도 보정} \\
 &= 242 \times \left\{ \left\{ \frac{10,332 + 400}{10,332} \right\} \times \left\{ \frac{273}{273 + 14} \right\} \right\} \\
 &= 239 \text{ [Nm}^3\text{/hr]}
 \end{aligned}$$

(나) 순환수량[W₁ kg] :

$$\begin{aligned}
 &= \text{순환수측정량(정격사양 적용)} / \text{순환수의 비체적} \\
 &= 181,000 / 1.0070 \\
 &= 179,735 \text{ [kg/hr]}
 \end{aligned}$$

※ 수량계전온도: 38[°C] 일 때, 순환수의비체적 : 1.0070[ℓ/kg]

(다) 연료 1m³당 순환수량[W₁] :

$$\begin{aligned}
 &= \text{순환수량} / \text{연료사용량} \\
 &= 179,735 / 239 \\
 &= 752 \text{ [kg/Nm}^3\text{]}
 \end{aligned}$$

(라) 공기비[m] :

$$\begin{aligned}
 &= 21 / (21 - 0_2) \\
 &= 21 / (21 - 9.3) \\
 &= 1.79
 \end{aligned}$$

(2) 입 열

(가) 연료의 발열량[HL] :

$$\begin{aligned}
 &= 9,550 \text{ [kcal/Nm}^3\text{]}
 \end{aligned}$$

(나) 연료의 현열[Q₁] :

$$\begin{aligned}
 &= \text{연료의 비열} \times (\text{버너전 온도} - \text{외기온도}) \\
 &= 0.4 \times (14 - 10) \\
 &= 2 \text{ [kcal/Nm}^3\text{]}
 \end{aligned}$$

(다) 공기의 현열[Q₂] :

$$\begin{aligned}
 &= \text{실제공기량} \times \text{비열} \times (\text{공기에열기입구온도} - \text{외기온도}) \\
 &= \text{이론연소공기량} \times \text{공기비} \times \text{비열} \times (\text{공기에열기입구온도} - \text{외기온도}) \\
 &= 10.742 \times 1.79 \times 0.31 \times (14 - 10) \\
 &= 21 \text{ [kcal/Nm}^3\text{]}
 \end{aligned}$$

(라) 총 입열량[Qi] :

$$\begin{aligned}
 &= HL + Q_1 + Q_2 \\
 &= 9,550 + 2 + 21 \\
 &= 9,573 \text{ [kcal/Nm}^3\text{]}
 \end{aligned}$$

(3) 출 열

(가) 순환수의 흡수열[Qs] :

$$\begin{aligned}
 &= \text{연료 1Nm}^3\text{당 순환수량} \times \text{순환수의 비열} \times (\text{출구온도} - \text{입구온도}) \\
 &= 752 \times 1.0 \times (48.7 - 38) \\
 &= 8,043 \text{ [kcal/Nm}^3\text{]}
 \end{aligned}$$

(나) 배가스의 손실열[L₁] :

$$\begin{aligned}
 &= \text{실제배가스량} \times \text{비열} \times (\text{공기에열기출구온도} - \text{외기온도}) \\
 &= [\text{이론배가스량} + (\text{공기비} - 1) \times \text{이론연소공기량}] \times \text{비열} \\
 &\quad \times (\text{공기에열기출구온도} - \text{외기온도}) \\
 &= [11.853 + (1.79 - 1) \times 10.742] \times 0.33 \times (95 - 10) \\
 &= 1,020 \text{ [kcal/Nm}^3\text{]}
 \end{aligned}$$

(다) 불완전 연소에 의한 열손열[L_2] :

$$\begin{aligned} &= 30.5 \times [\text{이론배가스량} + (\text{공기비} - 1) \times \text{이론연소공기량}] \times \text{CO}[\%] \\ &= 30.5 \times [11.853 + (1.79 - 1) \times 10.742] \times 0.008 \\ &= 5 \text{ [kcal/Nm}^3\text{]} \end{aligned}$$

(라) 방열, 전열 및 기타 손실열[L_3] :

$$\begin{aligned} &= Q_i - (Q_s + L_1 + L_2) \\ &= 9,573 - (8,043 + 1,020 + 5) \\ &= 505 \text{ [kcal/Nm}^3\text{]} \end{aligned}$$

(마) 총 출열량[L_i] :

$$\begin{aligned} &= Q_s + L_1 + L_2 + L_3 \\ &= 8,043 + 1,020 + 5 + 505 \\ &= 9,573 \text{ [kcal/Nm}^3\text{]} \end{aligned}$$

(4) 성능치

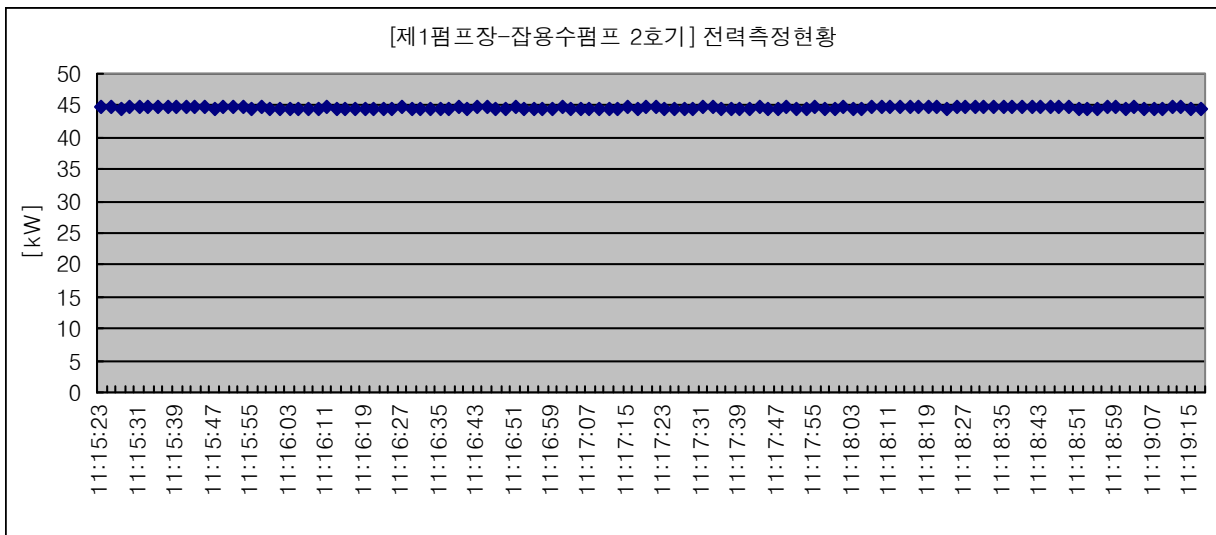
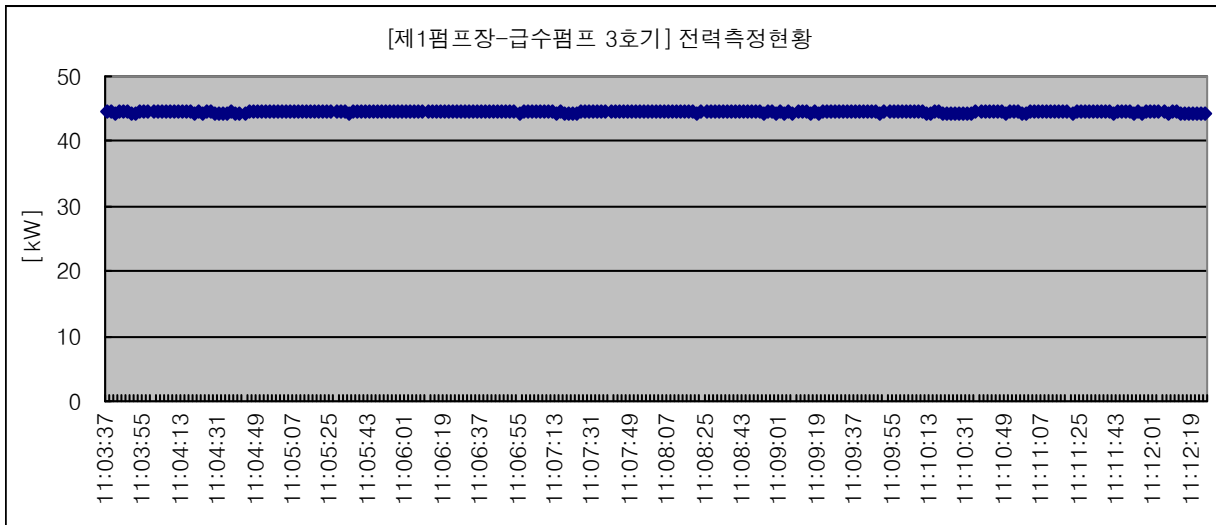
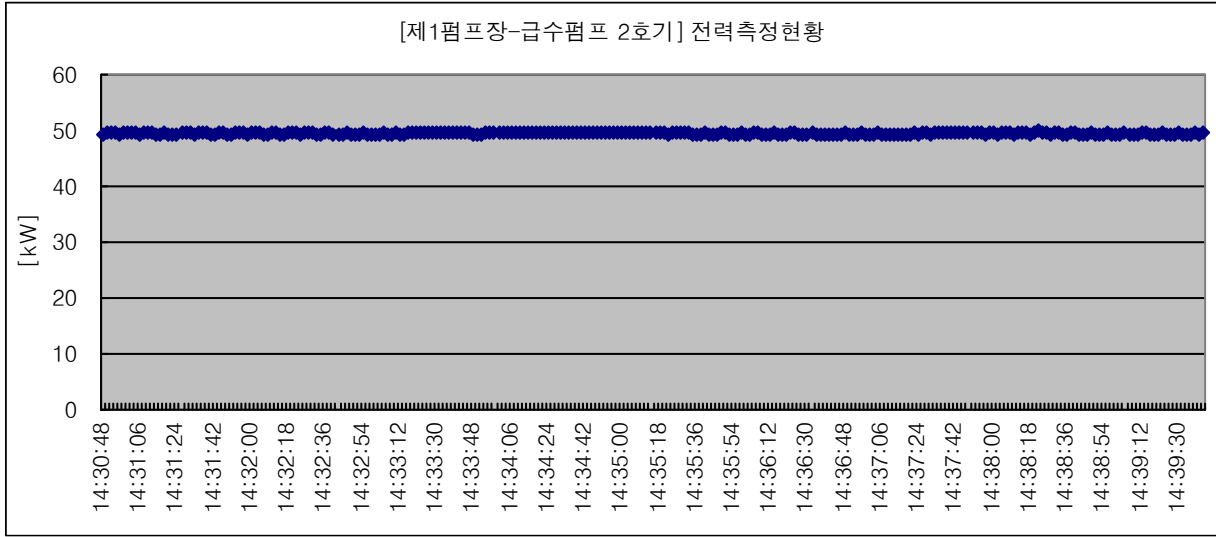
(가) 보일러 부하율[L_f] :

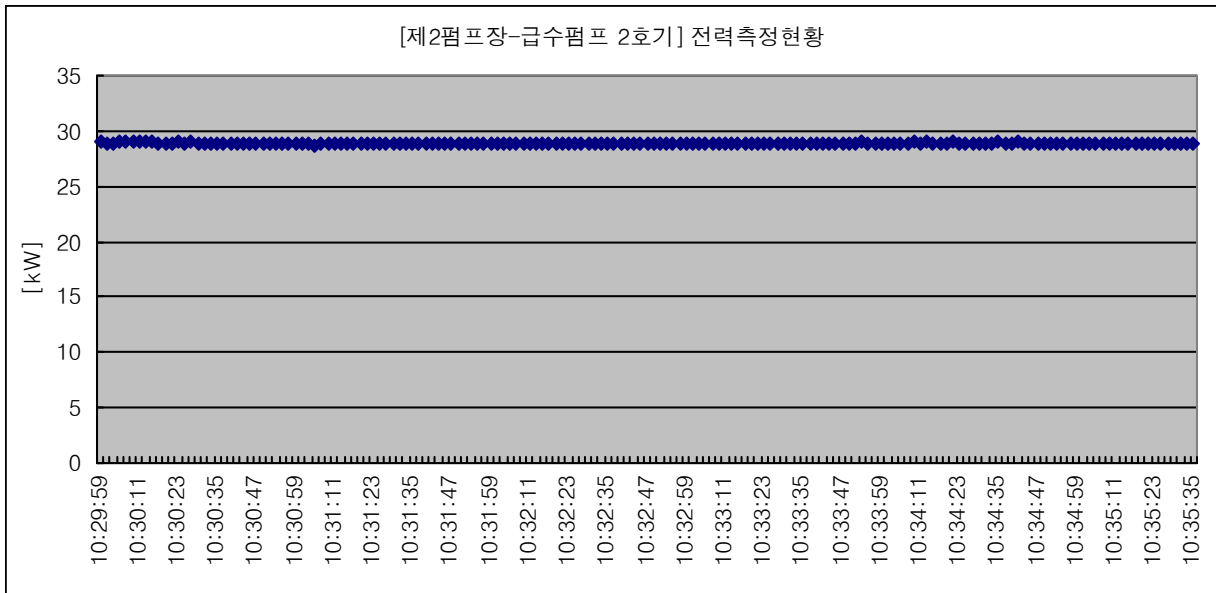
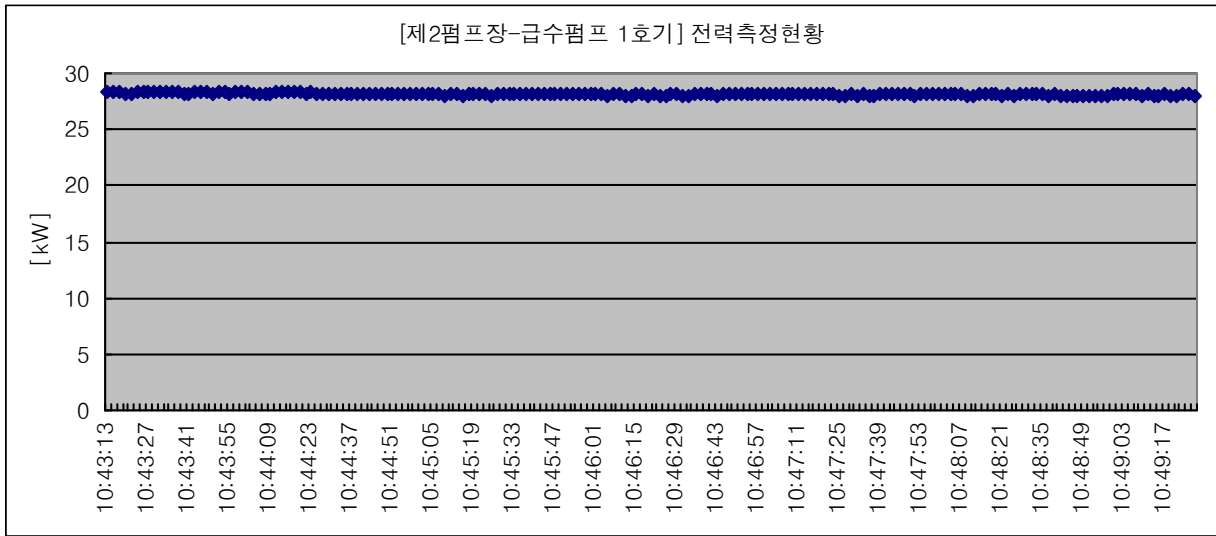
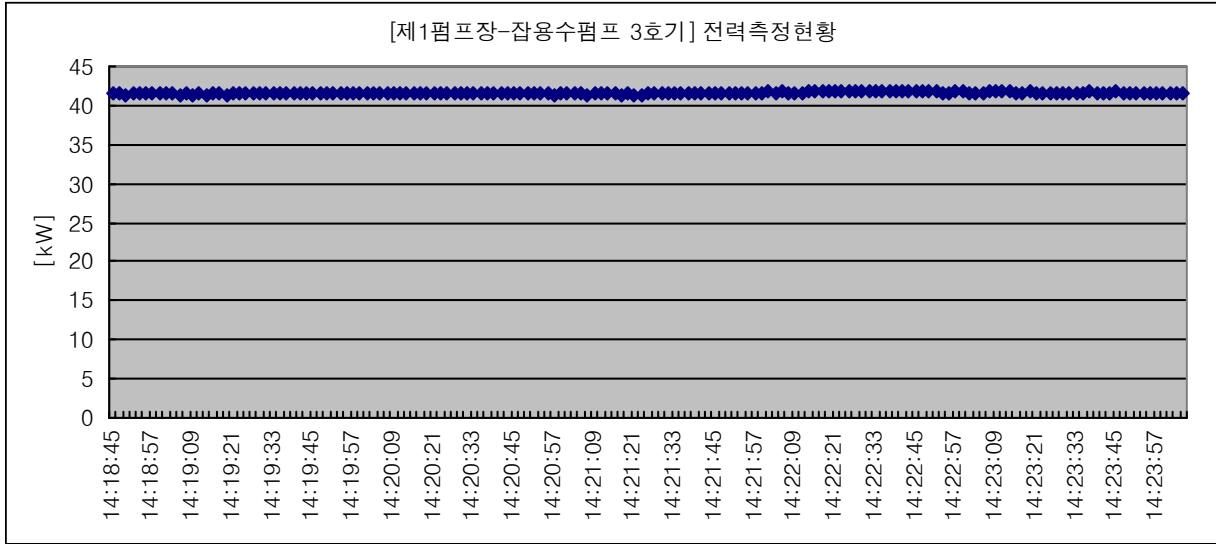
$$\begin{aligned} &= (\text{순환수의 흡수열량} / \text{최대연속발생열량}) \times 100 \\ &= \{(\text{순환수의 흡수열} \times \text{연료사용량}) / \text{최대연속발생열량}\} \times 100 \\ &= \{(8,043 \times 239) / 6,000,000\} \times 100 \\ &= 32.1 [\%] \end{aligned}$$

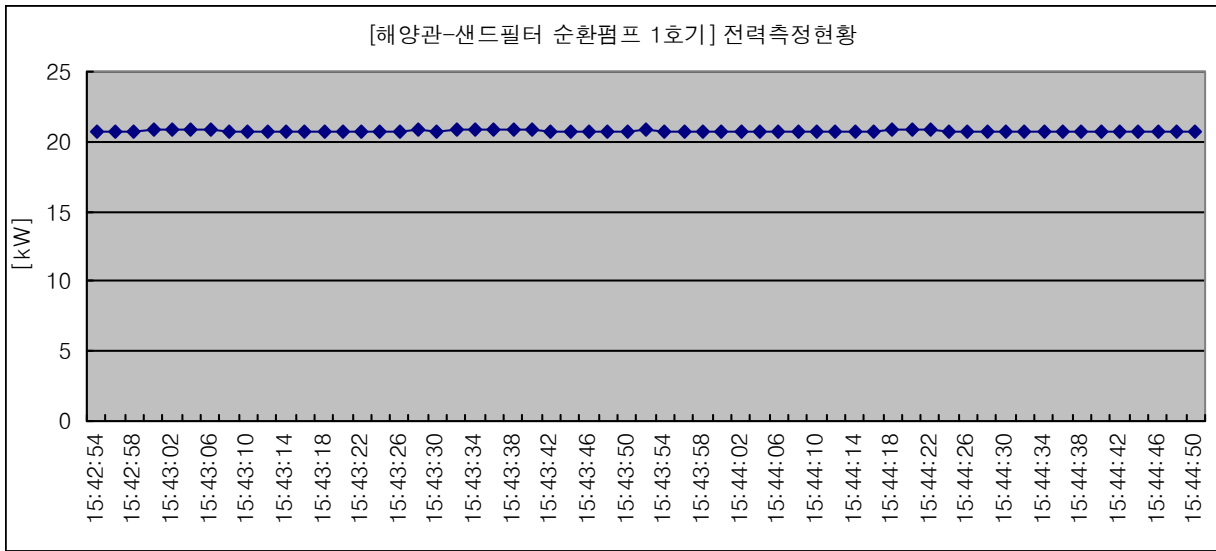
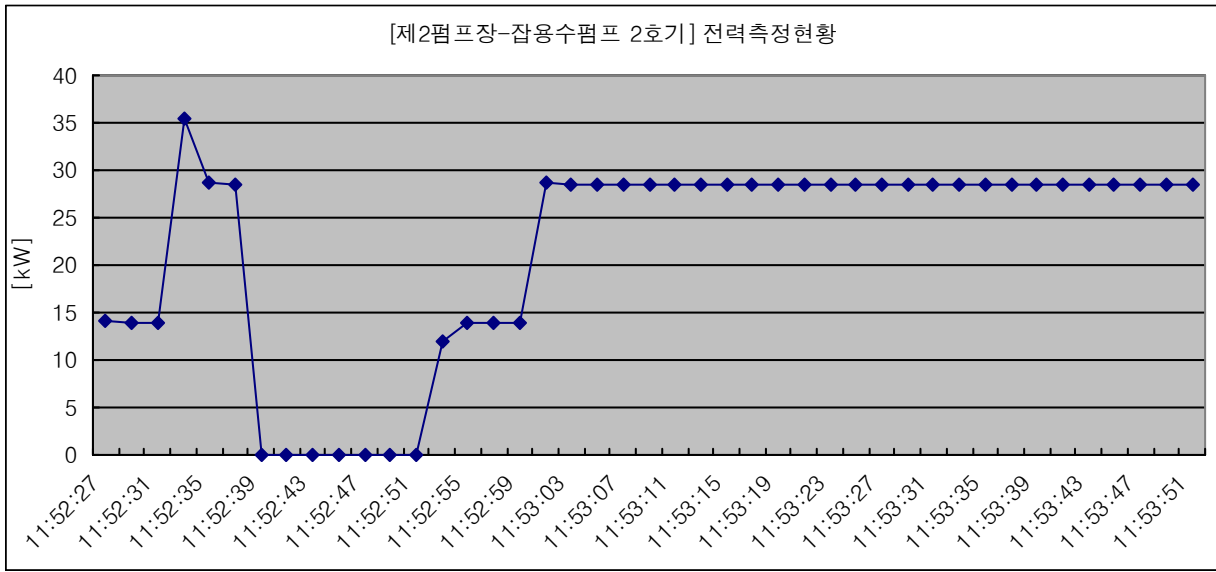
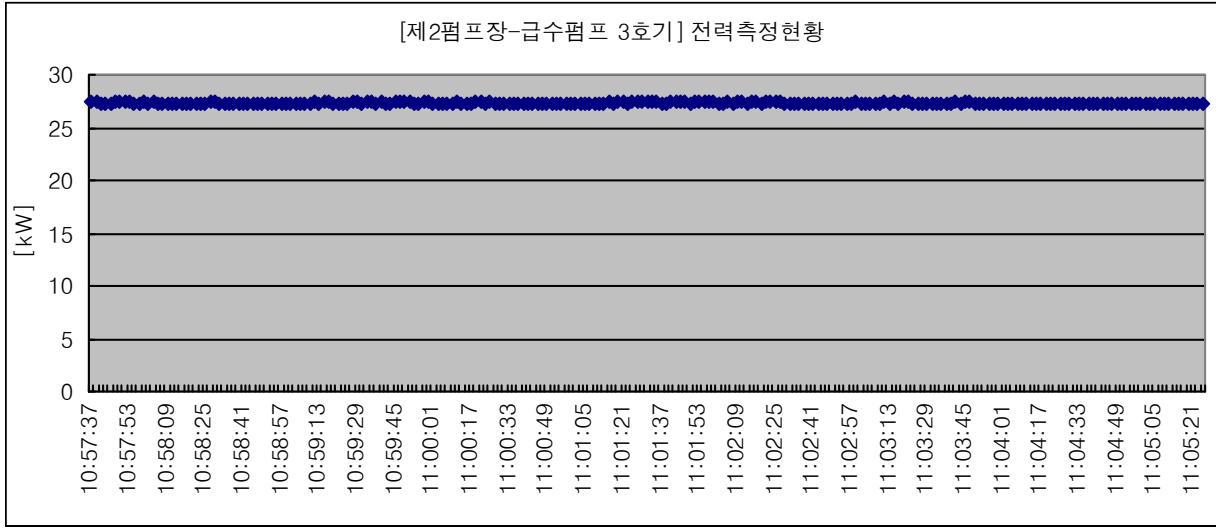
(나) 보일러 효율[E] :

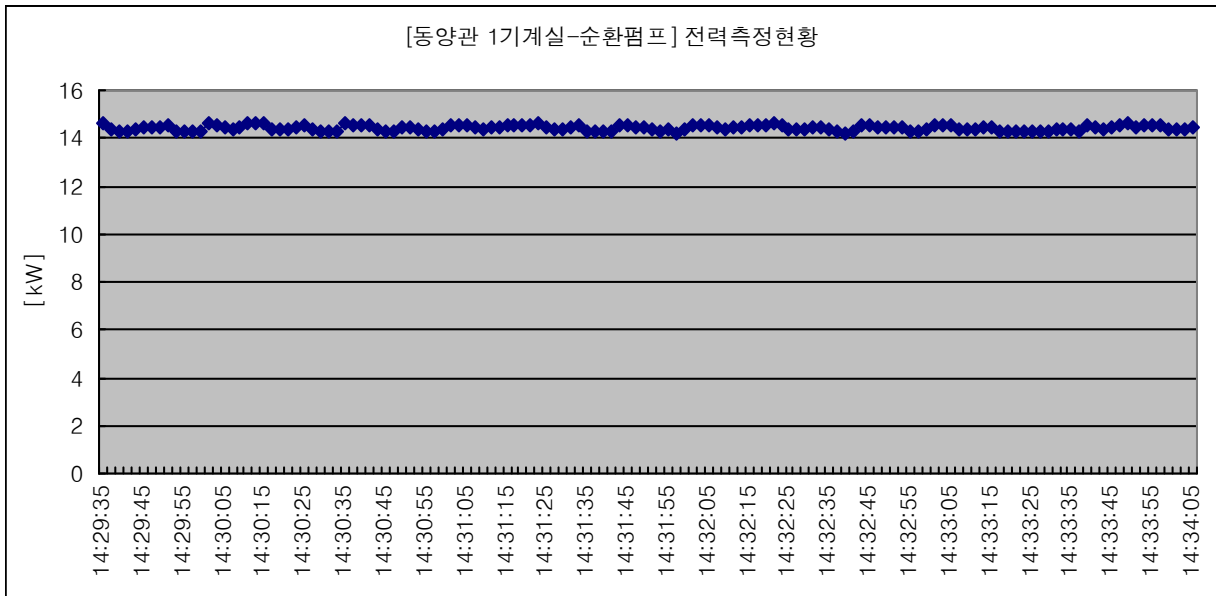
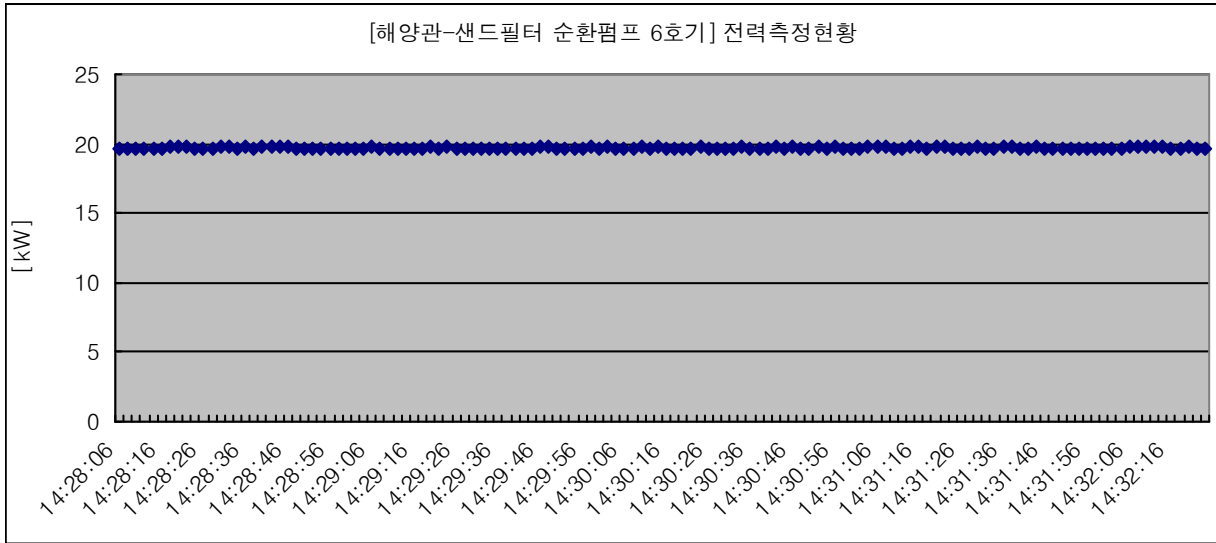
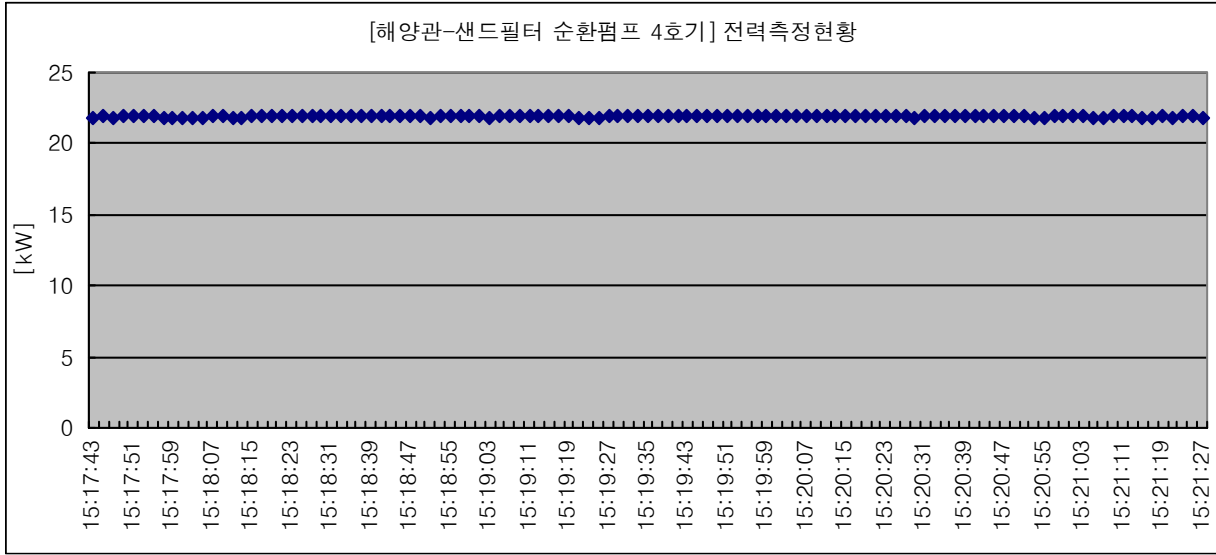
$$\begin{aligned} &= (\text{순환수의 흡수열} / \text{총 입열량}) \times 100 \\ &= (8,043 / 9,573) \times 100 \\ &= 84.0 [\%] \end{aligned}$$

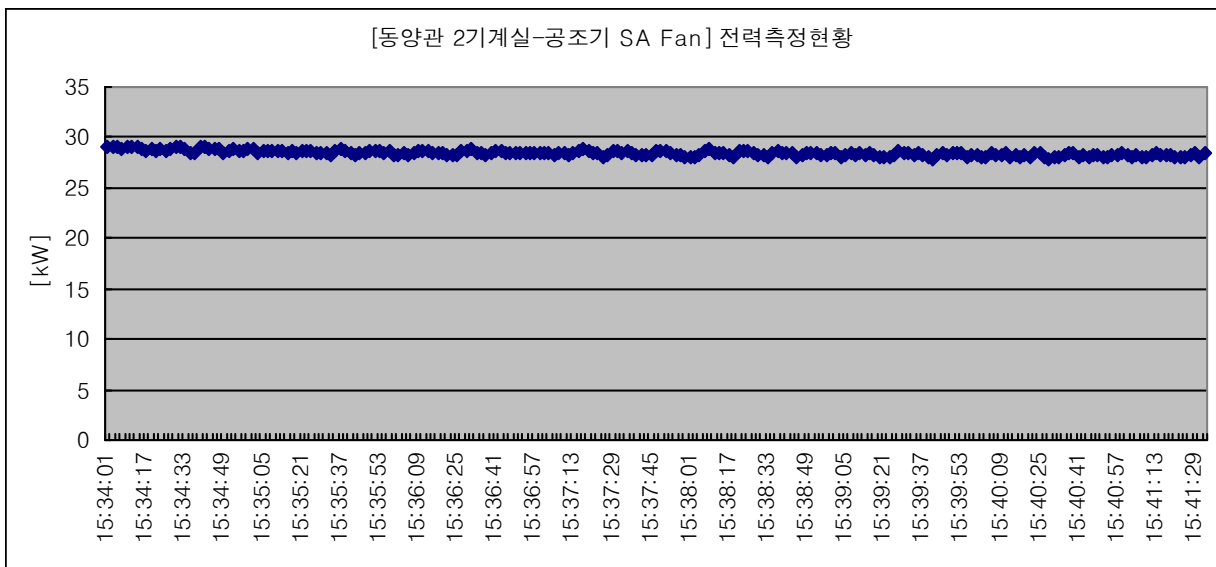
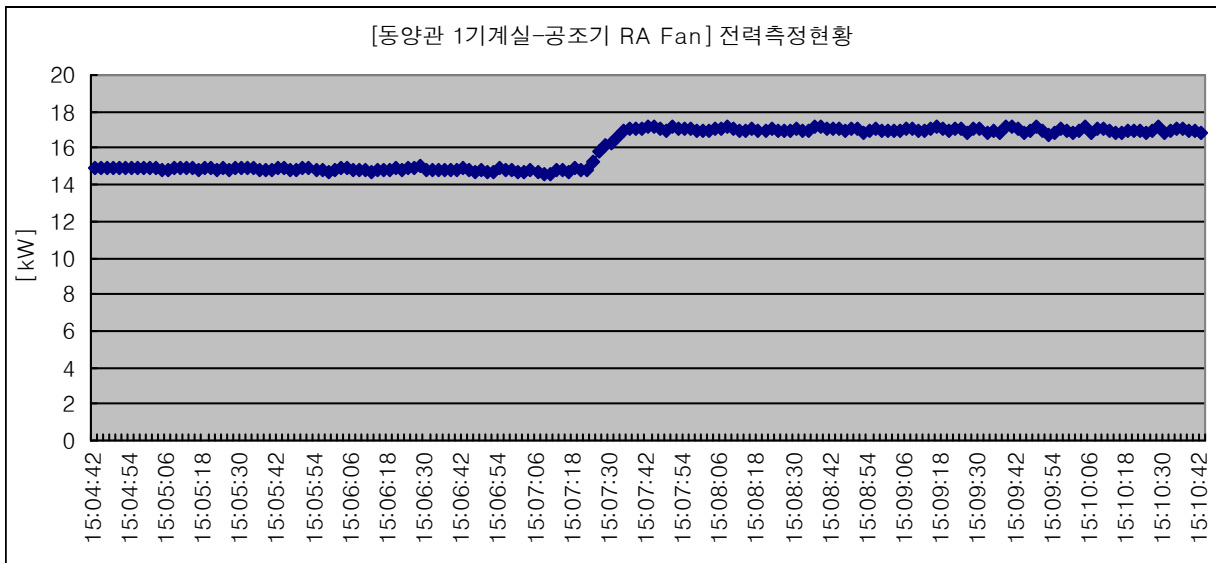
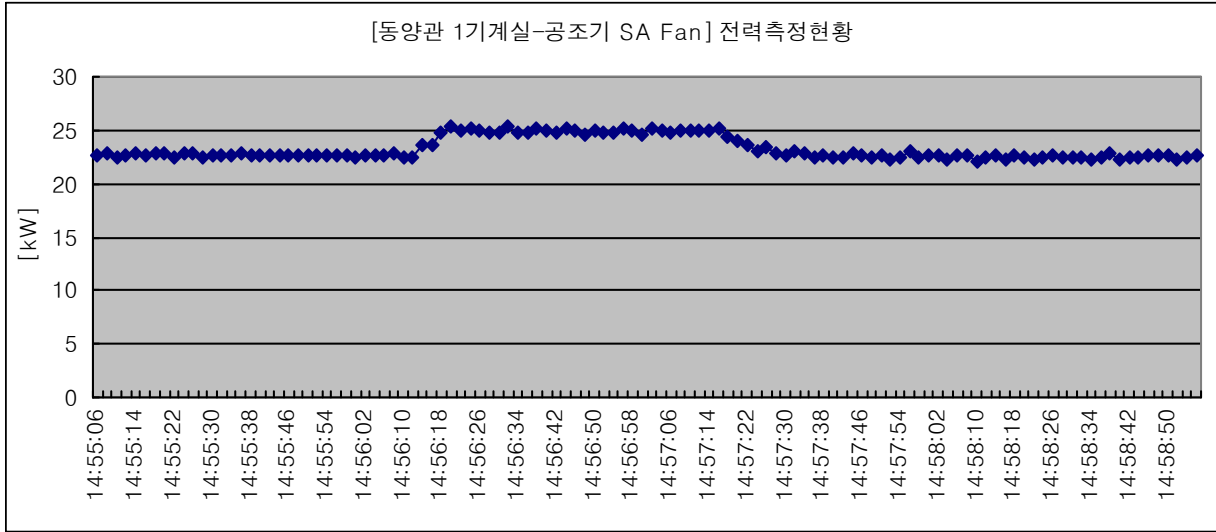
3. 기타, 측정자료

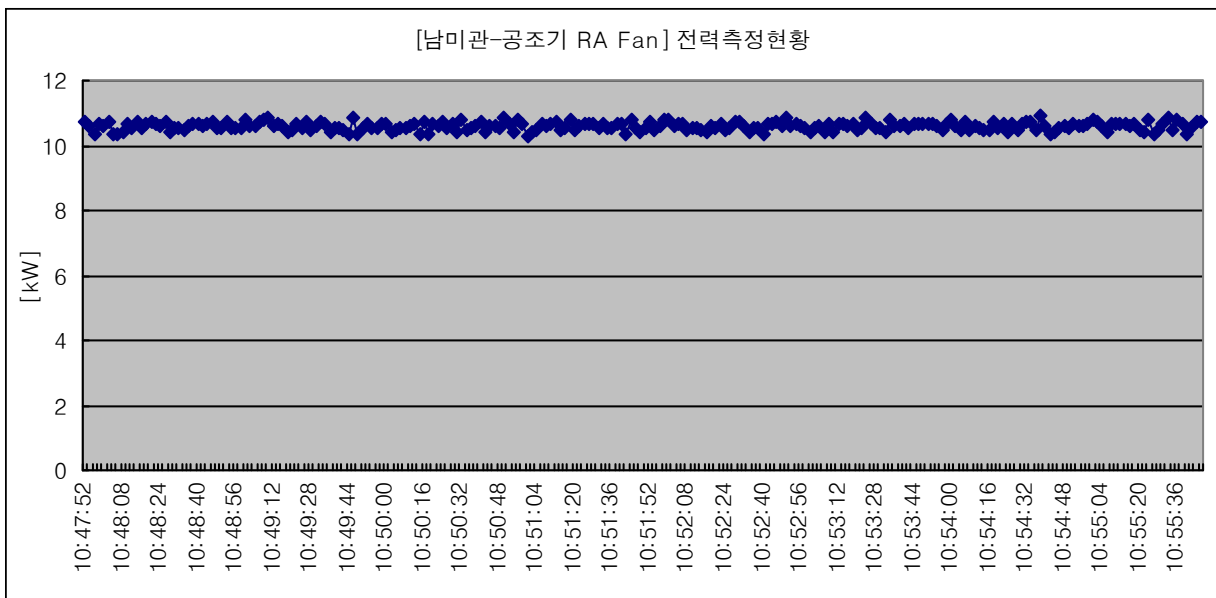
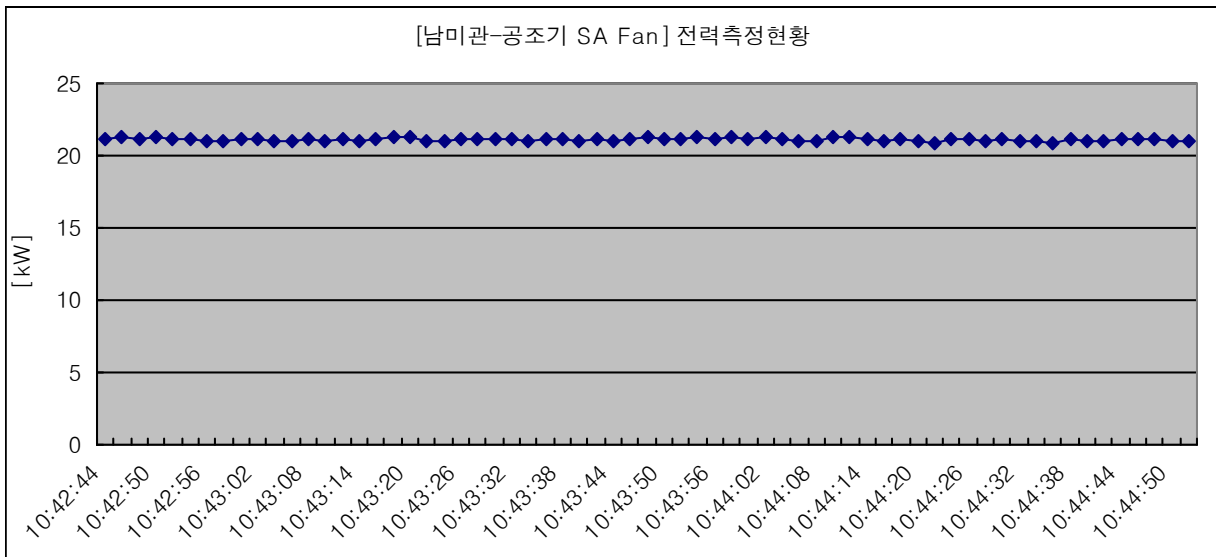
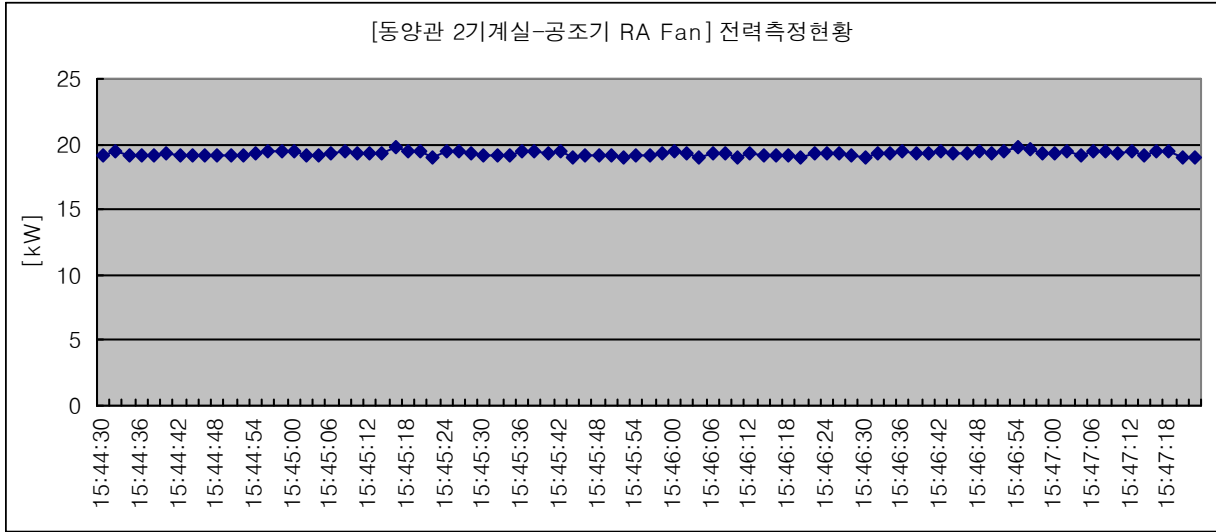


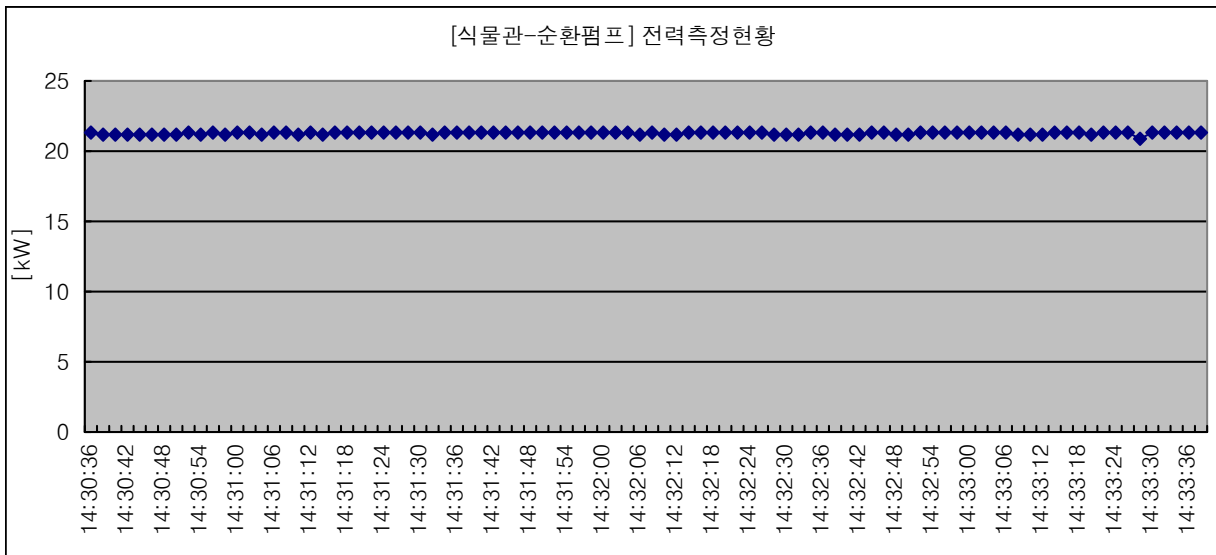
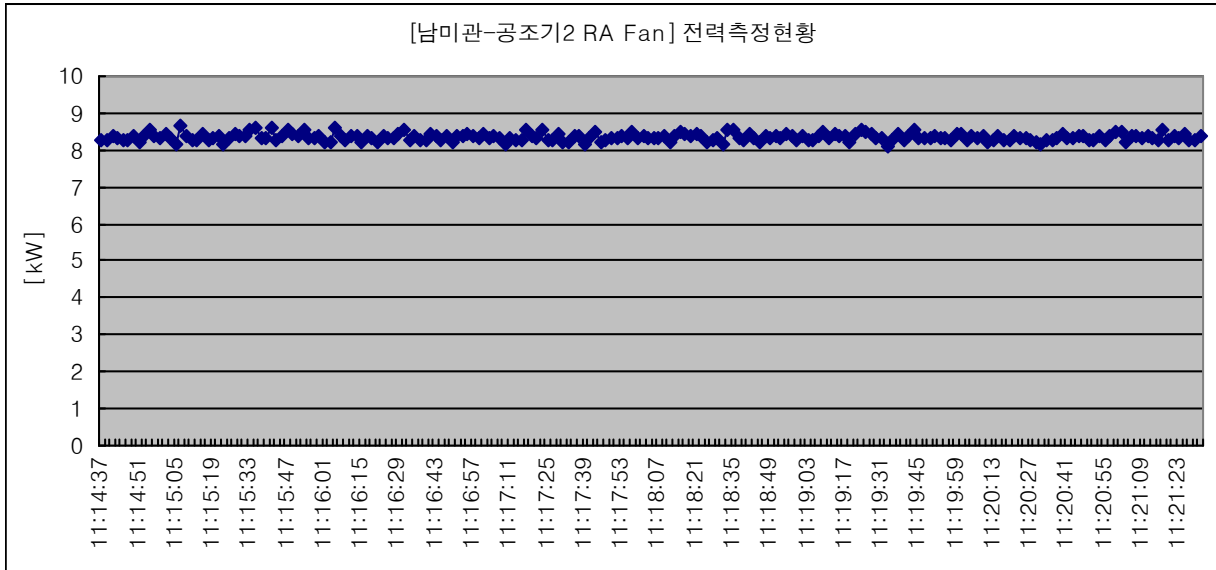
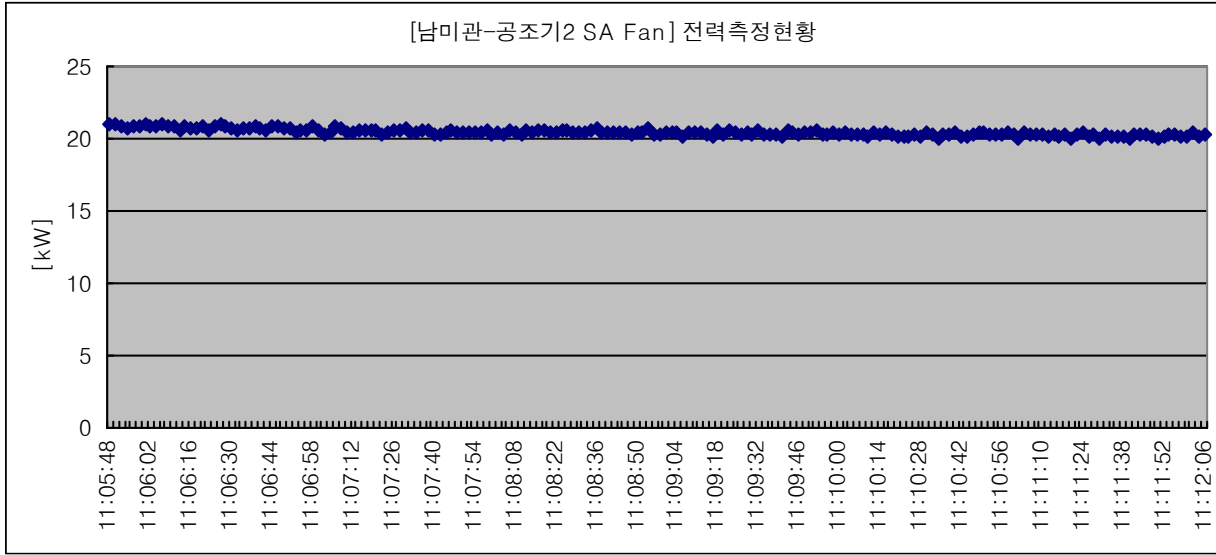


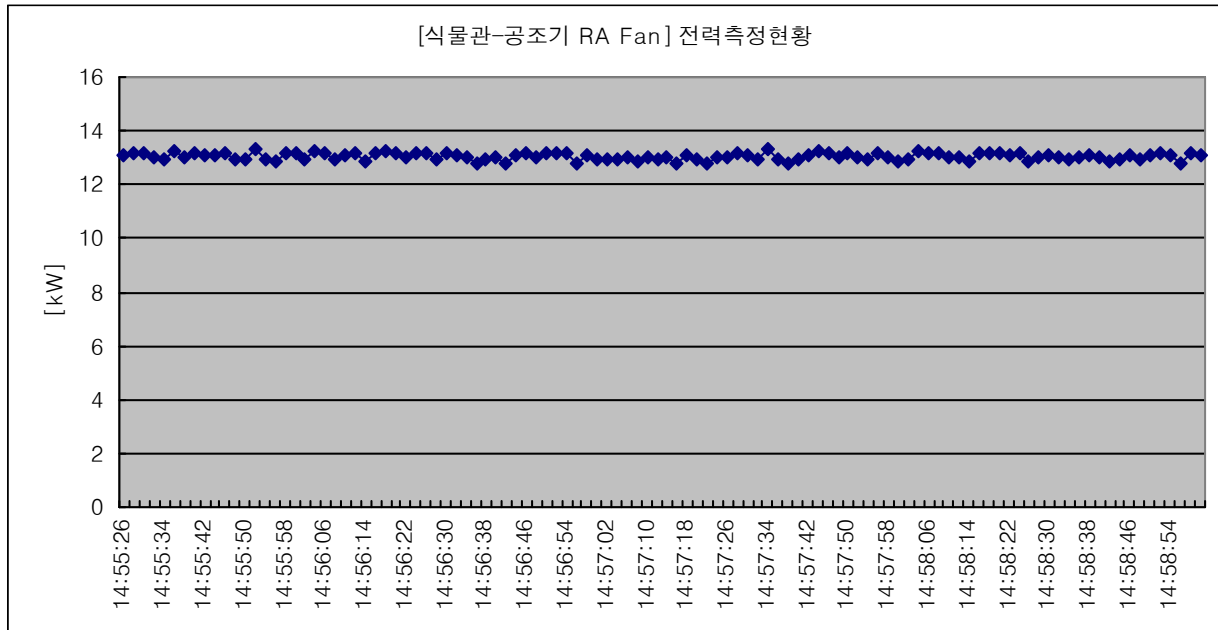
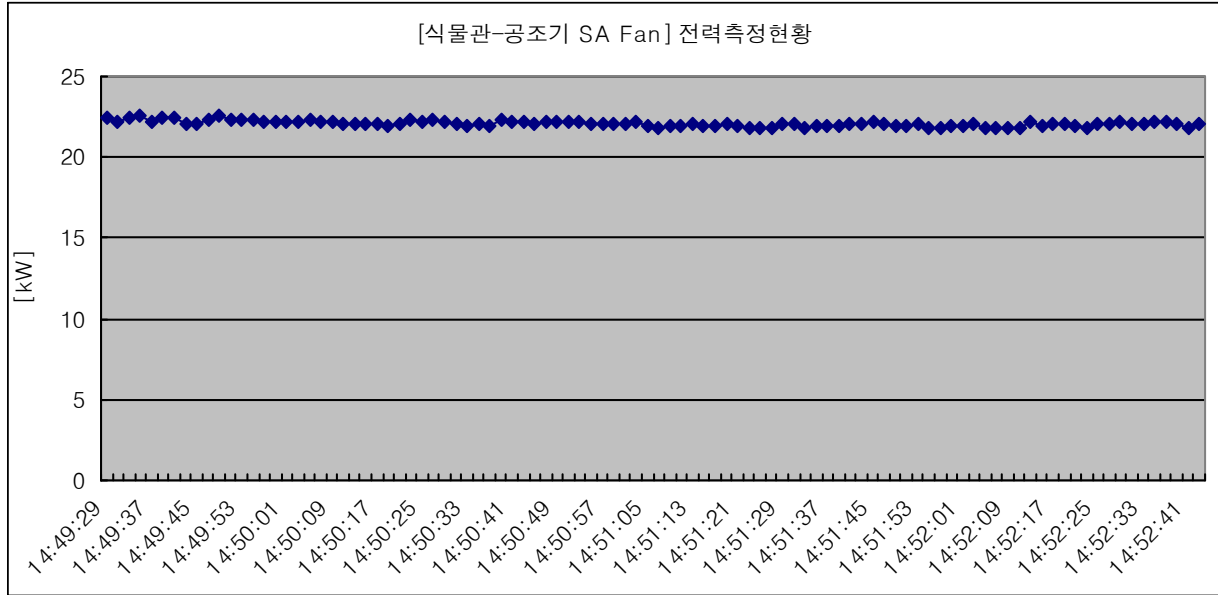












※ 동양관 및 식물관 공조기 순환펌프 측정자료

구 분		단 위	동양관 기계실 순환펌프	식물관 기계실 순환펌프	비 고
정격치	정격동력	kW	18.7	22	
	정격유량	m ³ /h	150	204	
	정격양정	m	25	25	
측정치	측정전력	kW	14.5	21.3	
	측정유량	m ³ /h	105	220	
	운전양정	m	48.2	56.5	



※ 공조기 Fan 전력 및 풍량 측정자료

구 분	정격치				측정치			
	SA Fan		RA Fan		SA Fan		RA Fan	
	전력 (kW)	풍량 (m ³ /h)	전력 (kW)	풍량 (m ³ /h)	전력 (kW)	풍량 (m ³ /h)	전력 (kW)	풍량 (m ³ /h)
동양관 1기계실	37	66,000	22	63,000	22.5	53,500	14.9	49,800
동양관 2기계실	37	66,000	22	63,000	29.0	63,200	19.5	62,800
남미관-1	37	60,000	22	54,000	21.0	48,700	11.0	42,500
남미관-2	37	60,000	22	54,000	21.0	59,800	8.5	41,600
식물관	30	66,000	18.5	63,000	22.4	61,900	13.3	57,800

4. 2012년 고효율기기 보급지원제도



○ 지원제도안내

■ 지원제도 개요

고효율에너지 기자재로 인정된 고효율조명기기를 설치하는 고객에게 일정금액을 전력산업기반 기금으로 무상지원해 드리는 제도입니다.

■ 지원대상

- 고효율조명기기를 설치 또는 교체하여 전기사용계약단위별 절전용량의 합이 1kW이상인 고객
 - 컨버터 내·외장형 LED는 신설 또는 백열등 및 할로겐등을 대체하는 경우에 한함
 - * 삼파장램프(안정기내장형램프) 및 방전등 계열을 교체하는 경우는 지원대상이 아님
 - * 리모델링의 경우 교체전 등기구가 백열등 또는 할로겐등인 경우에만 지원가능
- 「에너지이용합리화법」 제8조에 따른 지경부고시 「공공기관 에너지이용합리화 추진에 관한 규정」에 의한 공공기관 등은 지원제외

■ 절전용량 및 지원단가

구 분			절전용량 (kW/개)	최소시설수 량(개)	지급단가(원/개)	
					신설	교체
LED 유도등	단면 (피난용)	소형	0.015	67	10,000	
		중형	0.023	44	12,000	
		대형	0.041	25	15,000	
	양면 (피난용)	소형	0.015	67	13,000	
		중형	0.023	44	15,600	
		대형	0.041	25	19,500	
	단면 (통로용)	소형	0.0144	70	10,000	
		중형	0.023	44	12,000	
		대형	0.041	25	15,000	
	양면 (통로용)	소형	0.0144	70	13,000	
		중형	0.023	44	15,600	
		대형	0.041	25	19,500	

구 분			절전용량 (kW/개)	최소시설 수량(개)	지급단가(원/개)	
					신설	교체
LED 조명	컨버터 내장형	5W 이하	0.025	40	11,100	11,100
		5W초과 10W이하	0.05	20	13,500	13,500
		10W 초과	0.09	12	17,200	17,200
	컨버터 외장형	5W 이하	0.025	40	6,500	6,500
		5W 초과	0.045	23	7,500	7,500

* 지원상한액

- LED 유도등 : 2천만원/년
- 고효율 LED 조명등(컨버터내·외장형) : 2천만원/년



고효율인버터

○ 지원제도안내

▣ 개요

최대수요 억제 및 전기에너지 절감을 위해 한전에서 인정하는 고효율 인버터를 설치하는 고객에게 일정액을 무상 지원하는 제도입니다.

④ 지원대상

- 인버터(용량 3.7kW ~ 220kW)를 설치하여 절감되는 전력합계가 5kW이상인 고객에게 지급합니다.
 - 동일구내 연간 1억원 한도 내에서 지원
- 대상부하는 팬, 펌프, 블로어 등 저감토오크 부하에 설치하여 에너지를 절감하는 경우에 한합니다.
 - 펌프부하 중 유압펌프(사출기 등), 진공펌프는 지원에서 제외됩니다.
- 「에너지이용합리화법」 제8조에 따른 지경부고시 「공공기관 에너지이용합리화 추진에 관한 규정」에 의한 공공기관 등은 지원제외

④ 지원기준

- 제어판넬, 리액터, 노이즈 필터를 같이 설치시에만 지원가능합니다.
 - 인버터 교체시 지원제외
- 지원제도 위반시 지원금이 환수됩니다.
 - 최대주파수 변경이나 전동기 용도 불일치 등

④ 지원금액

인버터 용량(kW)	절감전력(kW)	지원금(천원)	
		대기업	중소기업
3.7	1.3	107	126
5.5	1.9	159	187
7.5	2.6	217	255
11	3.7	318	374
15	5.1	434	510
18.5	6.3	535	629
22	7.5	636	748
30	10.2	765	918
37	12.6	944	1,132
45	15.3	1,148	1,377
55	18.7	1,403	1,683
75	25.5	1,913	2,295
90	30.6	1,989	2,448
110	37.4	2,431	2,992
132	44.9	2,917	3,590
160	54.4	3,536	4,352
200	68.0	4,420	5,440
220	74.8	4,862	5,984

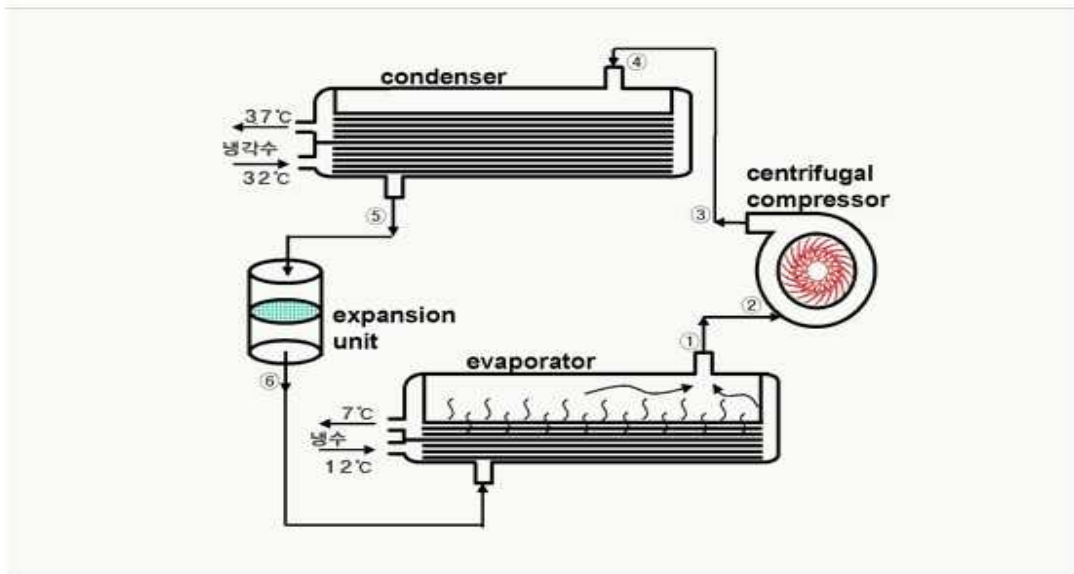


고효율냉동기

고효율냉동기란?

개요

- 흡수식 냉동기와 더불어 중앙공조용으로 널리 사용하며 압축기의 구동에 주로 전기모터를 사용
- 증기압축식 냉동기의 일종으로 원심압축기를 사용하여 높은 효율(COP이 6)로 대용량의 냉매를 압축
- 오존파괴계수(Ozone Depletion Potential)가 “0”인 대체냉매 “R134a”를 사용한 친환경 냉동기
 - 원심식 압축기에서의 냉매는 70% 이상이 R134a가 적용되고 있으며 일부 제조사만이 R123 냉매용을 생산하고 있음.



COP(Coefficient Of Performance, 성적계수, 성능계수) : 성능계수는 유효하게 얻은 열량과 이때 소비된 에너지의 비로 정의함. 냉동기나 히트펌프는 효율대신 성능계수를 이용하여 기기의 성능을 판별함.

지원제도안내

개요



최대수요 억제 및 전기에너지 절감을 위해 고효율냉동기를 설치하는 고객에게 일정액의 무상지원하는 제도입니다.

지원대상

- 고효율에너지기자재로 인정된 고효율원심식냉동기중 전담기관에서 지원 대상으로 승인한 기기를 신설 또는 교체하는 경우
 - 동일구내 연간 1억원 한도 내에서 지원
- ☐ 「에너지이용합리화법」 제8조에 따른 지경부고시 「공공기관 에너지이용합리화 추진에 관한 규정」에 의한 공공기관 등은 지원제외

대상규격

- 압축기, 증발기, 응축기, 부속 냉매 배관 및 제어 장치 등으로 냉동 사이클을 구성하는 원심식 또는 스크류 냉동기로서
 - 원심식 냉동기는 냉동능력이 2000RT 이하
 - 스크류 냉동기는 냉동능력이 500RT 이하

지원금

용량(RT)	200	300	500	535	750	1,000	2,000
절감전력(kw)	35	52	88	94	132	176	352
지원가격(천원)	4,900	7,280	12,320	13,160	18,480	24,640	49,280

제원 : 전력산업기반기금 / 효율향상사업

※고효율기기 보급지원제도 업무 프로세스

□ 장려금 지원 대상 : 고효율기기를 설치 또는 발주한 자

■ 지원금 지급절차



5. 2012년도 에너지이용합리화사업을 위한 자금 지원지침

지식경제부공고 제2012 - 18호

에너지이용합리화법 제14조, 동 법 시행령 제27조, 에너지및자원사업특별회계법 제6조에 따라 운용하는 「2012년도 에너지이용합리화사업을 위한 자금지원지침」을 다음과 같이 공고합니다.

2012년 1월 13일
지식경제부장관

에너지이용합리화사업을 위한 자금 지원지침

제 1 장 총 칙

제1조(목적)이 지침은 「에너지이용 합리화법」, 같은 법 시행령에서 에너지절약형 시설투자, 에너지절약형 기자재의 제조·설치·시공, 그 밖에 에너지이용합리화와 이를 통한 온실가스배출 감축사업과 관련하여 위임한 사항과 그 시행에 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제2조(적용범위)에너지이용합리화사업을 위한 자금의 신청·대출 등에 관하여 관계 법령이 정하는 것을 제외하고는 이 지침이 정하는 바에 따른다.

제3조(용어의 정의)이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음 각 호와 같다.

1. “용자대상기관”이라 함은 에너지관리공단(이하 “공단” 이라 한다)을 말한다.
2. “추천”이라 함은 공단이 자금 실수요자에게 이 지침의 규정에 따른 자금 지원조건 및 대출범위 등을 정하는 것을 말한다.
3. “대출”이라 함은 공단이 융자금을 직접 또는 공단과 대여약정을 체결한 한국산업은행·중소기업은행·은행법에 의한 금융기관, 농업협동조합중앙회, 수산업협동조합중앙회 및 여신전문금융업법에 의한 신기술사업 금융업자 등(이하 “금융기관” 이라 한다)을 통하여 실수요자에게 융자해 주는 것을 말한다.
4. “대여”라 함은 공단이 금융기관에 자금을 융자해 주는 것을 말한다.
5. “대출승인”이라 함은 금융기관(또는 공단)이 대출을 받고자 하는 자의 대출신청에 대하여 대출의 가·부를 결정하는 것을 말한다.

6. “소요자금”이라 함은 용자지원 대상시설 설치에 투자되는 자금을 말한다.
7. “중소기업”이라 함은 중소기업기본법 제2조의 규정에 의한 중소기업 을 말한다.
8. “공공기관”이라 함은 국가기관, 지방자치단체, 공공기관운영에 관한 법률에 따라 지정된 공공기관, 특별법에 의하여 설립된 법인 및 상기 기관이 납입자본금의 50% 이상을 출자한 법인을 말한다.
9. “비영리법인”이라 함은 민법 제32조의 규정에 의한 학술, 종교, 자선 등 영리가 아닌 사업을 목적으로 하는 사단 또는 재단법인을 말한다.
10. “에너지절약전문기업”(Energy Service Company, 이하 “ESCO” 라 한다)이라 함은 에너지이용합리화법 제25조에 따라 등록된 기업을 말한다.
11. “계속사업”이라 함은 동일사업이 2개년도 이상에 걸쳐 계속하여 진행되는 사업을 말한다.
12. “시설의 개체”라 함은 동일 사업장에서 기존시설 또는 공정을 유사목적·유사기능의 향상된 시설 또는 공정으로 개조·보완·대체하는 것을 말한다. 다만, 사업장을 이전할 경우에는 폐기하는 기존 시설의 대체에 한한다.
13. “사업의 착수일”이라 함은 계약일자를 말한다. 다만, 본 계약이 체결되기 전에 외국으로부터 주요설비를 도입하는 경우에는 신용장 개설일자를 기준으로 할 수 있다. 또한, 복합공정에서 전체계약내용 중 지원대상시설에 대한 착공일이 계약일자와 다른 경우는 착공일을 기준으로 한다.
14. “목적외의 사용”이라 함은 시설의 종류, 규격 등 자금추천 중요내용에 위반하여 시설을 설치하거나 자금을 용도에 따라 사용하지 아니한 경우를 말한다.
15. “ESCO민간용자자금”이라 함은 민간자금을 조달하여 이차(利差)보전 방식으로 ESCO투자사업에 대하여 용자지원하는 재원을 말한다.
16. “그린 크레딧(Green Credit) 사업”이란 대기업을 중소기업의 온실가스 감축을 위해 기술·자금을 지원하고 감축실적의 일부를 대기업을 실적으로 이전하는 제도를 말한다.

제 2 장 자금지원 대상 및 조건

제4조(지원대상자) 자금지원대상자는 아래 각 호와 같다.

사 업 명	자 금 지 원 대 상 자
1. ESCO투자사업	○에너지사용자와 성과배분계약 또는 신성과배분계약을 체결한 ESCO 및 ESCO와 성과보증계약을 체결한 에너지사용자
2. 목표관리업체 투자사업	○저탄소녹색성장기본법 제42조에 따른 온실가스·에너지 감축 관리업체로 지정된 기업(또한, 2013년 목표관리제 대상기업으로 지정되는 중소기업도 가능) - 단, 그린 크레딧(Green Credit) 사업에 관해서는 해당 참여기업이 자금신청하는 경우 포함
3. 절약시설 설치사업	○[별표1] 자금지원 세부내역 제 3 항에 해당되는 시설을 설치하고자 하는 자로서 저탄소녹색성장기본법 제42조에 따른 온실가스·에너지 감축 관리업체로 지정된 기업이 아닌 자
3-가. 고효율제품 등 생산시설설치사업	○[별표1] 자금지원 세부내역에 따른 고효율제품 등을 생산하는 자 (중소기업에 한함)
3-나. 수요관리설비설치사업	○[별표1] 자금지원 세부내역에 따른 수요관리설비를 설치하는 자

제5조(지원대상사업) 자금지원대상사업은 아래 각 호와 같다.

사 업 명	대 상 사 업
1. ESCO투자사업	○[별표1] 자금지원 세부내역 제1항에 해당하는 시설
2. 목표관리업체 투자사업	○[별표1] 자금지원 세부내역 제2항에 해당하는 시설의 개체사업 - 단, 자금지원 세부내역에서 별도로 정한 경우에는 예외로 함 - 중소기업은 자금지원 세부내역에서 별도로 정한 경우 이외에는 신·증설 사업도 포함
3. 절약시설 설치사업	○[별표1] 자금지원 세부내역 제3항에 해당하는 시설의 개체사업 - 단, 자금지원 세부내역에서 별도로 정한 경우에는 예외로 함 - 중소기업은 자금지원 세부내역에서 별도로 정한 경우 이외에는 신·증설 사업도 포함
3-가. 고효율제품 등 생산시설설치사업	○[별표1] 자금지원 세부내역 제 3-가 목에 해당하는 시설
3-나. 수요관리설비설치사업	○[별표1] 자금지원 세부내역 제 3-나 목에 해당하는 시설

제6조(지원조건) 이 자금의 지원조건은 아래 각 호와 같다.

사 업 명	지원규모 (억원)	당해연도 동일사업자당 지원한도액	대출 기간	이자율
1. ESCO투자사업	2,100	300억원 이내 (동일투자사업장당 150억원 이내)	3년거치 7년 분할상환	「에너지및자원 사업특별회계 운영요령」에 따름
2. 목표관리업체 투자사업	1,698	150억원 이내	3년거치 5년 분할상환	
3. 절약시설 설치사업	1,500			
3가. 고효율제품 등 생산 시설설치사업		10억원 이내		
3나. 수요관리설비 설치사업		5억원 이내		
합 계	5,298			

- 주1) 위 표의 대출기간이 「에너지및자원사업특별회계 운영요령」의 내용과 상이한 경우에는 「에너지및자원사업특별회계 운영요령」의 규정에 따른다.
- 주2) 지원규모는 공단이 자금추천 상황 등을 고려하여 세부사업별 지원규모를 조정할 수 있다.

제7조(지원범위) ①자금지원의 범위는 해당시설(중고설비 제외) 및 부대설비의 구입비, 설치공사비, 설계·감리비(기술도입비 포함) 시운전비 등에 한한다. 다만, 부가가치세, 토지구입비 및 해당시설 설치에 필수적인 건축물을 수반하지 않는 건물공사비는 제외한다.

②지원비율은 소요자금의 80%이내로 한다. 다만, 중소기업, 비영리법인, ESCO 투자사업은 소요자금의 100% 이내로 하며 에너지사용자가 대기업인 ESCO투자사업은 소요자금의 60% 이내로 한다.

③ESCO민간융자자금은 에너지이용합리화사업을 위한 자금에서 지원받지 못하여 자체로 조달해야 할 소요자금이나 국외 ESCO투자사업 등에 지원할 수 있으며, 공단은 대출이자율, 대출기간, 지원한도 등 세부 지원기준을 지식경제부 장관의 승인을 거쳐 별도로 공지한다.

제 3 장 자금신청 및 추천

제8조(자금신청)①자금추천을 받고자 하는 자는 신청 전에 자금추천 신청시설의 품질, 성능, 안전, 시공업체 선정 등에 대해 충분히 검토한 후, 공단에서 정한 자금추천 신청서를 작성하여 공단에 신청하여야 한다.

②자금신청 최소 신청금액은 2,000만원으로 하고 자금추천은 100만원 단위로 한다. 다만, ESCO투자사업의 단열 개·보수사업은 최소 신청금액을 1,000만원으로 한다.

③공단은 특정 자금지원 대상설비에 대하여 공인시험기관의 시험성적서 등 제품의 성능 등을 확인할 수 있는 관계서류의 제출을 요구할 수 있다.

④자금추천 신청의 접수 등 세부사항은 공단에서 정한다.

제9조(추천심사)①공단은 자금추천을 신청한 사업에 대하여 사업계획의 타당성, 에너지절감 효과 등을 심사하여 자금추천할 수 있다. 다만, 다음의 경우에는 예외로 한다.

1. 전년도에 추천받은 계속사업

2. 에너지이용합리화법 제32조 제2항에 근거한 에너지진단결과에 따라 수행하는 시설, 공정 등을 개체 또는 개선하는 것으로서 진단 완료 후 5년 이내 실시하는 사업(공정별 또는 설비별 에너지절감효과가 5%이상인 경우에 한함)

3. 에너지이용합리화법 제22조에 의한 고효율에너지기자재 설치사업

4. 수요관리설비설치사업

5. 고효율제품 등 생산시설설치사업, 온실가스 감축 및 에너지절약을 위한 계측장비 및 소프트웨어 등 에너지절감효과가 산출되기 어려운 사업, 자금추천대상금액이 5,000만원 미만인 사업

②공단은 기술보증기금에 보증을 신청하는 사업에 대해서는 기술보증기금이 이 지침 및 제10조에 따른 자금추천 신청 및 심사기준에 따라 자금추천 심사를 수행할 수 있다.

제10조(추천심사기준)공단은 지식경제부 장관의 승인을 거쳐 사업별 자금추천 신청 및 심사기준을 마련하여 별도로 공지한다. 이 경우 중소기업 지원확대, ESCO산업 활성화 등 정책적인 지원 필요성 등에 따라 가감점을 부여할 수 있다.

제11조(추천범위)①공단은 당해연도 개시일 이후(전년도 4사분기 포함)에 착수된 사업에 한해 착수일 이후에 소요되는 자금을 추천한다. 다만, 다음 각 호의 경우에는 예외로 한다.

1. 전년도에 추천 받은 계속사업은 당해연도 이전에 착수된 사업일 경우에도 당해연도에 소요되는 자금을 추천할 수 있다.
2. 자금추천을 받은 사업자가 금융기관의 귀책 등 불가피한 사유로 대출승인을 받지 못한 경우 지식경제부장관의 승인을 받아 당해연도 개시일 이전에 착수된 사업에 대해서도 당해연도에 다시 추천할 수 있다.
- ② 계속사업에 대한 자금추천은 추천연도를 포함하여 3년 이내까지만 인정한다.
- ③ 공단은 추천취소, 추천포기 등을 감안하여 자금지원 예산규모의 30% 범위 내에서 초과 추천할 수 있으며, 당해연도 자금이 소진되어 추천받은 사업중 자금을 지원받지 못한 사업(금융기관을 통하여 공단에 대여신청을 한 경우에 한함)에 대해서는 다음연도에 자금을 지원할 수 있다.

제12조(추천통보) 공단은 제9조에 따라 자금추천을 하는 경우 별도로 정하는 기한 내에 자금신청자, 대출취급 금융기관에 통보하여야 하며, 추천에서 제외된 경우에도 자금신청자에게 통보하여야 한다. 다만, 부득이한 사유로 기한 내에 통보할 수 없는 경우에는 그 사유를 자금신청자에게 통보하여야 한다.

제13조(추천취소 등) ① 공단은 자금추천과 관련하여 제출된 제반내용에 중대한 허위사실이 발견된 사업에 대해서는 자금추천 및 대출승인을 취소할 수 있으며, 해당자에 대하여는 향후 3년간 자금추천대상자에서 제외한다.
 ② 자금지원과 관련하여 민원 발생, 자금사용 위반 등으로 조사가 진행중에 있는 때에는 해당업체, 특정설비 등에 대하여 공단은 자금추천심사를 잠정적으로 보류할 수 있다.

제14조(변경신청) 공단으로부터 자금추천을 받은 자가 추천금액 등 추천내용의 중요한 사항을 변경하고자 하는 경우에는 관련서류를 첨부하여 공단에 추천변경을 신청하여야 한다.

제15조(중소기업 우대) ① 사업별 투자수요 등을 감안하여 지원예산을 대·중소기업으로 구분하여 운용할 수 있으며, 중소기업을 우대 지원하기 위하여 전체 지원예산의 60% 이상을 중소기업에 우선 지원한다. 다만, 예산의 미집행이 우려되는 경우에는 7월이후 기업 또는 사업별 구분 없이 지원할 수 있다.
 ② 금년도 신규 ESCO투자사업은 해당 지원예산의 70%를 중소기업에 우선 지원한다.(단, 전년도 추천 계속사업에 대한 지원예산은 제외)
 ③ 우대 지원을 원하는 중소기업은 세무사가 확인한 “중소기업 확인서”(별지서식 1호) 또는 공공기관 등에서 중소기업임을 확인한 공문서 [혁신형중소기업(벤처·

이노비즈·경영혁신형) 인증서 등] 를 제출하여야 한다. 다만, 개인사업자는 중소기업확인서를 제출하지 않아도 중소기업으로 본다.

제16조(자금추천위원회)①자금추천심사 등 자금지원업무를 효율적으로 수행하기 위하여 공단에 자금추천위원회를 둔다.

②총 사업비(추천대상금액 기준)가 40억원 이상인 사업은 제9조 제1항 제1호의 경우를 제외하고는 원칙적으로 자금추천위원회의 심사를 거쳐 자금추천을 한다.

③전년도에 추천받은 계속사업으로 총 사업비(추천대상금액 기준)가 40억원 이상인 사업 중 사업비의 30%이상 증감 등 사업내용에 중대한 변동사항이 있는 경우에는 자금추천위원회의 심의를 거쳐 자금추천할 수 있다.

④동 위원회 산하에 자금지원 대상설비의 검토를 위한 설비조정심의소위원회를, 지원사업의 성과평가 등을 위해 자체성과평가소위원회 등을 둘 수 있다

⑤각 위원회 구성·운영에 필요한 세부규정은 공단에서 따로 정한다

제17조(대상시설의 공모)①공단은 자금지원 대상시설 공모를 연중 실시하여, 매년 5월, 10월경에 관련 전문가 등의 검토 및 지식경제부장관의 승인을 거쳐 일정한 유효기간을 부여하여 자금지원 대상시설로 선정할 수 있다. 이 경우, 선정된 설비는 동 지침 개정전이라도 자금을 지원할 수 있다.

제18조(대상시설의 조정)①자금지원 대상시설에 대해서는 설비조정심의소위원회의 관련 전문가 검토 등을 거쳐 매년 정기적으로 대상시설에서 제외하거나 대상시설의 내용을 조정할 수 있다. 다만, 제외 또는 조정에 대하여 이의가 있는 자는 1개월내에 이의신청을 할 수 있다.

②지식경제부장관은 민원발생 등으로 수요자의 피해가 우려되는 특정설비 및 특정업체의 제품 또는 시공자에 대해서는 자금지원을 중단하거나 자금지원 범위를 변경할 수 있다.

제 4 장 대출승인 및 대출금의 지급

제19조(대출신청)공단의 자금추천을 받은 자는 금융기관에 대출신청을 하여야 한다. 다만, 공공기관은 금융기관을 거치지 않고 공단에 직접 대출을 신청할 수 있다.

제20조(대출승인)①금융기관(또는 공단)은 특별한 사유가 없는 한 대출신청을 받은 날부터 30일 이내에 대출승인을 하여야 하며(특별한 사유로 인하여 동기간이 경과할 경우는 그 사유와 기간을 명시하여 공단에 사전에 통보하여야 함), 대출승인일은 당해연도를 초과할 수 없다.

②금융기관은 자금지원사업에 대한 대출승인사항(승인일, 승인금액)을 최초 자금 인출시 공단에 제출하여야 한다.

제21조(대출기한)공단으로부터 추천(또는 대출승인)을 받은 사업자는 추천(또는 대출승인)받은 자금을 당해연도에 인출하여야 하며, 다음연도로 이월하여 인출할 수 없다. 다만, 대출신청(또는 공단의 대출승인)이 당해연도 내에 이루어지고 당해연도 내에 자금을 인출하지 못한 금액에 대하여는 지식경제부장관의 승인을 얻어 이월하여 익년도 2월말까지 인출할 수 있다.

제22조(대출금의 지급)금융기관(또는 공단)이 자금을 대출할 때에는 자금사용자로부터 지급에 관한 동의를 받아 재화 또는 용역의 제공자에게 직접 지급하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 자금사용자가 재화 또는 용역의 제공자에게 대금을 지급한 경우에는 자금사용자에게 지급할 수 있다

제23조(대출방법)①금융기관(또는 공단)이 시설자금을 대출할 때에는 자금추천서에 표시된 시설의 설치(설치장소, 시설의 사양 등) 또는 제작현황이나 용역제공 등에 대한 일치 여부를 현지조사와 관련서류(세금계산서 등)를 통하여 확인하고, 그 확인된 기성고에 따라 자금지원비율을 감안하여 자금을 지급한다. 다만, 기성고를 인정함에 있어 다음 각 호의 경우에는 예외로 한다.

1. 자금 지급시 추천금액의 50% 범위 내에서 자금사용자가 재화 또는 용역의 제공자에게 지급한 선급금을 기성고로 인정하여 지급할 수 있다. 다만, 계속 사업인 경우에는 총사업비(전체 추천대상금액 기준)의 50% 범위 내에서 지급할 수 있다.
2. 해당시설이 외국으로부터 수입되는 시설인 경우에는 수입어음 결제예정액을 기성고로 인정하여 수입어음 결제일에 대출금을 지급할 수 있다.
3. 당해연도 동일사업자당 지원한도를 초과하여 한도금액 범위내에서 일부만 자금 추천을 받은 경우에는 자금지원비율과 관계없이 확인된 기성고에 따라 자금을 지급할 수 있다. 다만, 추천금액 중 잔여 10%에 해당되는 자금은 제외한다.
4. 공단이 직접 대출하는 경우 공공기관에 대한 기성고 조사는 세금계산서, 선택증권 등 관련 자료의 확인으로 기성고 조사를 갈음하고, 불가피한 사유가 있는 경우를 제외하고는 당해 대출신청일로부터 10영업일 이내에 대출금을 지급한다.

5. ESCO투자사업의 기성고 확인은 현지조사 및 ESCO투자사업의 계약당사자인 에너지사용자와 ESCO간의 관련서류(세금계산서 등)를 기준으로 한다. 다만, 에너지사용자와 ESCO간의 관련서류(세금계산서 등)를 기준으로 할 수 없는 경우에는 ESCO의 소요비용을 기준으로 하며, 경비, 일반관리비, 이윤 등에 대해서는 재료비, 노무비의 기성고 비율과 같은 비율을 적용하여 지급할 수 있다.

②자금사용자는 자금추천서에 표시된 시설(또는 용역)의 이행정도와 해당 자금추천서에 기재된 소요자금에 대한 집행을 확인할 수 있는 관계서류(세금계산서 등)를 대출취급 금융기관에 제출하여야 한다.

제24조(대출관리)①자금사용자는 당해연도 자금을 최종 인출한 경우에는 최종자금 인출일의 다음달 말일까지 사업수행보고서를 작성하여 공단에 제출하여야 한다.

②공단은 사업수행보고서를 제출하지 않은 자금사용자에 대하여 향후 자금추천 심사를 보류하거나 지원된 자금을 회수할 수 있다.

③공단은 자금추천대상금액이 50억원 이상인 사업에 대해서는 해당 사업현장을 방문하여 공사의 진척상황 등을 파악할 수 있다.

④공단 또는 금융기관은 이 지침에 의한 자금의 대출을 관리하기 위하여 별도의 대출과목을 설정하여야 한다.

제25조(자금추천·대출승인 취소)①공단으로부터 추천(또는 대출승인)을 받은 사업자가 자금추천일(또는 공단으로부터 대출승인일)부터 3개월 이내에 최초자금인출을 하지 못하였을 때에는 자금추천 및 대출승인이 자동 취소된다.(이 경우 최초자금 인출일은 첫번째 대출금이 공단으로부터 대여된 날을 말하며, 이때 3개월이 되는 날이 정기 대여일을 경과하였을 경우에는 차기 대여일까지를 최초 인출시한으로 본다.)

②공단은 최초인출금액을 추천금액의 20% 이상으로 제한할 수 있다.

③자금추천을 받은 사업자 또는 금융기관(또는 공단)으로부터 대출승인을 받은 사업자가 당해연도 내에 인출을 완료하지 못하였을 때에는 미인출 잔액에 대하여 자금추천 또는 대출승인이 자동취소 된다.

④자금추천 또는 대출승인이 취소된 사업은 당해연도에 자금지원을 받을 수 없다. 다만, 최초자금 인출시한 완료일 이전에 공단에 추천의 포기를 통보한 경우는 예외로 한다.

제26조(취소 제외)공단은 제25조 제1항, 제3항, 제4항에 따른 자금추천 및 대출승인의 취소, 자금지원 제외의 사유가 금융기관의 귀책 등 불가피한 경우로 인한 때에는 지식경제부장관의 승인을 받아 이를 적용하지 아니할 수 있다.

제27조(대출상황 보고)공단은 이 지침에 의한 대출상황을 익월 10일까지 지식경제부 및 한국석유공사에 통보하여야 한다.

제 5 장 사후관리

제28조(사후관리)①금융기관(공단에서 직접 대출한 경우는 공단)은 대출대상자의 사업계획서 등에 따라 대출금이 동 지침에 위반되어 사용되지 않도록 현지조사·확인 등 관리를 하여야 한다.

②금융기관은 다음 각 호에 해당된 때에는 관련내용을 공단에 통보하여야 하고 해당되는 원리금을 공단에 즉시 상환하여야 한다.(공단에서 직접 대출한 경우는 공단이 회수함.)

1. 자금추천된 사업이 취소 또는 중단된 때
2. 지원자금을 추천된 목적 이외의 용도로 사용한 때
3. 기타 자금사용자 또는 해당사업이 자금추천대상이 아닌 것으로 확인된 때
4. ESCO가 제30조에서 정한 기한내에 대출금 잔액을 상환하지 않는 때

제29조(위반시 조치)①금융기관은 제28조 제2항 제2호에 해당되어 대출원리금을 상환하는 경우에는 대출금의 회수사유 발생일로 부터 상환일까지 해당 대출금에 대하여 「에너지및자원사업특별회계운용요령」에서 정하는 연체금리를 적용한 이자를 공단에 납부하여야 한다. 다만, 추천변경신청을 하지 않은 경우로서, 위반한 금액의 규모가 추천금액의 10% 이내인 경우에는 그러하지 아니한다.

②공단은 제1항에 해당되는 사업자에 대해서는 향후 3년간 자금추천대상자에서 제외한다. 다만, 목적 외 사용금액, 사용내용 등을 고려하여 필요하다고 인정되는 경우에는 공단이 지식경제부장관의 승인을 받아 자금지원 제한을 면제 또는 완화할 수 있다.

③공단은 자금지원설비를 시공하는 자가 동 지침에 위반하는 사항의 발생에 관련된 경우에는 [별표2] 자금추천시설 시공업체의 위반사항에 관한 조치기준에 따라 해당 시공업체가 참여하는 자금추천신청에 대하여 2년 이내에서 지원을 하지 아니할 수 있다.

제30조(상환)ESCO투자사업의 경우 ESCO와 에너지사용자간에 약정한 성과배분 기간이 종료되면 ESCO는 다음 분기 정기 상환일까지 대출금 잔액을 전부 상환하여야 한다.

제31조(실태조사)①공단은 지원한 자금이 동 지침에 따라 적정하게 사용되고 있는지를 점검하기 위하여 자금지원이 완료된 사업 등을 대상으로 실태조사를 실시하며, 대출취급 금융기관을 대상으로 자금대출 업무의 적정성 여부에 대한 정기적인 점검을 실시할 수 있다. 이 경우 금융기관 또는 사업자(에너지사용자 포함)는 자료제출 등 필요한 사항에 관하여 성실히 협조하여야 한다.

②금융기관 또는 사업자(에너지사용자 포함)가 공단의 실태조사에 성실히 협조하지 않는 경우에는 공단은 지원된 자금의 회수, 자금추천대상(금융기관인 경우에는 대출취급) 제외 등의 조치를 취할 수 있다.

제32조(성과평가)①공단은 자금지원을 받아 투자가 완료된 일정규모 이상의 사업 등을 대상으로 사업성과를 평가하여야 한다.

② 사업성과 평가를 위하여 사업자에게 성과산출 관련자료의 제출을 요구하거나 현장확인 등 조사를 실시할 수 있으며, 관련자료를 제출하지 아니한 업체에 대해서는 다음년도 자금추천을 제한할 수 있다.

③ 공단은 자체성과평가소위원회를 개최하여 사업성과를 평가하고 결과를 매년 6월말까지 지식경제부장관에게 보고하여야 한다.

제 6 장 보 칙

제33조(변경운용)공단은 불가피한 사유로 인하여 동 지침을 변경 운용할 필요가 있는 경우에는 지식경제부장관의 승인을 얻어 지침 개정시까지 한시적으로 동 지침을 변경 운용할 수 있다.

부 칙

1. 이 지침은 공고일로부터 시행한다. 다만, 2012년 1월 1일 이후에 자금추천한 사업은 동 지침에 따른다.
2. 이 지침의 시행일 이전에 이미 추천된 계속사업의 대상시설 관련사항은 종전의 지침에 따른다.
3. 이 지침의 시행일 이전에 자금이 소진되어 추천받은 사업중 자금을 지원받지 못한 사업(금융기관을 통하여 공단에 대여신청을 한 경우에 한함)에 대해서는 금년도 자금을 지원할 수 있으며, 해당 대출액은 이 지침이 정한 금년도의 대출한도액에 포함되지 아니한다.

[별표1]

자금지원 세부내역

구분	자금지원세부내역	비고
1. ESCO투자사업		
	<p>ESCO투자사업(공통사항)</p> <p>ESCO 또는 에너지이용합리화법 제32조제7항에 따른 에너지진단 전문기관이 에너지진단 운용규정(지식경제부 고시)에 의한 에너지진단 결과에 따라 아래 ①~⑥의 시설 설치를 ESCO 또는 ESCO와 성과보증계약을 체결한 에너지 사용자가 실시하는 사업</p> <p>① 절약시설개체사업</p> <p>② 단열 개·보수사업</p> <p>③ IT(정보통신기술)활용 에너지절약사업</p> <p>④ 신·재생에너지설비 설치사업</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 지원 범위 : 해당시설, 계측장비, 소프트웨어, 진단비용 등 - 지원제외 설비 <ul style="list-style-type: none"> · 전기를 주 동력원으로 사용하는 냉·난방기 (단, 설치후 10년이상 경과한 전기를 주동력원으로 사용하는 냉동기 또는 냉·난방기를 고효율 제품이나 에너지소비효율 1등급 제품으로 교체할 경우는 지원 가능) 및 일반 사무·가전기 기 · 공인시험기관에서 발행한 에너지절감효과를 인정하는 시험성적서가 없는 전기절전기 및 신개발 제품 · 소비자의 피해가 우려되는 설비, 정부정책에 적합하지 않은 설비, 기타 ESCO투자 사업으로 실시가 곤란하다고 판단되는 설비 - [별표1]의 제 2 항, 제 3 항, 제 3-나 목의 시설로 개체하는 사업 - “건축물의 에너지절약설계기준”(국토해양부 고시) 제2조 제1항 제1호의 각 목에 해당 하는 건축물이 준공된지 10년이 경과하여 효율적인 에너지관리를 위하여 같은 기준 별표에 적합한 단열재나 기밀성 창호 또는 기밀성 문으로 개체하는 사업 - 기존 건물 또는 공장의 에너지 소비효율개선을 위해 소프트웨어, 계측장비, 통신기기 등의 IT 기술을 활용한 에너지절약사업 - 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행규칙 제2조에 따른 산·재생에너지설비를 자가용으로 설치하는 사업. 다만, 바이오에너지 및 폐기물에너지설비는 상업용으로 설치하는 경우도 지원 가능 · 설비별 기준은 “신·재생에너지설비의 지원 등에 관한 지침” (신·재생에너지센터 공고)의 용자 지원사업을 따름

구분	자금지원세부내역	비고
		· 신규 사업장의 경우 에너지진단보고서를 사업 타당성 검토 보고서로 대체 가능
	⑤ 온실가스배출감축설비 설치사업	- 온실가스 배출 감축을 목적으로 시행하는 사업으로 에너지진단 결과 공정별 또는 설비별 온실가스감축효과가 5% 이상 가능하다고 평가한 설비
	⑥ 기타 에너지효율 향상사업	- '①~⑤'에 해당하지 않는 에너지 절약시설로 개체하는 사업으로 에너지진단 결과 공정별 또는 설비별 에너지절감효과가 5%이상 가능하다고 평가한 시설
2. 목표관리업체 투자사업		
	⑦ 목표관리업체의 투자사업	- 「저탄소 녹색성장 기본법」 제42조 및 동법 시행령 제29조에 의한 관리업체의 에너지이용합리화사업과 이를 통한 온실가스감축사업 · 온실가스 감축 및 에너지절약을 위한 계측장비 및 소프트웨어 포함 · 설치하고자하는 설비가 [별표1] 자금지원세부내역 제3항에 해당하는 설비일 경우는 지원조건을 만족하는 설비에 한함 · 발전사업자의 단위용량 100MW이상 발전계통(보일러, 터빈, 발전기) 부문은 지원대상에서 제외 · 단, 신·재생에너지시설은 제외
	⑧ 그린 크레딧(Green Credit) 사업	
3. 절약시설 설치사업		
가. 정책사업	⑨ 에너지경영시스템(EnMS) 구축사업	- 「ISO 50001」에 의한 에너지경영시스템 구축사업 · 에너지경영시스템 구축 또는 운영을 위해 필요한 데이터 모니터링 및 측정시스템(소프트웨어 포함)
	⑩ 에너지진단결과 개선사업	- 에너지이용합리화법 제32조 제2항에 의한 에너지진단 결과를 수행하는 사업 · 진단결과 에너지절감효과가 5% 이상 가능한 사업으로 진단 완료 후 5년 이내 실시하는 사업

구분	자금지원세부내역	비고
나.보일러 및 설비 요·로 비	⑪ 고효율에너지기자재	<ul style="list-style-type: none"> · 대·중소기업 에너지절약기술지원프로그램의 수행결과에 따라 실시하는 사업도 진단결과와 동일하게 지원 - 고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정(지식경제부 고시)에 따라 인증 받은 기자재로 유효기간 이내인 것 · 신·증설 지원 (ESCO투자사업은 지원제외)
	⑫ 기술개발 실용화 설비	<ul style="list-style-type: none"> - 새로이 개발된 에너지절약기술을 이용한 설비로 공단 이사장이 시범보급 할 필요성이 있다고 인정하는 설비 · 에너지를 직접 사용하는 설비로 현재 평균적인 설비에 비해 에너지절약효과가 10%이상 가능한 것 · 단, 소모품, 건축물기자재, 가전제품 등은 제외
	⑬ 열병합발전설비	<ul style="list-style-type: none"> - 전기와 열을 동시에 생산·이용하는 에너지시스템 · 신·증설지원 (ESCO투자사업은 지원제외)
	⑭ 노후 보일러 교체	<ul style="list-style-type: none"> - 설치후 7년이 경과한 보일러의 교체사업 · 열사용기자재의 검사 및 검사면제에 관한 기준(지식경제부 고시)에 따른 검사대상기기에 한함 · 기존 보일러 용량의 2배를 상회하지 않는 범위 내에서 2대이상 분리하여 설치하는 경우도 가능 · 전기보일러·주택용보일러 교체사업은 제외 (단, 공동주택은 주택용보일러 개체사업에 한하여 ESCO투자사업으로 가능) · 개체전 노후보일러는 폐기하여야 함
	⑮ 폐열이용 보일러	<ul style="list-style-type: none"> - 폐열을 이용하여 증기 및 온수를 발생하는 보일러
	⑯ 보일러 수처리시설 등	<ul style="list-style-type: none"> - 보일러내의 스케일 생성을 억제하기 위한 수처리시설 및 음향처리시설
	⑰ 어큐뮬레이터	<ul style="list-style-type: none"> - 부하변동 안정화를 위한 축열 장치

구분	자금지원세부내역	비고
	⑱ 산소부화시스템	- 고농도의 산소를 생산하여 연소용 공기로 사용하기 위한 장치
	⑲ 유리 화학강화로	- 화학적 처리를 통해 유리의 강도를 강화하는 장치
	⑳ 에너지절약형 유리용해로	- 용해실과 작업실을 분리하여 용해효율을 향상시킨 용해로 · Submarine 또는 Deep Throat 방식이며, 축열구조를 갖춘 것
	㉑ 직접 통전식 유리용해로	- 용해로에 전극봉을 삽입하여 유리원료를 용해하는 장치
	㉒ 배가스 폐열회수형 용해로	- 에너지관리 기준상의 표준 폐열회수율 이상의 것(다만, 정격용량이 100만kcal/h미만인 경우는 폐열회수율 20%이상인 것)
	㉓ 전기 유도용해로	- 전기유도현상을 이용하여 금속물체를 용해하는 장치 · 중소기업이 수행하는 개체에 한함
	㉔ 고주파 유도 가열장치	- 전기유도현상을 이용하여 금속물체를 가열하는 장치 · 중소기업이 수행하는 개체에 한함
	㉕ 에너지절약형 가열로 및 열처리(다만, 주열원이 전기인 경우 제외함)	- 피가열물체를 가열하여 열처리하는 장치로 다음 사항을 모두 만족하는 것 · 에너지관리기준상의 표준폐열회수율 이상(다만, 배가스의 50%이상을 재순환 사용할 경우는 예외로 하고, 정격용량이 100만kcal/h미만인 경우는 폐열회수율 20%이상인 것에 한함) · 공연비 및 로내온도 제어기능을 갖춘 것 · 로내압 제어장치를 갖춘 것(다만, 연속장입·출구가 개방된 구조의 것은 제외함)
	㉖ 원적외선 열처리로	- 약 4 μ m~1,000 μ m 대역의 원적외선을 이용하는 열처리장치
	㉗ 진공 이온질화 열처리로	- 진공상태에서 고압의 전압을 인가하여 피처리물 표면에 질소이온을 침투시켜 표면을 경화하는 열처리 장치

구분	자금지원세부내역	비고
다. 폐열 이용 설비	㉘ 전기 침적식 보온로	- 가열장치가 용탕안에서 직접가열하는 보온로
	㉙ 고온 도가니 전기로	- 내화물로 둘러싸인 도가니를 전기로 가열하는 장치
	㉚ 롤러허스(RollerHearth) 킬른	- 대차를 사용하지 않고 소성품을 롤러에 의해 운반하는 킬른
	㉛ 폐열회수 열교환기	- 폐열회수를 위한 열교환기
	㉜ 폐열회수형 버너	- 축열식 열교환기가 내장된 축열식 버너 또는 간접 가열식 Radiation Tube 버너로서 Recuperator가 부착된 것
	㉝ 에너지절약형 조리용 버너	- 버너·용기 일체형 구조의 조리용 버너 · 비폐제어시스템을 갖추고 배가스 폐열을 회수하는 것
	㉞ 폐열 또는 폐압력 이용 발전장치	- 폐열 또는 폐압력을 이용하여 전력을 생산하는 장치
	㉟ 공정 부생가스 이용장치	- 공정에서 발생하는 가연성 부생가스를 이용하는 장치 · 가연성 부생가스의 소각장치와 소각발생열을 이용하는 장치가 동시에 설치된 것
	㊱ 폐열이송설비	- 연소폐열, 공정폐열 및 폐가스를 회수하여 다른 사업장에 공급하거나 받기 위한 설비 · 집단에너지사업자가 공급하는 경우는 제외
	㊲ 축열식 연소장치	- 축열재를 통해 폐열을 회수하여 휘발성유기화합물(VOCs)을 연소하는 장치
㊳ 폐열회수형 촉매 연소장치	- 촉매(백금, 팔라듐 등)를 이용하여 휘발성유기화합물(VOCs)을 연소하고 연소폐열을 회수하여 이용하는 장치	
㊴ 폐열회수형 히트펌프	- 연소폐열, 공정폐열 등을 회수하여 이용하는 히트펌프	
㊵ 응축수회수시설	- 응축수를 회수하여 보일러급수 등으로 이용하는 시설	

구분	자금지원세부내역	비고
라.조명 및 동력 설비	④① 증기 재압축장치	- 저압의 증기를 압축하여 고압의 증기로 이용하기 위한 장치
	④② 삼파장 무전극 램프	- 내부에 전극없이 유도코일을 적용한 램프
	④③ 메탈할라이드램프	<ul style="list-style-type: none"> - 할로겐화물의 아크방전을 통해 빛을 발생하는 램프 · 용량 150W 이상인 램프는 고효율에너지기자재에 한하며, 150W 미만인 램프는 전기용품 안전관리법에 따른 안전인증을 득한 것으로서 공인시험기관의 시험결과(시험방법은 고효율에너지기자재인증 기술기준 중 '메탈할라이드 램프'의 경우에 준함) 광효율 85 lm/W 이상인 것에 한함. · 안정기와 반사갯은 고효율에너지기자재를 사용하는 경우에 한함
	④④ 주파수 변환식 회전수 제어장치(VVVF)	<ul style="list-style-type: none"> - 부하에 따라 전압 및 주파수를 가변하여 모터 회전수를 제어하는 장치 · 용량 220kW 미만인 제품은 고효율에너지기자재에 한함
	④⑤ 에너지절약형 유체커플링	- 유체를 매개체로 하여 입력축의 회전을 출력축에 전달하는 장치
	④⑥ 압축기	<ul style="list-style-type: none"> - 기체를 압축시켜 압력을 높이는 장치 · 인버터 제어형에 한함
	④⑦ 고온 응축수 펌프	- 100℃이상의 고온 응축수를 이송하는 펌프
	④⑧ 고속 터보블로워	<ul style="list-style-type: none"> - 임펠러의 회전에 의해 송풍하는 회전식 블로워 · 고속(1만rpm이상) 전동기 직결형 터보블로워
	④⑨ 압축공기 제습장치	<ul style="list-style-type: none"> - 제습제를 자체 압축용 공기로 재생하고, 제습용 압축공기는 외부에 방출하지 않고 재사용하는 장치 - 복합형 압축공기제습장치로서 냉동식 제습장치와 흡착식 제습장치를 하나의 시스템으로 구성한 설비 - PPR(Pulse Purge Regeneration)시스템으로서 퍼지를 다단계어로 하는 경우에 한함

구분	자금지원세부내역	비고
마.염색 및 제지 설비		<ul style="list-style-type: none"> - Dew Point Meter를 이용하여 제습기 후단의 노점을 측정, 유입수분 부하량에 따른 건조 및 재생시간을 조절하는 시스템
	⑤0 터빈 구동식 동력장치	<ul style="list-style-type: none"> - 증기터빈을 이용하여 동력설비를 구동하는 장치
	⑤1 프리미엄 전동기	<ul style="list-style-type: none"> - “효율관리기자재 운용규정”(지식경제부고시)에 의거 프리미엄전동기(IE3)로 등록된 삼상유도 전동기
	⑤2 고효율 변압기	<ul style="list-style-type: none"> - “효율관리기자재 운용규정”(지식경제부고시)에 의거 고효율변압기로 등록된 제품
	⑤3 밀폐식 연속 수세장치	<ul style="list-style-type: none"> - 밀폐구조로 증기의 누설을 방지하는 원단 수세장치 · 수세온도가 자동조절 되는 것
	⑤4 정련·표백 연속처리장치	<ul style="list-style-type: none"> - 정련, 표백을 연속처리하는 구조로 중간에 수세조가 없는 것
	⑤5 저욕비 염색기	<ul style="list-style-type: none"> - 피염물에 대한 염액의 중량비가 낮은 염색기 · 포염은 1:5이하, 사염은 1:6이하인 것
	⑤6 자동 사염 건조기	<ul style="list-style-type: none"> - 탈수, 건조가 자동으로 진행되는 사염 건조기 · 블로워로 열풍을 순환하여 건조하고 세퍼레이터가 설치된 것
	⑤7 에너지절약형 히트셋팅기	<ul style="list-style-type: none"> - 열풍을 공급하여 원단의 주름을 방지하고 직물의 형태, 색상을 고정시키는 장치 · 내부온도에 따라 가열장치의 자동제어가 가능하고 배기열습도를 감지하여 배기량 자동조절이 가능한 것
	⑤8 무장력 연속 스티머	<ul style="list-style-type: none"> - 날염된 원단에 증기를 공급하여 장력을 가하지 않고 연속적으로 염료를 고착시키는 장치
바.증발 및	⑤9 압착탈수장치(슈프레스)	<ul style="list-style-type: none"> - 한 개의 롤러와 한 개의 슈(Shoe)를 사용하여 지필의 함수율을 낮추는 장치
	⑥0 초지건조기의 밀폐 후드 및 배열회수장치	<ul style="list-style-type: none"> - 밀폐형 구조로 배열을 회수하는 장치
	⑥1 증기재압축식 증발농축장치	<ul style="list-style-type: none"> - 수평관식 증발농축기에서 증발된 증기를 블로

구분	자금지원세부내역	비고
농축 설비	<p>⑥2 증기 재이용 진공 증발관</p> <p>⑥3 전해장치</p>	<p>위로 압축하여 증발열원으로 재이용하는 장치</p> <ul style="list-style-type: none"> - 증발관에서 발생한 수증기를 저압의 다음 증발관의 열원으로 사용하는 장치 - 3중 효용관 이상인 것 <ul style="list-style-type: none"> - 수용액에 전류를 통하여 양이온과 음이온을 각각 양극과 음극위에서 방전시켜 각 전극에서 성분을 추출하는 장치 · 이온교환막법에 한함
사.건조설비	<p>⑥4 회전식 디스크 건조기</p> <p>⑥5 원적외선 건조기</p> <p>⑥6 에너지절약형 도장부스</p> <p>⑥7 마이크로파 건조가열장치</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 원통증기자켓용기의 내부중공 회전축에 원통 디스크를 부착하여 피건조물을 간접 건조하는 것 - 약 4μm~1,000μm 대역의 원적외선을 이용하여 건조하는 장치 · 산업안전보건규칙 제230조에 의거 폭발위험이 있는 장소의 경우 동 규칙 제231조, 제311조를 만족할 것 - LNG, LPG를 열원으로 피가열체를 직접 가열하는 것 - 약 1mm~30cm 대역의 마이크로 파장을 이용하여 건조, 가열하는 장치
아. 건물 에너지절약 및 공조설비	<p>⑥8 에너지절약형 공기조화시스템</p> <p>⑥9 제습 공조장치</p> <p>⑦0 건물자동화 제어장치</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 공기를 정화, 냉각, 가열, 가습하여 실내공기를 쾌적한 상태로 유지하기 위한 장치 · 고효율인버터, 고효율송풍기(이상 에너지이용합리화법에 의한 고효율에너지기자재로 인증받은 제품에 한함), 배기열 회수장치, 정풍량특성 댐퍼, 실내온·습도 자동제어시스템 중 3가지 이상 구비한 것 - 내부에 제습기능을 내장한 공조장치 · 제습장치로 외기를 제습하고 실내에서 배출되는 공기로 제습장치를 재생시키는 것 - 건물 에너지사용설비의 제어기능을 통해 에너지를 절감하는 장치 · 실온제어, 조명제어, 열원제어, 풍량제어, 공조제어를 통합(2개 기능 이상)하여 자동운전제

구분	자금지원세부내역	비고
자. 수송설비	⑦① 원적외선 난방시스템	<p>어가 가능한 시스템</p> <ul style="list-style-type: none"> - 약 4μm~1,000μm 대역의 원적외선을 이용하는 난방장치 · 전기열원방식 및 바닥난방시설은 제외
	⑦② 스프링 쿨 시스템	<ul style="list-style-type: none"> - 지붕표면에 물을 미세하게 분사하여 태양열의 실내전도를 막아 실내 냉방부하를 줄여주는 장치 · 분사정도가 센서로 자동조절 되는 것
	⑦③ 에어커튼(Air Curtain)	<ul style="list-style-type: none"> - 공기막 형성으로 내·외부의 공기를 차단하는 장치
	⑦④ 응축기튜브 자동세척장치	<ul style="list-style-type: none"> - 볼(Ball) 순환방식의 냉동기용 응축기튜브 자동세척장치 - Diverter Valve를 이용하여 브러시 왕복운동에 의한 냉동기 세척용인 것
	⑦⑤ 승용차 요일제 이행관련 시설	<ul style="list-style-type: none"> - 승용차 요일제 이행과 관련하여 운휴일 준수 여부를 확인하는 시스템(RFID리더기 등 요일제 인식 전자기기)
	⑦⑥ 공회전제한장치 및 운전모니터링 시스템	<ul style="list-style-type: none"> - 공회전제한장치와 디지털운행기록계가 결합된 형태로 차량의 공회전시간, 급가속, 급제동, 엔진회전수 등이 PC를 통해 실시간 모니터링 가능한 시스템 · 환경부에서 인증한 공회전제한장치 및 교통안전공단에서 등록된 디지털운행기록계가 동시에 장착된 경우에 한함

3.가. 고효율제품 등 생산시설설치 사업 (※ 중소기업에 한함)

	⑦⑦ 에너지이용합리화법에 의한 에너지효율등급표시 기자재로서 최우수 등급을 부여받은 제품을 생산하기 위한 시설	<ul style="list-style-type: none"> - “효율관리기자재 운영규정”에 의한 기자재로서 공단 이사장이 보급할 필요성이 있다고 인정하는 제품에 한함
	⑦⑧ 에너지이용합리화법에 의한 고효율에너지기자재를 생산하기 위한 시설	<ul style="list-style-type: none"> - “고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정”에 따라 인증받은 기자재
	⑦⑨ 에너지이용합리화법에 의한 대기전력 저감기기를 생산하기 위한 시설	<ul style="list-style-type: none"> - “대기전력 저감 프로그램 운용규정”에 따른 에너지절약마크 표시제품

구분	자금지원세부내역	비고
3-나. 수요관리설비설치사업		
	㉔ 최대 수요관리 감시제어장치 ㉕ 축냉식 냉방기기 ㉖ 가스냉방시설 ㉗ 흡수식 냉방시설	<ul style="list-style-type: none"> - 최대수요전력을 중앙에서 실시간으로 감시 및 예측하여 목표전력 초과 우려시 경보발생 및 단계별 부하차단을 자동으로 실시할 수 있는 제어장치 · 계약전력 500kW이상 한전 승인기기에 한함 - 심야전력을 이용한 축냉(빙축열 및 수축열)방식의 냉방시설 · 건물 각실 또는 각층에 설치되는 공조기(실내기) 및 배관은 제외함 · 공기열원과 지열원 히트펌프 방식은 제외 함 - 가스엔진 동력으로 구동되는 냉난방장치 - 연소가스, 증기, 고온수등을 이용한 흡수식냉동기 및 냉온수기

※ 이 지침 제17조에 따른 신규설비공모 등을 통하여 2012년도부터 신규로 대상시설로 포함된 자금지원세부내역의 ㉑, ㉓, ㉕에 해당하는 설비의 자금지원대상 유효기간은 2014년 12월 31일 까지로 한다.

6. 에너지관리기준 점검표

분류번호	
------	--

에너지관리기준 점검표 (건물부문)

- 본 점검표는 「에너지이용합리화법」 제32조제1항에 따른 에너지관리기준 준수여부를 점검하여 귀 사업장의 에너지를 효율적으로 관리하기 위한 자료로 활용됨으로 1년 단위로 작성하여 5년간 보관하여야 합니다.
- 에너지관리기준 점검표를 분석하여 에너지사용시설의 개선에 필요한 기술 및 자금을 지원하거나, 동법 제32조제5항에 따라 에너지관리지도를 할 수 있습니다.
- 본 점검표는 지식경제부장관의 제출요구가 있을 때에는 제시하여야 하며, 동 기재사항은 제3자나 외부에 공개되지 않음을 알려드립니다.

업 체 명	서울대공원		대 표 자	서울특별시	
업 종	건 물		대표전화	02-500-7421	
소 재 지	경기도 과천시 막계동 159-1				
작 성 자	부 서	시설과		직 위	주임
	전 화	02-500-7421		성 명	김 형 집

대상기간	2011. 01. 01. ~ 2011. 12. 31. (12개월)
점검일자	2012. 03. 29. ~ 2012. 04. 09. (8일)

1. 부문별 에너지사용량

1-1 열부문 공정별 에너지 사용 비율

(단위: 석유환산toe/년, %)

공정구분	설비/기기명	에너지사용량	*	공정내 비율	전체비율
난방용	주보일러 1.2.3호기	786.81		100	
	소 계	786.81		100	76.48
	기 타	0		0	
	계	786.81		100	
난방용	기타보일러 22호기	240.11		100	
	소 계	240.11		100	23.34
	기 타	0		0	
	계	240.11		100	
보일러용	보일러용 등유	1.88		100	
	소 계	1.88		100	0.18
	기 타	0		0	
	계	1.88		100	
-	-	-		-	
	소 계	0		0	-
	기 타	0		0	
	계	0		0	
-	-	-		-	
	소 계	0		0	-
	기 타	0		0	
	계	0		0	
합계	소 계	1,028.8		100	100
	기 타	0		0	0
	공정전체	1,028.8		100	100

주) 추계치인 경우는 *표시를 할 것

1-2 전기부문 공정별 에너지 사용 비율

(단위: MWh/년, %)

공정구분	설비/기기명	에너지사용량	*	공정내 비율	전체비율
중관소	중관소	2,173.2		100	
	소 계	2,173.2		100	17.30
	기 타	0		0	
	계	2,173.2		100	
동관소	동관소	1,607.9		100	
	소 계	1,607.9		100	12.80
	기 타	0		0	
	계	1,607.9		100	
동양관	동양관	3,215.8		100	
	소 계	3,215.8		100	25.60
	기 타	0		0	
	계	3,215.8		100	
중안소 및 대동물관	중안소 및 대동물관	2,839.0		100	
	소 계	2,839		100	22.60
	기 타	0		0	
	계	2,839		100	
제1아프리카관 및 기타	제1아프리카관 및 기타	2,725.95		100	
	소 계	2,725.95		100	21.70
	기 타	0		0	
	계	2,725.95		100	
합계	소 계	12,561.85		100	100
	기 타	0		0	0
	공정전체	12,561.85		100	100

주) 추계치인 경우는 *표시를 할 것

2. 점검표

에너지관리기준(건물부문) 점검표				
<점검 항목 및 배점>	3점	2점	1점	계
4조 에너지사용실태 기록 및 제출				
- 에너지관리 담당조직 운영(2)		0		2(2)
- 에너지원단위 관리(3) [연료: 13.185kgoe/m ² , 전력: 34.613kWh/m ²]	0			3(3)
6조 에너지기자재 설치(고효율에너지기자재 설비 비율) ※ 대수 기준				
- 인버터[20%이상(3) 10%이상(2), 5%이상(1)]		0		2(3)
- 전동기[30%이상(3) 20%이상(2), 10%이상(1)]	0			3(3)
- 펌프[10%이상(3) 5%이상(2), 3%이상(1)]	0			3(3)
- 보일러[50%이상(3) 30%이상(2), 10%이상(1)]				-(3)
- 조명[70%이상(3) 50%이상(2), 30%이상(1)]		0		2(3)
- 고기밀성단열창호(3)				-(3)
42조 난방 및 급탕설비				
- 열발생설비 개별 연료사용량 계측(3)	0			3(3)
- 공기비 기준 준수(3) [공기비: 1.59]	0			3(3)
-1.05이하(3), 1.10이하(2), 1.20이하(1)			0	1(3)
- 배가스온도 기준 준수(3) [배가스온도(폐열회수기 후단): 95℃]	0			3(3)
-120℃이하(3), 150℃이하(2), 180℃이하(1) ※ 기체연료	0			3(3)
-150℃이하(3), 180℃이하(2), 220℃이하(1) ※ 액체연료				-(3)
- 폐열회수기 설치(3)	0			3(3)
-질탄기와 공기예열기 모두 설치한 경우(1)				-(1)
- 보일러 급수 처리(2)				-(2)
- 보일러급수 수질분석 주기 [6개월이내(3), 1년이내(2), 2년이내(1)] [총경도: mg/ℓ]				-(3)
- 응축수 회수율 [50%이상(3), 30%이상(2), 10%이상(1)] [급수온도: ℃]				-(3)
43조 냉방설비				
- 냉동기 열원(연료, 전기)별 선택 운전(3) ※ 열원이 연료/전기로 구분된 경우	0			3(3)
- 냉각수 제어[유량 및 온도제어(3), 온도제어(2)] [유량제어 방식: <input type="checkbox"/> 인버터, <input checked="" type="checkbox"/> 대수]		0		2(3)
- 냉수 제어[유량 및 온도제어(3), 온도제어(2)] [유량제어 방식: <input type="checkbox"/> 인버터, <input checked="" type="checkbox"/> 대수]		0		2(3)
44조 공조설비				
- 풍량제어[변풍량시스템(3), 가변속제어기 설치(2)] [가변속제어기 유형: <input type="checkbox"/> 인버터, <input type="checkbox"/> 베인]				-(3)
- 배열회수기 설치(3)	0			3(3)
- 환절기 외기취입 혹은 이코노마이저(외기냉방)시스템 도입(2)		0		2(2)
47조 제어설비				
- 빌딩자동화시스템 설치(2)				-(2)
- 공조구역 분리[공조기 및 팬코일유닛(3), 팬코일유닛(2), 공조기(1)]	0			3(3)
49조 배전 및 동력설비				
- 수전역률 [95%이상(3), 93%이상(2), 90%이상(1)]	0			3(3)
50조 조명설비				
- 조도자동조절 조명기수 설치(스케줄제어 혹은 센서제어)(1)			0	1(1)
51조 승강설비				
- 군관리방식(흡·착수층 분리 운영 포함)운영(1)			0	1(1)
- 버튼 취소 기능 설치(1)			0	1(1)
※특기사항				
			합계	52
			만점	58
			평점	89