

ESCO -2007-07-5

업 종

산업기타

중랑 물재생센터 에너지진단 결과 보고

2007 . 07 .

(주) 에스코 프로

제 출 문

중량물재생센터소장 귀하

2007년 04월 20일 귀센터와 (주)에스코프로가 계약 체결한
“에너지관리 기술진단용역” 결과를 본 보고서로 제출합니다.

2007. 07. 20.

주식회사 에스코프로
대표이사 이 상 수

에너지기술진단 수행자

- 본부장: 진성훈(기계/ 공조냉동기술사)
- 부 장: 최유식(전기/ 에너지진단사, 전기공사기사, 전기기사)
- 부 장: 사공경상(열/ 에너지진단사)
- 과 장: 강용화(기계/ 공조냉동기사, 일반기계기사, 건설기계기사)
- 과 장: 김수영(기계/ 공조냉동기사, 건축설비기사, 건축기사)
- 대 리: 정은순(전기/ 에너지진단사)

목 차

I. 일반 현황

1. 기관현황	8
2. 추진개요	9
3. 시설현황	10
4. 에너지사용현황	11
5. 처리장별 현황	17
6. 연도별 에너지 사용 현황	24

II. 진단결과 종합

1. 진단결과 종합	37
2. 기대효과 종합	38
3. 진단보고서 작성기준	40
4. 진단 종합	41
5. 개선 방안 적용 우선순위	43
6. 중랑 물재생센터 에너지절감 실적 및 계획	44

목 차

Ⅲ. 사업장별 현황

1. 침사지	-----	47
2. 유입펌프동	-----	49
3. 최초침전지	-----	52
4. 포기조	-----	55
5. 최종침전지	-----	63
6. 농축조	-----	67
7. 소화조	-----	71
8. 탈수기	-----	75
9. 보일러동	-----	77
10. 용수공급동	-----	82
11. 방류펌프동	-----	83
12. 동부위생처리장	-----	86
13. 자양중계펌프장	-----	88
14. 슬러지 건조시설	-----	90
15. 발전기동	-----	93
16. 전기설비	-----	99
17. 문제점 및 개선방안 종합	-----	106

목 차

IV. 개선사항

1. 포기용 송풍기 단계별 개선방안 -----	117
2. 바이오가스의 효율적 이용방안 -----	123
3. 세부 개선 사항송풍기 흡입온도 강하로 효율 향상 --	129
4. 송풍기 유량계 변경으로 전력 절감 -----	136
5. 유입펌프 수두감소를 통한 소비전력 절감 -----	142
6. 소화조 교반 송풍기 교체 -----	149
7. 전력요금제도의 효율적 운용으로 전력비 절감 -----	152
8. 저압 변압기의 승압에 의한 전력손실 저감 -----	159
9. 바이오가스 전용 열병합 발전기 신설 -----	164
10. 고효율 모터 적용 -----	167
11. 보일러 연소조정으로 열효율 향상 -----	171
12. 소화조 열교환기 오니배관 단열로 방열손실 절감 ---	176
13. 소화조 슬러지 배열 회수 -----	180
14. 슬러지 건조시설 바이오가스 전량 대체 -----	185
15. 슬러지 건조시설 배기열 회수 -----	189

목 차

V. 신재생에너지

1. 연료전지	196
2. 태양광발전	203
3. 소수력발전	209
4. 수열원 히트펌프	213

VI. 참고자료

1. 고효율 터보블로워	219
2. 발전용 연료전지	229
3. 소수력 발전	236
4. 고효율 펌프	240
5. 물유동층 응축형 폐열회수장치	243
6. 열량식 유량계	244
7. 고효율 조명기기	250

1. 일반현황

1. 기관현황
2. 추진개요
3. 시설현황
4. 에너지사용현황
5. 처리장별 현황

1. 기관현황

업 체 명	중량물재생센터	대표자	이 영성
소 재 지	서울특별시 성동구 차장터 5길10(송정동 73)		
전화번호	2211-2593	팩스번호	
업 종	산업(기타)	주 생산품	물재생(하수처리)
에너지사용량	41,097 (toe)	설립년도	1970.6
전기관리자	조 영 순	열 관리자	박 한수

I 진단 추진 목적

본 진단은 에너지진단 의무화와 관련하여 중량 물재생센터의 에너지 진단을 통해 설비운영상태를 분석하고 시설개선과 에너지절감 방안을 수립하여 신 재생에너지의 적용 방안 수립에 목적이 있다,

2. 추진개요

진단 범위	진단대상 에너지사용량 41,097 toe 전기 29,311 (toe) , 열 11,786 (toe) 진단등급 : A2	
진단 공정	열 사용 부분 및 반송 설비, 전력사용 부분	
수행자	책임자	진성훈
	참여자	사공경상/강용화/ 김수영 최유식/정은순
진단 경과	현장진단기간	2007. 05. 10 ~ 05/28 2007. 06. 12 ~ 06/18

3. 시설현황

항 목	시설용량 (천m ³ /d)	건 설 기 간	비 고
계	1,710	70. 6 - 97.12	
1처리장	250	1차 (15만 m ³ /d) 70.6 - 76.9 2차 (10만 m ³ /d) 88.12 - 91.6	우수처리장 전용
2처리장	210	75.12- 79.12	고도처리 공사 중 (2007.8 준공예정)
3처리장	1,000	1차 (75만 m ³ /d) 83.12 - 88. 6 2차 (25만 m ³ /d) 88.12 - 92.12	2012년까지 고도처 리 공사 예정
4처리장	250	1차 (25만 m ³ /d) 92.12 - 97.12	
동부위생 처리장	분 뇨 : 100kl/d 정화조 : 3,000kl/d	분 뇨 : 75.10 - 76.12 정화조 : 90. 8 - 91.11	

※ 제 1처리장 1차 15만 m³/d은 국내 최초의 물재생센터

4. 에너지 사용 현황

1) 에너지 사용실적

구 분	연료 (toe)				전기 (MWh)				전체 (toe)			
	2003	2004	2005	2006	2003	2004	2005	2006	2003	2004	2005	2006
하수처리	593	490	142	141	111,845	108,639	111,431	113,759	24,640	23,847	24,100	24,599
슬러지건조	3,905	3,607	1,693	2,273	3,957	3,672	3,973	3,404	4,756	4,396	2,547	3,005
난방에너지	67	44	46	20	-	-	-	-	67	44	46	20
합 계	4,565	4,141	1,881	2,434	115,802	112,311	115,404	117,163	29,462	28,288	26,693	27,624
비 교	기 준	90.7%	41.2%	53.3%	기 준	96.99%	96.99%	101.18%	기 준	96.0%	90.6%	93.8%

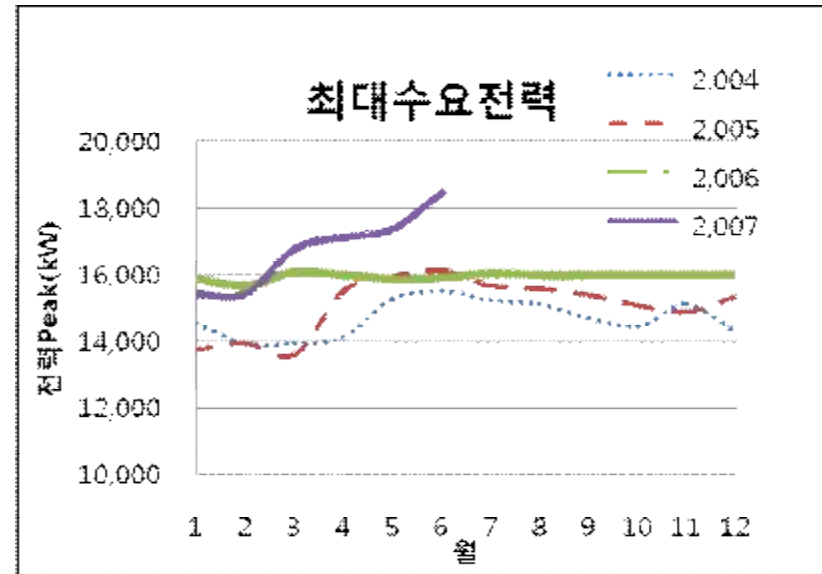
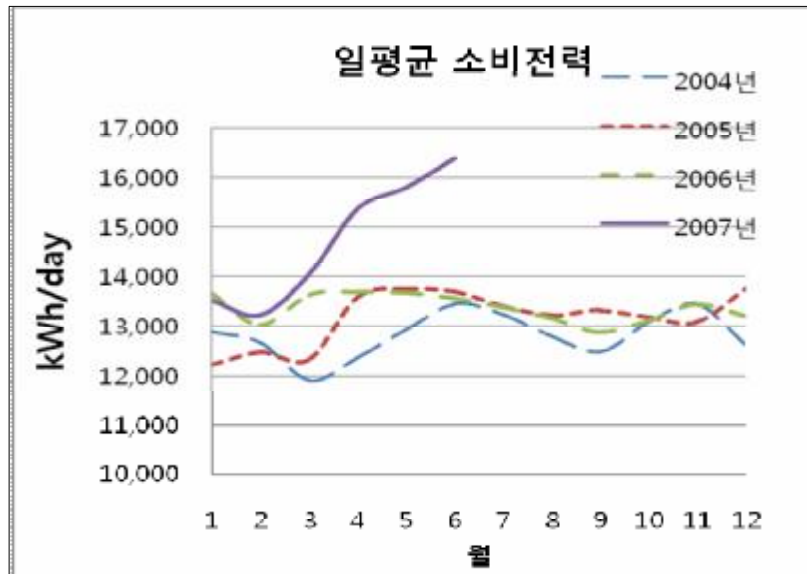
(바이오가스, 자가발전 제외)

┃ 에너지 사용량 중 연료는 슬러지 건조용으로 주로 사용하나 바이오가스를 슬러지 건조용으로 전용하여 연료의 사용량이 1/2로 감소하였다.

┃ 전력은 2003년도 기준으로 2004년도, 2005년도에 약 3% 감소했으나 2006년도에는 1.18% 증가하였다.

┃ 2007년도 8월 고도처리 시설이 준공되면 전기에너지의 사용이 기존보다 20%정도 증가할 것으로 예상된다. → 1처리장은 우수처리장으로 대체 예정

2) 전기 에너지 사용실적



- l 일 평균 소비전력은 2006년도 13,300kW/일에서 2007년도 3월이후 고도처리장의 시운전이 진행되면서 급격하게 증가하여 2007년 6월 16,300kW/일로 증가하였다.
- l 월간 전력요금도 07년 6월이 06년도 7~8월 전력요금을 초과하고 07년 7~8월의 경우 월 8~9억원의 전력요금이 소요될 것으로 예상된다.
- l 고도처리설비의 전력설비에 대한 분석 및 최적화 필요.

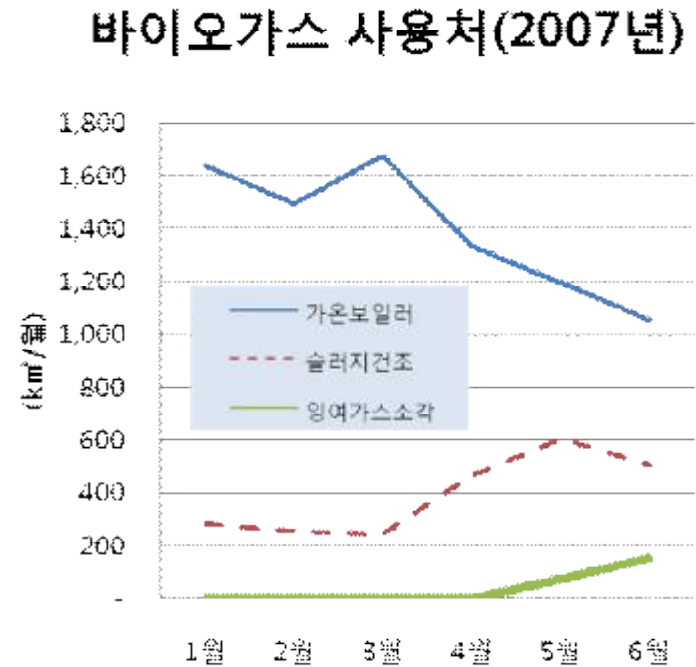
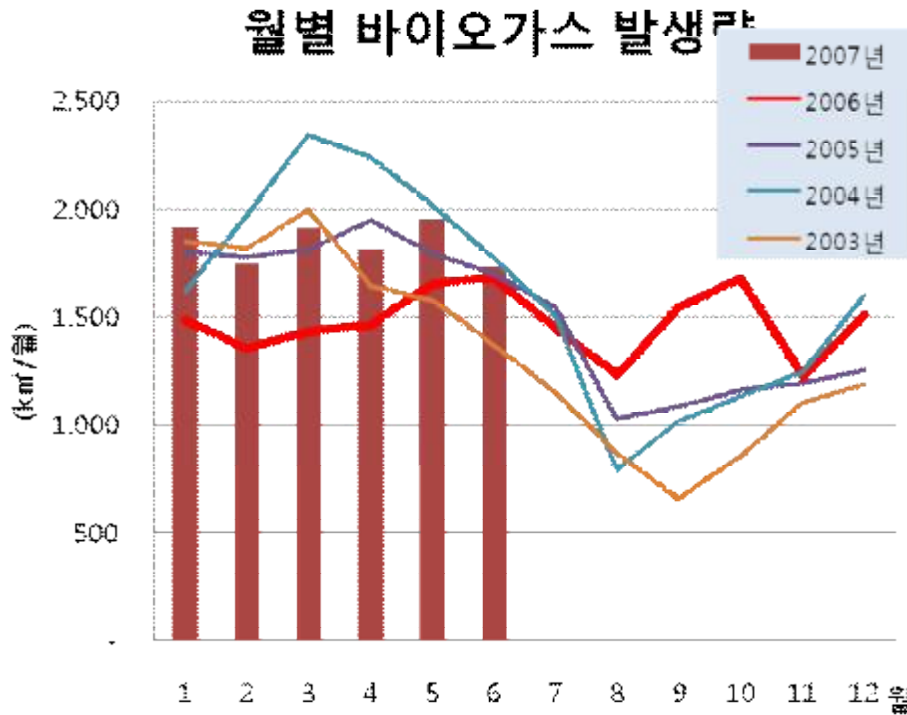
3) 전기 에너지 사용실적

년 도	전력 (MWh/년)		TOE	전력요금 (백만원)		전력단가 (원/kWh)		
	전력 (MWh/년)	비율		전력요금 (백만원)	비율	전력단가 (원/kWh)	비율	
2004년	108,639	100.0%	23,357	6,522	100.0%	60.03	100.0%	기준
2005년	115,421	106.2%	24,815	6,972	106.9%	60.41	100.6%	
2006년	117,174	107.9%	25,192	7,283	111.7%	62.16	103.5%	
2007년	64,039		13,768	3,988		62.28		07년6월까지

l 2006년도기준으로 연간 전력 사용요금은 **72.8**억원이며 연간 전력단가는 **62.16**원/kWh 이다.

l 2007년도의 경우 6월까지 평균전력단가는 **62.28**원/kWh이다..

4) 바이오가스



- ┃ 소화조의 온도제어와 기계식 농축기 설치로 고농도의 슬러지 유입으로 **2006년** 대비 바이오 가스 발생량 **20%** 증가.
- ┃ 소화조 가온 보일러와 슬러지 건조 시설에 바이오가스 이용 중이다.
- ┃ 가스 발전기는 현재 운전하고 있지 않다.
- ┃ **2007년5월** 이후 잉여바이오가스 발생으로 소각처리를 하고 있다.

5) 건조시설에너지 사용현황 (2006년)

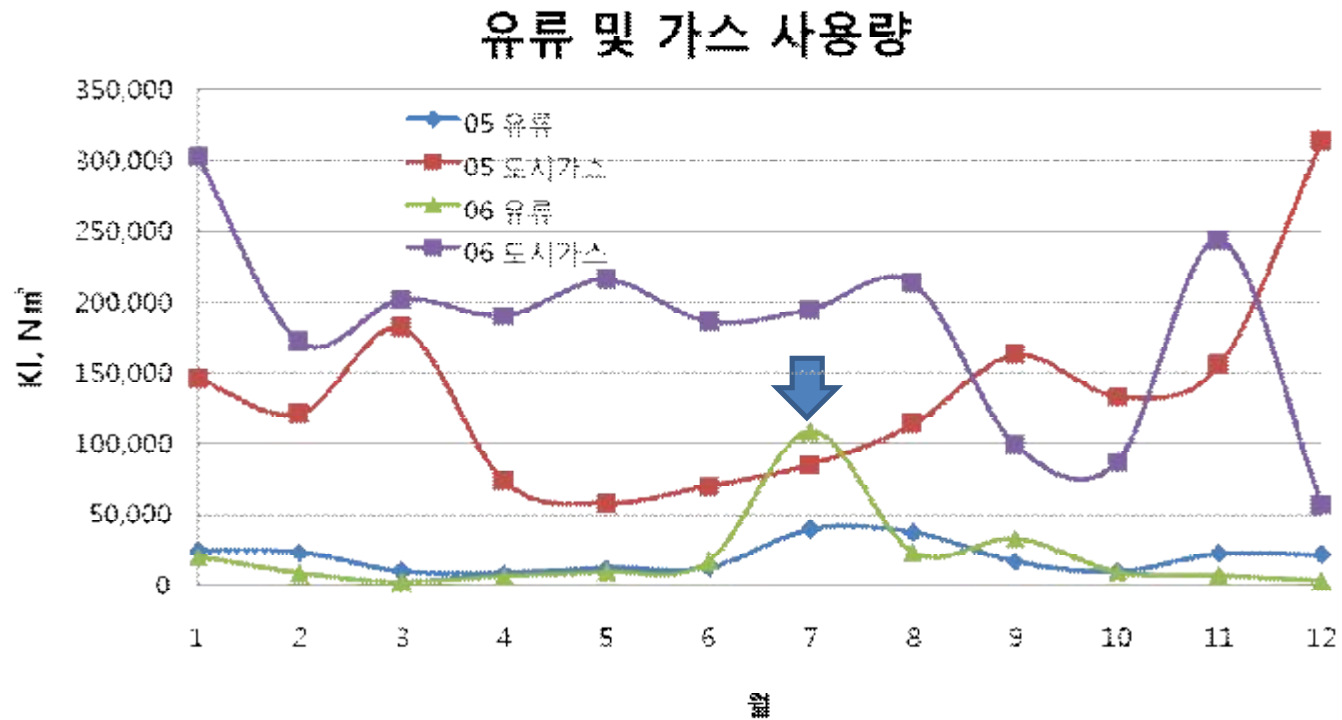
월별	전력량		도시가스		바이오가스		시수		금액합계 (천원)
	사용량 (MWh)	금액 (천원)	사용량 (m³)	금액 (천원)	본운전 사용량 (km³)	금액 (천원)	사용량 (m³)	금액 (천원)	
1월	314	18,228	303,320	167,332	46	8,109	0	0	193,670
2월	284	17,170	171,860	95,043	149	26,412	3,580	7,624	146,249
3월	335	19,387	201,977	112,406	246	43,556	0	0	175,348
4월	331	18,301	190,168	105,838	275	48,759	4,626	10,009	182,906
5월	314	17,308	216,053	120,234	241	42,655	0	0	180,196
6월	314	18,061	186,264	103,666	304	53,844	4,342	9,361	184,932
7월	297	21,050	194,614	116,277	350	62,021	0	0	199,348
8월	293	21,125	213,458	128,153	335	59,338	4,940	11,712	220,327
9월	191	11,574	99,943	65,018	348	61,582	0	0	138,174
10월	236	13,994	87,142	56,999	310	54,901	3,174	6,698	132,592
11월	267	16,028	243,447	148,470	202	35,822	0	0	200,321
12월	209	13,321	57,332	34,936	213	37,723	2,475	5,105	91,085
계	3,383	205,548	2,165,578	1,254,371	3,021	534,723	23,137	50,509	2,045,150
toe	727		2,285		1,571		0		4,583

Ⅰ 슬러지건조시설은 **2006**년도에 총 **4,583toe**의 에너지를 사용하여 중량 물재생센터의 에너지의 **11%**를 사용하고 있다. 연간 총에너지 비용은 **20.4**억원이다. (바이오가스 **177**원/m³ 적용)

Ⅰ 도시가스의 일부는 바이오가스로 대체하여 사용하고 있다.

Ⅰ 향후 도시가스를 전량 바이오가스로 적용하는 방안 추진중이다.

6) 유류 및 가스사용량



- Ⅰ 상기 그래프는 **2005**년과 **2006**년의 도시가스와 유류사용량을 월별로 표시.
- Ⅰ **7,8**월의 경우 유입동 연료펌프와 방류동 연료펌프 운전으로 유류사용량 증가.

5. 처리장별 현황

1) 고도처리장 (1, 2처리장)

I 제 1처리장
우수처리시설로 전용 예정

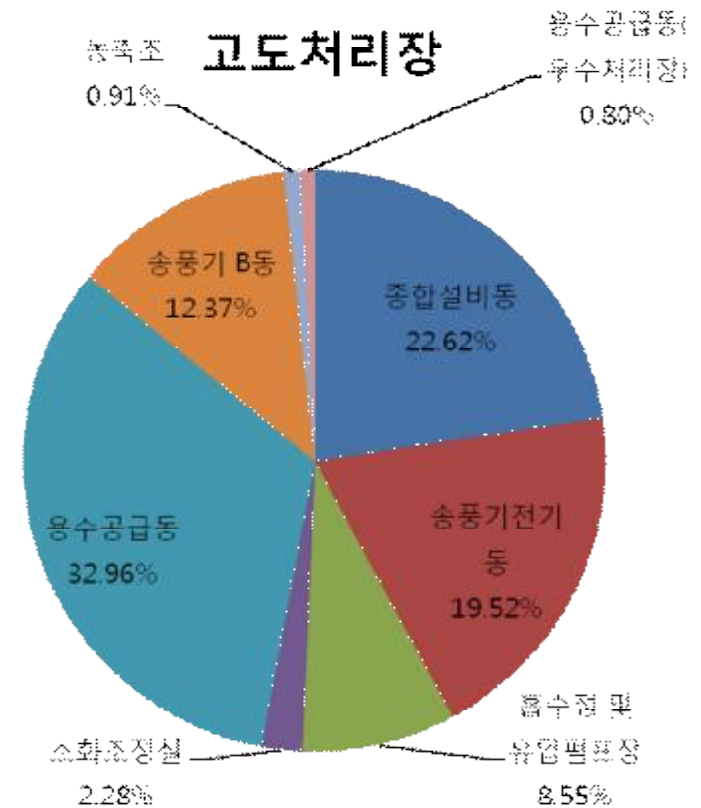
I 제 2처리장
2007년도 8월 준공계획으로 고도처리 공사가 진행 중에 있다.



항 목	내 용
공 사 명	중량1,2 물재생센터 고도처리시설공사
공사 기간	2004-02-28 ~ 2007-08-11
공 사 비	82,694,000천원
공사 위치	성동구 송정동 73번지 중량물재생센터내
공사 규모	처리시설 46만톤/일 (청계천 용수공급시설 10만톤/일)
시 공 사	(주)포스코건설

가. 전기 에너지 예상 (고도처리장)

항 목	소비전력 (kW)	비 율	비고
종합 설비동	2,056	22.6%	
송풍기전기동	1,774	19.5%	
흡수정 및 유입펌프장	777	8.5%	
소화조정실	208	2.3%	
용수공급동	2,996	33.0%	청계천 용수 포함 657kW예상
송풍기 B동	1,124	12.4%	
농축조	83	0.9%	
용수공급동 (우수처리장)	73	0.8%	
합 계	9,090	100%	

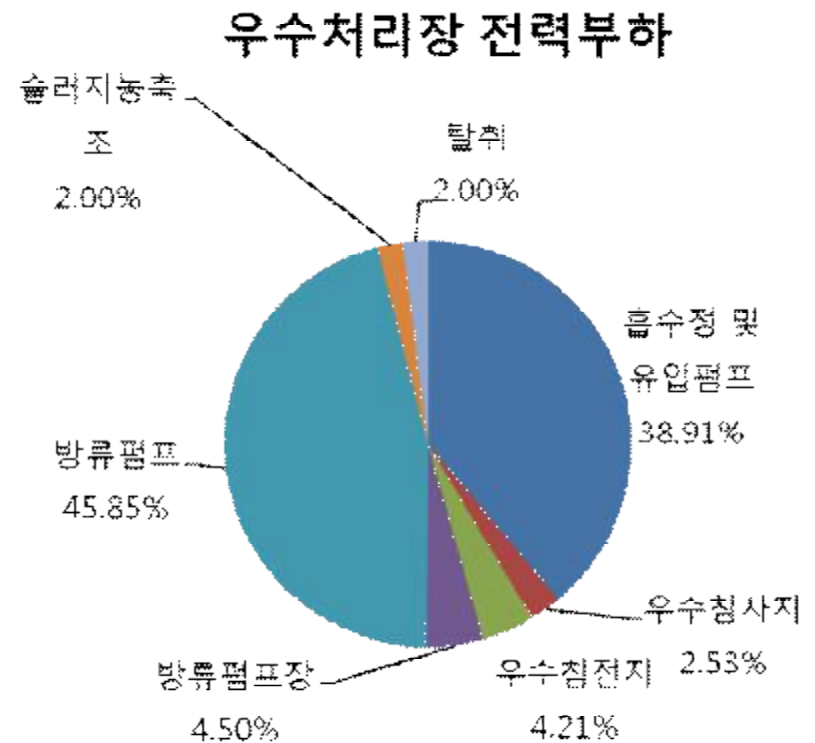


┃ 설비의 설계용량을 기초로 각 설비의 운전시간과 부하를 추정하여 고도처리장과 1처리장의 전기 사용량을 산출

┃ 송풍기가 전체 전기사용량의 **31.9%**를 차지하고 청계천 용수공급을 수반하는 용수공급동이 **33%**로 가장 많은 전력을 사용하는 것으로 분석된다.

나. 설비용량(우수처리장)

항 목	소비전력 (kW/h)	비 율
흡수정 및 유입펌프	1,340	38.9%
우수침사지	87	2.5%
우수침전지	145	4.2%
방류펌프장	155	4.5%
방 류 펌 프	1,579	45.8%
슬러지농축조	69	2.0%
탈 취	69	2.0%
합 계	3,444	100.0%

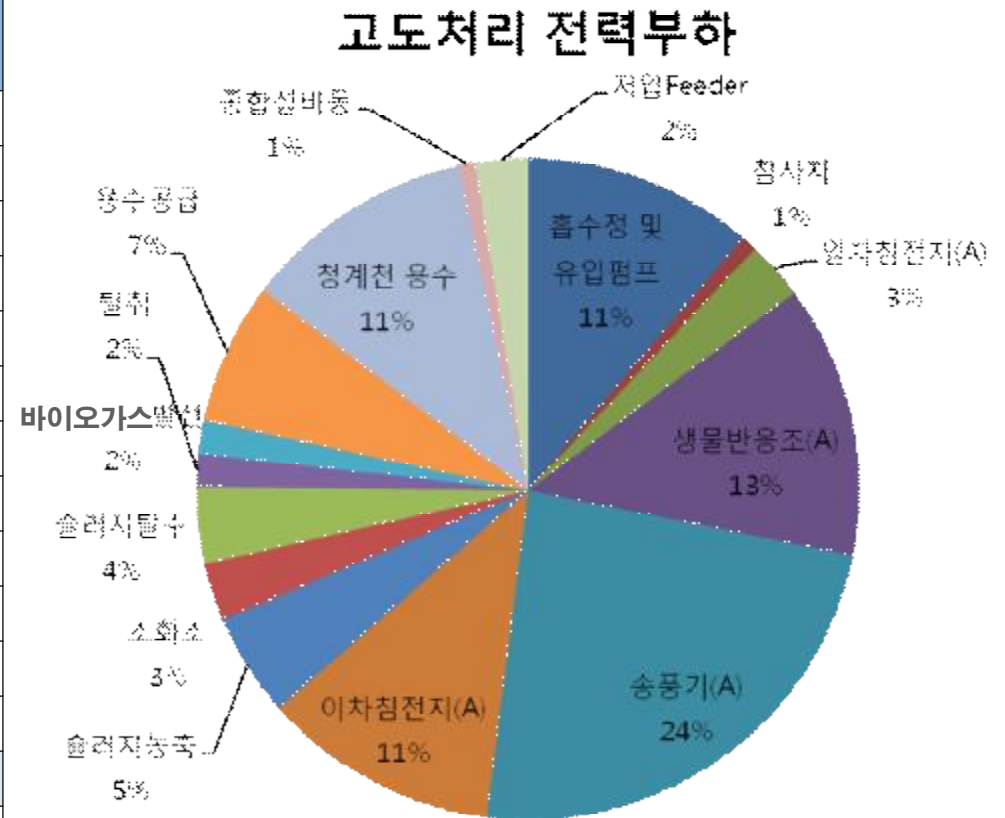


Ⅰ 우수처리장으로 전용될 예정인 1처리장의 설비용량을 산출한 것으로 흡수정과 유입펌프장/ 방류 펌프장의 용량이 가장 크며 총용량은 **3,444kW**이다.

Ⅰ 2007년 7월이후 우수처리장으로 전환

다. 설비용량(고도처리설비)

항 목	소비전력 (kW/h)	비 율
흡수정 및 유입펌프	1,047	11.3%
침 사 지	70	0.8%
일차침전지	264	2.8%
생물반응조	1,238	13.3%
송 풍 기	2,222	23.9%
이차침전지	1,077	11.6%
슬러지농축조	469	5.0%
소 화 조	263	2.8%
슬러지탈수기	347	3.7%
탈 취 팬	147	1.6%
바이오가스발전기	152	1.6%
용수공급	643	6.9%
청계천 용수	1,053	11.3%
종합설비동	76	0.8%
저압 Feeder	238	2.6%
합 계	9,306	100.0%

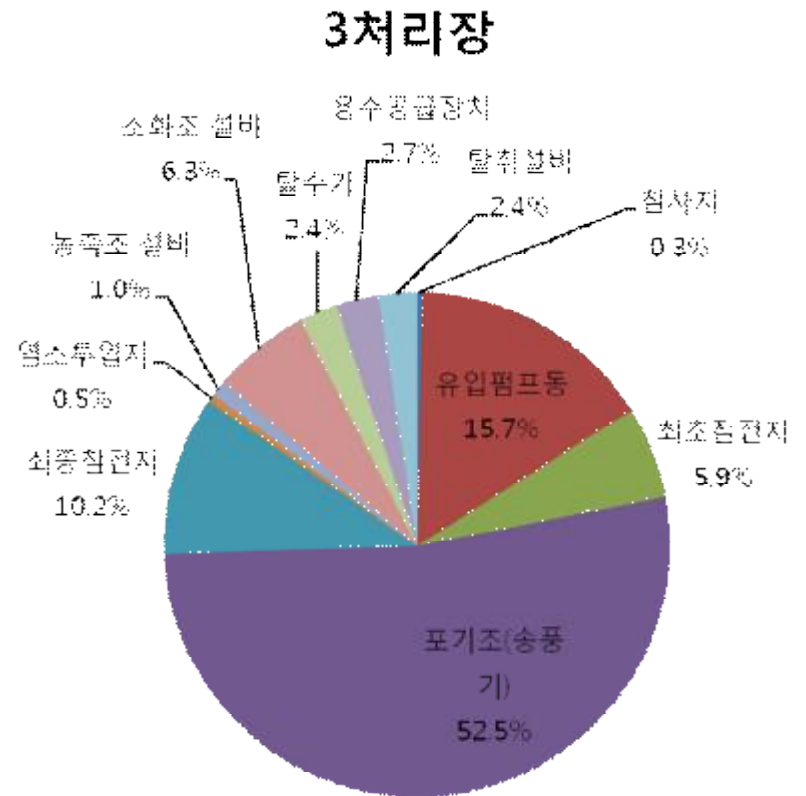


고도처리장의 총 설비용량은 9,306kW로 분석된다.

2) 3처리장 (전기부하)

3처리장의 처리용량은 1백만톤/일이며 전체 설비용량은 **9,550kW**이며 포기조 송풍기의 소비전력이 **52.5%**로 가장 많은 전력을 소비하고 있다.

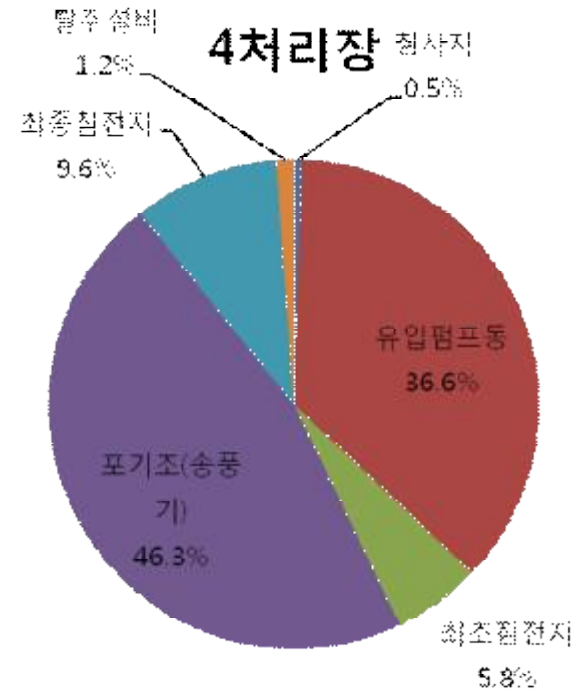
항 목	설비 용량 (kW)	운전소비전 력(KW)	비 고
침사지	87	23	0.3%
유입펌프동	1,406	1,113	15.7%
최초침전지	750	414	5.9%
포기조(송풍기)	4,660	3,712	52.5%
최종침전지	981	721	10.2%
염소투입지	44	34	0.5%
농축조 설비	168	71	1.0%
소화조 설비	562	443	6.3%
탈수기	400	172	2.4%
용수공급장치	282	192	2.7%
탈취설비	216	173	2.4%
합 계	9,555	7,068	100.0%



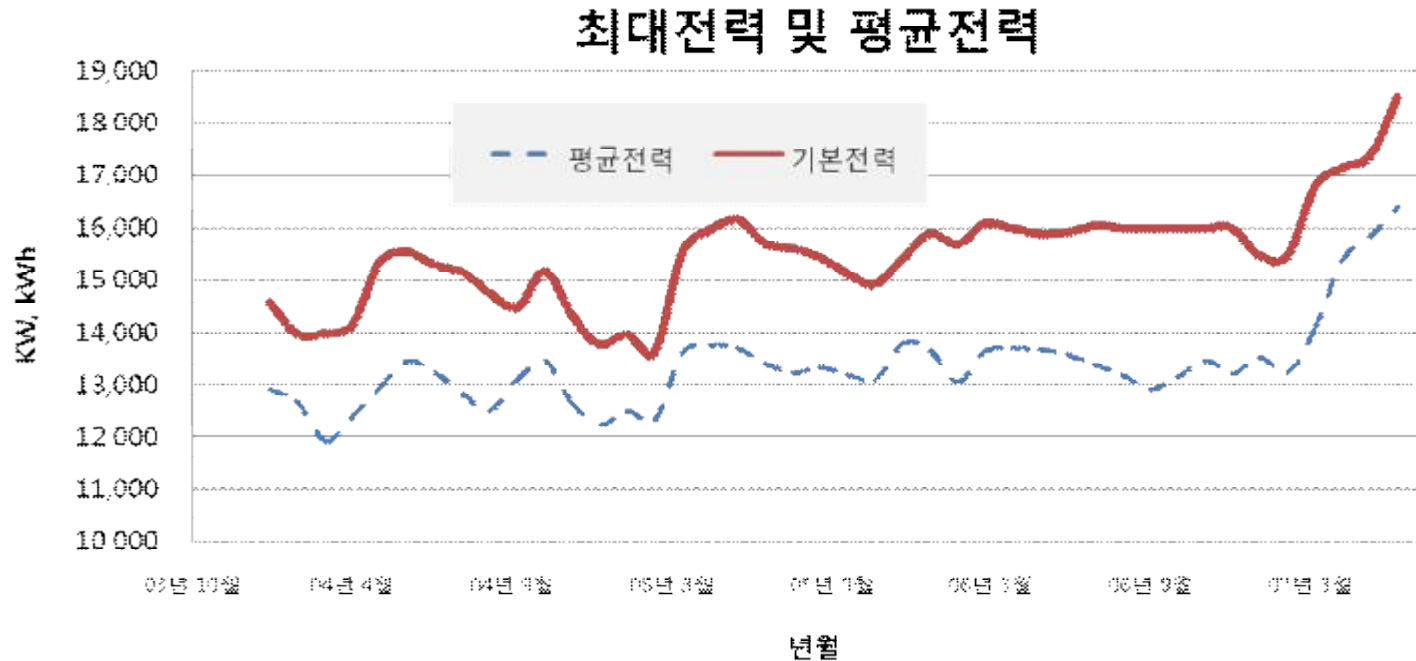
3) 4처리장 (전기부하)

Ⅰ 4처리장의 처리용량은 25만톤/일로 전체 전기설비용량은 2,963kW이며 포기조 송풍기의 소비 전력이 46.3%로 가장 많은 전력을 소비하고 있다.

항 목	설비 용량 (kW)	운전소비전력 (KW)	비 고
침사지	29	10	0.5%
유입펌프동	917	733	36.6%
최초침전지	560	117	5.8%
포기조(송풍기)	1,168	928	46.3%
최종침전지	258	192	9.6%
탈취설비	30	24	1.2%
합 계	2,963	2,004	100.0%

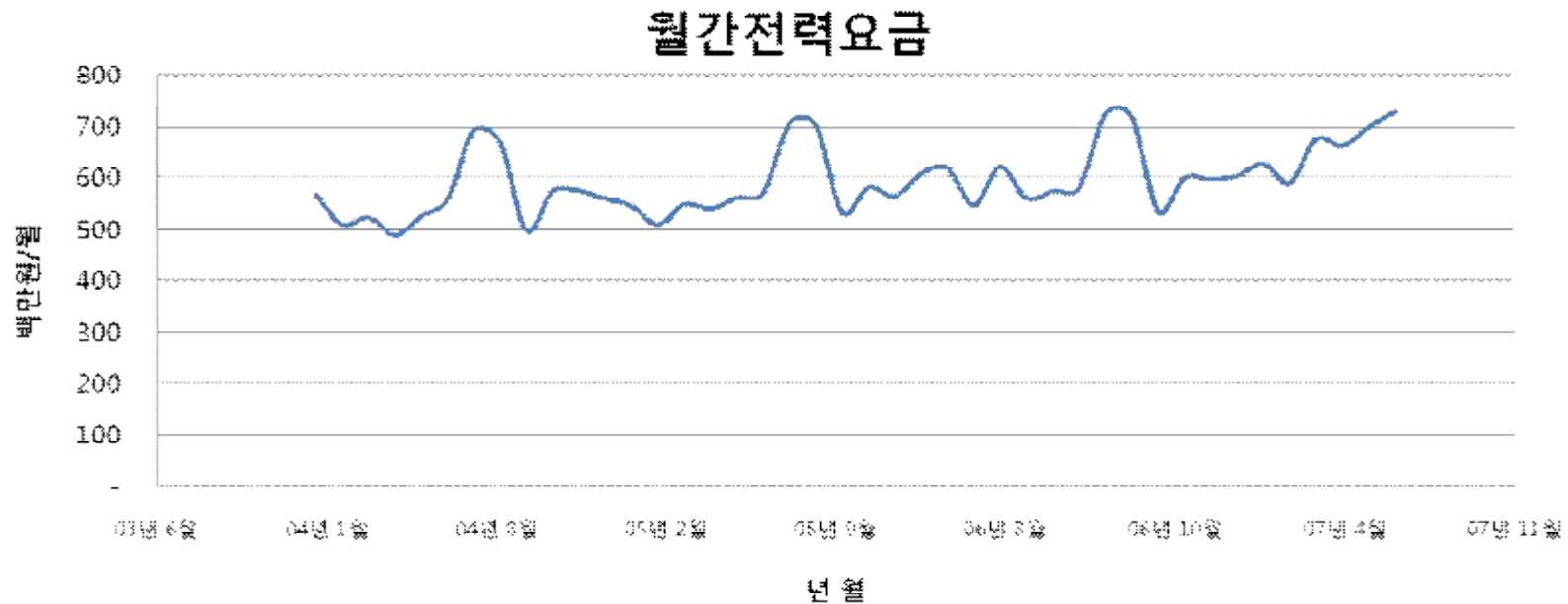


4) 전기 사용량(1)



- Ⅰ 평균전력은 전체 월간 전력사용량을 시간(월일수 x 24시간)으로 나눈 평균 전력 사용량이다.
- Ⅰ 2007년도 3월 이후 고도처리설비의 시운전으로 인해 평균전력이 2006년도 Peak 전력인 15,991kW 이상으로 상승하고 있다. (2~3월 대비 21%증가)
- Ⅰ 6월의 Peak전력은 기본전력 대비 2,500kW 증가하였고 계속 증가하고 있는 추세다.

4) 전기 사용량 (2)



- Ⅰ 하절기 7,8월 달의 전력요금이 전력단가가 높기 때문에 전력요금이 많이 발생한다.
- Ⅰ 2003년 이후 고도처리장 시운전에 의해 2007년 6월 현재 월전기 요금이 2006년도 하절기 보다 많이 부과가 되었고, 예년 전력비 추세와 비교 시 2007년도 7,8월 달의 전력요금은 8.5억원 이상이 될 것으로 예상된다.
- Ⅰ 전력요금 저감에 대한 대책이 필요하다. ⇒ 1처리장 우수처리장 전용

6. 연도별 에너지 사용 현황

1) 2004년 에너지 사용현황

I 전력

구분	전력사용량(kwh)					전력요금(원)					최대수요전력(kw)		
	계	본처리장	자양펌프장	슬러지 건조시설	고도처리	계	본처리장	자양펌프장	슬러지 건조시설	고도처리	계	본처리장	자양
합계	112,375,593	107,152,968	1,486,089	3,694,861	41,675	6,741,407,700	6,400,685,730	120,907,060	216,218,830	3,596,080			

I 바이오가스

바이오가스 발생량			바이오가스 사용현황					소각 가스 (m³)	경유 환산량		보일러 등 유 (원/ℓ)
총발생량 (m³)	제2처리장 (m³)	제3처리장 (m³)	총사용량 (m³)	발전기 (m³)	건조보일러 (m³)	#2가온보일러 (m³)	#3가온보일러 (m³)		경유환산량 (ℓ)	경유환산액 (천원)	
19,283,057	2,600,090	16,682,967	19,072,519	1,927,804	532,105	2,865,935	13,746,675	213,600	8,322,159	5,304,316	

2004년 월별 에너지 사용현황

I 전력

구분	전력사용량(kwh)					전력요금(원)					최대수요전력(kw)		
	계	본처리장	자양펌프장	슬러지 건조시설	고도처리	계	본처리장	자양펌프장	슬러지 건조시설	고도처리	계	본처리장	자양
합계	112,375,593	107,152,968	1,486,089	3,694,861	41,675	6,741,407,700	6,400,685,730	120,907,060	216,218,830	3,596,080			
1월	9,589,329	9,134,212	132,826	322,291		567,804,300	539,599,810	10,426,490	17,778,000		14,568	14,224	344
2월	8,515,453	8,053,482	129,888	332,083		508,728,310	479,429,720	10,325,770	18,972,820		13,956	13,608	348
3월	8,868,461	8,369,013	128,755	370,693		523,501,030	492,617,410	10,248,170	20,635,450		13,970	13,524	446
4월	8,908,313	8,484,960	129,945	293,408		488,469,900	462,427,220	10,069,890	15,972,790		14,157	13,720	437
5월	9,627,275	9,355,243	122,687	149,345		525,565,600	506,721,730	9,276,000	9,567,870		15,315	14,784	531
6월	9,686,030	9,350,711	124,003	201,316	10,000	558,127,630	534,898,190	9,524,380	12,782,270	922,790	15,530	14,980	550
7월	9,848,524	9,344,997	132,710	346,864	23,953	693,877,680	659,191,500	10,713,430	22,089,020	1,883,730	15,271	14,812	459
8월	9,529,415	9,020,188	117,830	391,397		669,440,360	632,508,110	11,274,220	25,658,030		15,136	14,700	436
9월	8,990,086	8,620,370	112,570	249,424	7,722	496,648,790	471,431,500	10,494,220	13,933,510	789,560	14,730	14,168	562
10월	9,734,136	9,281,647	111,341	341,148		574,675,040	546,430,420	8,917,800	19,326,820		14,466	13,944	522
11월	9,687,525	9,248,913	113,396	325,216		574,835,480	546,807,110	9,363,370	18,665,000		15,146	14,728	418
12월	9,391,046	8,889,232	130,138	371,676		559,733,580	528,623,010	10,273,320	20,837,250		14,299	13,860	439

2004년 월별 에너지 사용현황

I 바이오가스

구분		바이오가스 발생량			바이오가스 사용현황					소각 가스 (m³)	경유 환산량		보일러 등 유 (원/ℓ)	경유 단가 (원/ℓ)
월	년	총발생량 (m³)	제2처리장 (m³)	제3처리장 (m³)	총사용량 (m³)	발전기 (m³)	건조보일 러 (m³)	#2가온보 일러 (m³)	#3가온보 일러 (m³)		경유환산 량 (ℓ)	경유환산액 (천원)		
총괄	04	19,283,057	2,600,090	16,682,967	19,072,519	1,927,804	532,105	2,865,935	13,746,675	213,600	8,322,159	5,304,316		
1	04	1,622,732	387,350	1,235,382	1,631,162	300	0	423,733	1,207,129	0	685,571	391,845	571.56	708.65
2	04	1,969,633	347,879	1,621,754	1,966,249	216,858	0	404,515	1,344,876	0	763,802	436,559	571.56	708.65
3	04	2,344,355	451,205	1,893,150	2,332,724	465,369	0	485,457	1,381,898	0	784,828	470,112	599.00	775.00
4	04	2,240,520	422,555	1,817,965	2,221,409	472,754	0	431,256	1,317,399	32,880	748,197	448,170	599.00	775.00
5	04	2,018,589	353,194	1,665,395	1,978,637	233,830	0	337,231	1,407,576	41,040	799,411	478,847	599.00	775.00
6	04	1,772,378	264,642	1,507,736	1,652,847	0	0	264,601	1,388,246	119,520	788,433	472,271	599.00	775.00
7	04	1,509,525	169,374	1,340,151	1,489,789	82,516	0	169,604	1,237,669	20,160	702,915	454,786	647.00	845.00
8	04	795,010	22,400	772,610	800,343	89,186	0	22,551	688,606	0	391,083	253,031	647.00	845.00
9	04	1,016,820	17,393	999,427	1,007,148	281,725	0	35,513	689,910	0	391,824	253,510	647.00	845.00
10	04	1,140,740	46,598	1,094,142	1,132,602	68,553	68,505	58,024	937,520	0	643,244	466,995	726.00	913.00
11	04	1,253,294	24,206	1,229,088	1,257,999	7,951	176,710	82,800	990,538	0	714,461	518,699	726.00	913.00
12	04	1,599,461	93,294	1,506,167	1,601,610	8,762	286,890	150,650	1,155,308	0	908,390	659,491	726.00	913.00

2) 2005년 에너지 사용현황

I 전력

구분	전력사용량(kwh)					전력요금(원)					최대수요전력(kw)		
	계	본처리장	자양펌프장	슬러지 건조시설	고도처리	계	본처리장	자양펌프장	슬러지 건조시설	고도처리	계	본처리장	자양
합계	115,420,866	109,950,291	1,472,563	3,973,655	24,357	6,972,267,220	6,621,221,340	122,198,430	226,184,440	2,663,010			

I 유류

구분	총사용량	제1처리장		제2처리장		제3처리장				난방.온수공급용		실내등유 사용량			건조시설 도시가스	잡용수 사용량 (Ton)	LPG
		자가발전기	방류동 엔진펌프	자가발전기	가온보일러	자가발전기	가온보일러	유입동 엔진펌프	방류동 엔진펌프	관리본관 난방보일러	위생처리장 난방보일러	수과	오과	관리과			
총사용량	237,072	626		0		162,480				53,166		20,800			1,613,219		0
소계	237,072	302	324	0	0	13,052	0	148,528	900	41,411	11,755	9,600	11,200	0	1,613,219	3,931,572	0

I 바이오가스

구분		바이오가스 발생량			바이오가스 사용현황					소각가스 (m³)	경유 환산량		보일러 등 유 (원/ℓ)
월	년	총발생량 (m³)	제2처리장 (m³)	제3처리장 (m³)	총사용량 (m³)	발전기 (m³)	건조보일러 (m³)	#2가온보일러 (m³)	#3가온보일러 (m³)		경유 환산량 (ℓ)	경유 환산액 (천원)	
총	'05	18,079,479	1,226,669	16,852,810	18,082,232	72,702	4,307,989	1,858,337	11,843,204	0	10,267,965	7,480,068	638.18

2005년 월별 에너지 사용현황

I 전력

구분	전력사용량(kwh)					전력요금(원)					최대수요전력(kw)		
	계	본처리장	자양펌프장	슬러지건조시설	고도처리	계	본처리장	자양펌프장	슬러지건조시설	고도처리	계	본처리장	자양
합계	115,420,866	109,950,291	1,472,563	3,973,655	24,357	6,972,267,220	6,621,221,340	122,198,430	226,184,440	2,663,010			
1월	9,106,052	8,656,156	131,827	318,069		544,851,420	516,475,270	10,378,220	17,997,930		13,765	13,328	437
2월	8,382,051	7,904,980	128,630	348,441		508,804,920	479,486,960	10,176,010	19,141,950		13,956	13,608	348
3월	9,176,580	8,680,239	116,545	379,796		549,250,670	518,497,770	9,528,350	21,224,550		13,623	13,272	351
4월	9,783,136	9,301,564	121,191	360,381		539,180,300	510,477,870	9,628,100	19,074,330		15,536	15,092	444
5월	10,230,587	9,742,895	114,500	367,824	5,368	561,253,150	532,509,810	8,842,300	19,259,930	641,110	15,954	15,456	498
6월	9,856,572	9,404,765	122,275	329,532		571,621,450	543,928,860	9,390,460	18,302,130		16,146	15,708	438
7월	9,970,313	9,514,292	130,761	325,260		706,809,520	674,413,940	11,031,070	21,364,510		15,686	15,064	622
8월	9,840,410	9,408,648	129,821	291,888	10,053	702,465,680	669,429,340	12,320,090	19,626,010	1,090,240	15,597	15,008	589
9월	9,597,116	9,155,318	122,274	319,524		532,693,080	504,439,170	11,428,900	16,825,010		15,424	14,896	528
10월	9,810,110	9,380,056	115,622	305,496	8,936	582,832,820	555,291,380	9,409,950	17,199,830	931,660	15,106	14,560	546
11월	9,425,007	9,014,269	122,342	288,396		564,312,620	537,452,150	10,171,180	16,689,290		14,911	14,448	463
12월	10,242,932	9,787,109	116,775	339,048		608,191,590	578,818,820	9,893,800	19,478,970		15,390	14,980	410

2005년 월별 에너지 사용현황

I 유류

구 분	총사용량	제1처리장		제 2 처 리 장		제 3 처 리 장				난방.온수공급용		실내등유 사용량			건조시설 도시가스	잡용수 사 용량 (Ton)	LPG
		자 가 발전 기	방 류 동 엔진펌 프	자 가 발전기	가 온 보일러	자 가 발전기	가 온 보일러	유 입 동 엔진펌프	방 류 동 엔진펌 프	관 리 본 관 난방 보 일러	위생처리 장 난방보일 러	수과	오과	관리과			
총사용량	237,072	626		0		162,480				53,166		20,800			1,613,219		0
소 계	237,072	302	324	0	0	13,052	0	148,528	900	41,411	11,755	9,600	11,200	0	1,613,219	3,931,572	0
월 평균	19,756	25	27	0	0	1,088	0	12,377	75	3,451	980	800	933	0	134,435	327,631	0
일 평균	650	1	1	0	0	36	0	407	2	113	32	26	31	0	4,420	10,771	0
환산톤 [toe]	149.80	0.20	0.20	0.00	0.00	12.00	0.00	136.60	0.80	36.00	10.20	8.30	9.70	0.00	1,693.88		0.00
1월	24,304	39	0	0	0	1,164	0	1,787	0	11,844	2,870	6,600	0	0	145,396	219,860	0
2월	22,957	41	0	0	0	607	0	5,438	0	10,751	3,120	3,000	0	0	121,220	260,140	
3월	9,759	40	0	0	0	0	0	0	0	7,169	2,550	0	0	0	181,622	313,990	
4월	8,440	41	72	0	0	0	0	8,147	180	0	0	0	0	0	72,833	358,840	
5월	12,113	41	108	0	0	993	0	10,611	360	0	0	0	0	0	58,201	274,660	
6월	12,311	40	144	0	0	2,027	0	9,740	360	0	0	0	0	0	69,921	312,660	
7월	39,676	20	0	0	0	2,320	0	37,336	0	0	0	0	0	0	85,242	325,580	
8월	37,087	20	0	0	0	2,346	0	34,721	0	0	0	0	0	0	113,797	377,830	
9월	16,696	20	0	0	0	40	0	16,636	0	0	0	0	0	0	162,493	380,220	
10월	9,901	0	0	0	0	40	0	9,861	0	0	0	0	0	0	133,152	366,120	
11월	22,166	0	0	0	0	3,475	0	3,891	0	2,585	1,015	0	11,200	0	155,438	368,876	
12월	21,662	0	0	0	0	40	0	10,360	0	9,062	2,200	0	0	0	313,904	372,796	

2005년 월별 에너지 사용현황

I 바이오가스

구분		바이오가스 발생량			바이오가스 사용현황					소각 가스 (m ³)	경유 환산량		보일러 등 유 (원/ℓ)	경유 단가 (원/ℓ)
월	년	총발생량 (m ³)	제2처리장 (m ³)	제3처리장 (m ³)	총사용량 (m ³)	발전기 (m ³)	건조보일 러 (m ³)	#2가온보 일러 (m ³)	#3가온보 일러 (m ³)		경유환산 량 (ℓ)	경유환산액 (천원)		
총계	05	18,079,479	1,226,669	16,852,810	18,082,232	72,702	4,307,989	1,858,337	11,843,204	0	10,267,965	7,480,068		
1	05	1,799,939	150,171	1,649,768	1,809,575	11,013	294,302	193,044	1,311,216	0	1,022,248	660,372	646.00	849.00
2	05	1,773,896	114,273	1,659,623	1,771,128	4,540	415,523	139,821	1,211,244	0	1,007,457	650,817	646.00	849.00
3	05	1,814,179	143,724	1,670,455	1,815,257	0	324,128	161,752	1,329,377	0	1,030,335	665,597	646.00	849.00
4	05	1,948,750	142,404	1,806,346	1,950,390	0	523,433	193,069	1,233,888	0	1,106,763	827,582	747.75	938.81
5	05	1,784,796	114,029	1,670,767	1,802,112	7,113	573,433	159,570	1,061,996	0	1,013,648	757,955	747.75	938.81
6	05	1,700,326	73,539	1,626,787	1,693,014	16,981	458,982	155,751	1,061,300	0	965,674	722,083	747.75	938.81
7	05	1,544,642	124,932	1,419,710	1,540,752	16,622	453,663	187,269	883,198	0	877,256	655,968	747.75	1,047.70
8	05	1,030,005	88,950	941,055	1,045,780	16,433	348,424	121,186	559,737	0	584,976	437,416	747.75	1,047.70
9	05	1,086,789	64,374	1,022,415	1,058,827	0	319,921	127,716	611,190	0	617,225	461,530	747.75	1,047.70
10	05	1,148,755	53,161	1,095,594	1,164,147	0	335,252	150,379	678,516	0	652,418	524,120	803.35	1,047.70
11	05	1,193,598	51,417	1,142,181	1,171,992	0	203,151	113,913	854,928	0	677,886	544,580	803.35	1,047.70
12	05	1,253,804	105,695	1,148,109	1,259,258	0	57,777	154,867	1,046,614	0	712,079	572,049	803.35	1,047.70

3) 2006년 에너지 사용현황

I 전력

구분	전력사용량(kwh)					전력요금(원)					최대수요전력(kw)		
	계	본처리장	자양펌프장	슬러지 건조시설	고도처리	계	본처리장	자양펌프장	슬러지 건조시설	고도처리	계	본처리장	자양
합계	117,173,832	112,335,113	1,424,851	3,404,280	9,588	7,283,276,820	6,954,293,740	122,237,630	205,825,620	919,830			

I 유류

구분	총사용량	제1처리장		제2처리장		제3처리장				난방.온수공급용		실내등유 사용량			건조시설 도시가스	잡용수 사용량 (Ton)	LPG
		자 가	방 류 동	자 가	가 온	자 가	가 온	유 입 동	방 류 동	관 리 본 관	위 생 처 리 장	수 과	오 과	관 리 과			
총사용량	248,405	1,499		0		223,466				14,840		8,600			2,165,578	4,580,098	0
소 계	248,405	41	1,458	0	0	8,403	0	170,223	44,840	14,620	220	6,100	2,500	0	2,165,578	4,580,098	0

I 바이오가스

바이오가스 발생량			바이오가스 사용현황					소각 가스 (m³)	경유 환산량		보일러 등 유 (원/ℓ)
총발생량 (m³)	제2처리장 (m³)	제3처리장 (m³)	총사용량 (m³)	발전기 (m³)	건조보일러 (m³)	#2가온보일러 (m³)	#3가온보일러 (m³)		경유환산량 (ℓ)	경유환산액 (천원)	
17,762,973	747,700	17,015,273	17,763,601	34,829	3,021,034	1,641,184	13,066,554	0	10,088,210	8,336,654	736.21

2006년 월별 에너지 사용현황

I 전력

구분	전력사용량(kwh)					전력요금(원)					최대수요전력(kw)		
	계	본처리장	자양펌프장	슬러지 건조시설	고도 처리	계	본처리장	자양펌프장	슬러지 건조시설	고도처 리	계	본처 리장	자양
합계	117,173,832	112,335,113	1,424,851	3,404,280	9,588	7,283,276,820	6,954,293,740	122,237,630	205,825,620	919,830			
1월	10,152,951	9,721,594	117,389	313,968	0	618,315,310	590,035,770	10,051,400	18,228,140	0	15,877	15,255	622
2월	8,751,804	8,340,358	127,382	284,064	0	546,545,320	518,637,600	10,737,230	17,170,490	0	15,681	15,059	622
3월	10,151,580	9,700,132	117,476	333,972	0	621,059,420	591,157,230	10,237,470	19,664,720	0	16,073	15,451	622
4월	9,858,928	9,409,984	117,792	331,152	0	560,270,370	531,943,570	10,026,100	18,300,700	0	15,989	15,367	622
5월	10,174,112	9,747,112	119,836	307,164	0	574,450,860	547,443,750	9,699,480	17,307,630	0	15,877	15,255	622
6월	9,765,109	9,322,863	119,146	313,512	9,588	581,751,340	552,630,660	10,139,990	18,060,860	919,830	15,916	15,255	661
7월	9,953,217	9,530,448	115,641	307,128	0	724,949,310	693,890,570	10,008,360	21,050,380	0	16,040	15,451	589
8월	9,802,490	9,387,816	111,974	302,700	0	720,337,290	688,162,340	11,050,330	21,124,620	0	15,991	15,451	540
9월	9,277,846	8,964,658	122,640	190,548	0	535,313,260	512,464,640	11,274,540	11,574,080	0	15,991	15,451	540
10월	9,768,373	9,428,850	103,939	235,584	0	599,664,270	577,003,420	8,666,590	13,994,260	0	15,991	15,451	540
11월	9,685,546	9,295,920	122,554	267,072	0	597,284,210	571,264,500	9,991,290	16,028,420	0	15,991	15,451	540
12월	9,831,876	9,485,378	129,082	217,416	0	603,335,860	579,659,690	10,354,850	13,321,320	0	15,991	15,451	540

2006년 월별 에너지 사용현황

I 유류

구 분	총사용량	제1처리장		제 2 처 리 장		제 3 처 리 장				난방.온수공급용		실내등유 사용량			건조시설 도시가스	잡용수 사 용량 (Ton)	LPG
		자 가 발전기	방 류 동 엔진펌프	자 가 발전기	가 온 보일러	자 가 발전기	가 온 보일러	유 입 동 엔진펌프	방 류 동 엔진펌 프	관 리 본 관 난방 보 일러	위 생 처 리 장 난방보일 러	수과	오과	관리과			
총사용 량	248,405	1,499		0		223,466				14,840		8,600			2,165,578	4,580,098	0
소 계	248,405	41	1,458	0	0	8,403	0	170,223	44,840	14,620	220	6,100	2,500	0	2,165,578	4,580,098	0
월 평 균	20,700	3	122	0	0	700	0	14,185	3,737	1,218	18	508	208	0	180,465	381,675	0
일 평 균	681	0	4	0	0	23	0	466	123	40	1	17	7	0	5,933	12,548	0
환산톤 [toe]	227.00	0.00	1.30	0.00	0.00	7.70	0.00	156.60	41.20	12.70	0.10	5.30	2.10	0.00	2,273.86		0.00
1월	20,321	0	0	0	0	0	0	6,819	0	5,782	220	5,000	2,500	0	303,320	346,882	0
2월	8,567	41	0	0	0	1,824	0	964	0	4,638	0	1,100	0	0	171,860	257,689	
3월	2,324	0	0	0	0	120	0	0	0	2,204	0	0	0	0	201,977	379,914	
4월	6,549	0	0	0	0	120	0	6,136	0	293	0	0	0	0	190,168	387,920	
5월	9,557	0	0	0	0	120	0	9,437	0	0	0	0	0	0	216,053	443,242	
6월	16,981	0	108	0	0	120	0	15,193	1,560	0	0	0	0	0	186,264	400,545	
7월	108,981	0	1,206	0	0	2,965	0	61,530	43,280	0	0	0	0	0	194,614	393,416	
8월	22,926	0	72	0	0	2,087	0	20,767	0	0	0	0	0	0	213,458	372,647	
9월	32,728	0	72	0	0	1,047	0	31,609	0	0	0	0	0	0	99,943	425,182	
10월	9,539	0	0	0	0	0	0	9,539	0	0	0	0	0	0	87,142	438,538	
11월	7,106	0	0	0	0	0	0	6,719	0	387	0	0	0	0	243,447	403,389	
12월	2,826	0	0	0	0	0	0	1,510	0	1,316	0	0	0	0	57,332	330,734	

2006년 월별 에너지 사용현황

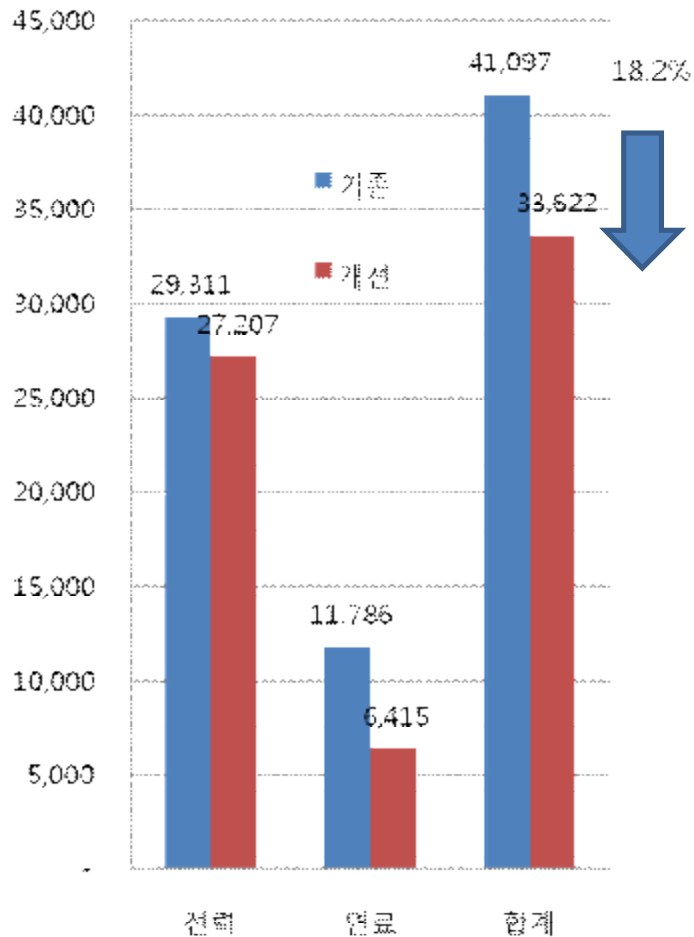
I 바이오가스

구분		바이오가스 발생량			바이오가스 사용현황					소각 가스 (m ³)	경유 환산량		보일러 등 유 (원/ℓ)	경유 단가 (원/ℓ)
월	년	총발생량 (m ³)	제2처리장 (m ³)	제3처리장 (m ³)	총사용량 (m ³)	발전기 (m ³)	건조보일 러 (m ³)	#2가온보일 러 (m ³)	#3가온보일 러 (m ³)		경유환산량 (ℓ)	경유환산액 (천원)		
총계	06	17,762,973	747,700	17,015,273	17,763,601	34,829	3,021,034	1,641,184	13,066,554	0	10,088,210	8,336,654		
1	06	1,490,658	117,926	1,372,732	1,490,924	0	45,816	165,044	1,280,064	0	846,597	680,113	803.35	1,047.70
2	06	1,357,669	104,210	1,253,459	1,348,281	0	149,220	134,926	1,064,135	0	771,067	619,437	803.35	1,047.70
3	06	1,438,049	137,085	1,300,964	1,429,896	0	246,080	143,002	1,040,814	0	816,718	656,110	803.35	1,047.70
4	06	1,464,859	112,145	1,352,714	1,514,045	0	275,475	138,405	1,100,165	0	831,944	668,343	803.35	1,047.70
5	06	1,657,759	0	1,657,759	1,641,338		240,986	142,986	1,257,366	0	941,499	756,353	803.35	1,047.70
6	06	1,687,868	0	1,687,868	1,691,645	0	304,201	155,488	1,231,956	0	958,599	822,478	858.00	1,177.00
7	06	1,450,726	0	1,450,726	1,445,824	12,608	350,403	110,083	972,730	0	823,918	706,921	858.00	1,177.00
8	06	1,236,517	0	1,236,517	1,239,956	14,748	335,243	118,778	771,187	0	702,261	602,540	858.00	1,177.00
9	06	1,552,354	32,248	1,520,106	1,541,618	7,473	347,923	111,181	1,075,041	0	881,636	756,444	858.00	1,177.00
10	06	1,683,180	74,146	1,609,034	1,672,246	0	310,175	140,057	1,222,014	0	955,936	820,193	858.00	1,177.00
11	06	1,229,148	101,423	1,127,725	1,225,704	0	202,387	138,491	884,826	0	698,076	559,040	800.83	1,125.30
12	06	1,514,186	68,517	1,445,669	1,522,124	0	213,125	142,743	1,166,256	0	859,959	688,681	800.83	1,125.30

II. 진단결과 종합

1. 진단결과 종합

기대 효과



I 중량 물재생센터에 대한 에너지진단 실시결과 개선 아이템은 다음과 같다.

I 주요 개선 아이템

- § 송풍기 흡입공기 온도 저하
- § 유량계 변경
- § 펌프동 수위관리
- § 소화조 교반송풍기 변경
- § 저압변압기 승압
- § 바이오가스 전용 엔진발전기 적용
- § 노후모터 고효율 모터로 교체
- § 보일러 공기비 조절
- § 관류보일러 공기비 조절
- § 소화조 오프배관 단열
- § 소화조 배출슬러지 배열회수
- § 슬러지 건조설비의 LNG를 바이오가스 대체
- § 슬러지 건조 배가스의 배열회수

I 총 18.2%의 에너지 절감

I 신재생에너지 적용 방안 검토

- 연료전지
- 태양광 발전
- 소수력 발전
- 히트펌프를 이용한 방류수 배열 회수

2. 기대효과 종합

개선방안			에너지절감량						대비 절감진단 대상사용량(%)			절감액 (백만원/년)	투자비 (백만원)	투자비 회수 기간 (년)	온실가스 저감량 (tC/년)	
구분	공정 (설비)	개선내용	연료			전기		계	연료	전력	계					
			연료명	절감량 (kNm ³)	toe	MWh	toe					(toe/년)				
전 기	송풍기	3. 흡입온도 강화	전기			806	173	173		0.6	0.4	50	35	0.7	93	
		4. 유량계 변경으로 압손실 저감	전기			958	206	206		0.7	0.5	60	30	0.5	111	
	펌프	5. 수두 감소	전기			675	145	145		0.5	0.4	42	300	7.1	78	
	소화조	6. 교반송풍기 교체	전기			567	122	122		0.4	0.3	46	189	4.1	66	
	전 력	7. 자율절전	전기					-		0.0	0.0	34			-	
	전 력	8. 저압 변압기 승압	전기			1,198	258	258		0.9	0.6	75			139	
	전 력	9. 소화가스 전용 열병합 발전기신설	전기	-881	-458	3,240	697	238	-3.9	2.4	0.6	34	1,600	46.6	-83	
	모 터	10. 고효율 모터로 교체	전기			2,344	504	504		1.7	1.2	146			271	
	소 계				-881	-458	9,788	2,104	1,646	-3.9	7.2	4.0	487	2,154		674

2. 기대효과 종합

개선방안			에너지절감량					진단대상사용량 대비 절감율(%)			절감액 (백만원/년)	투자비 (백만원)	투자비 회 수 기 간 (년)	온 실 가 스 저감량 (tC/년)	
구분	공정 (설비)	개선내용	연료		전기		계 (toe/년)	연료	전력	계					
			연료명	절감량 (kNm ³)	toe	MWh									toe
연	보일러	11. 공기비 조절	바이오	5	3			3	0.0		0.0	2			2
	소화조	12. 슬러지 열교환 배관 단열	바이오	70	88			88	0.8		0.2	58	30	0.5	77
	소화조	13. 슬러지 배열 회수	바이오	5,427	2,822			2,822	23.9		6.9	956	2,200	2.3	2,469
	슬러지 건조	14. LNG 전량 소화가스 대체	도시 가스	2,285	2,411			2,411	20.5		5.9	2,039	520	0.3	2,109
	슬러지 건조	15. 건조시설 배기열 회수	바이오	479	505			505	4.3		1.2	322	590	1.8	442
	소 계				8,366	5,829			5,829	49.5		14.2	3,377	3,340	
합 계				7,485	5,371	9,788	2,104	7,475	45.6	7.2	18.2	3,864	5,494		5,774

Ⅰ 항목 14, 15는 센터에서 제안 진행하는 사업임.

3. 진단보고서 작성기준

귀 시설에 대한 에너지진단에 대해서 작성된 보고서의 내용은 다음과 같은 적용기준에 의하여 분석, 평가되었다.

- Ⅰ 모든 설계자료는 운전실적치를 기준으로 삼았으며, 측정곤란 또는 불능의 조건을 가지고 있는 자료에 대해서는 설계기준치 또는 이론적 근거를 통하여 판단한 운전자료를 참고하였다.
- Ⅰ 개선을 위한 투자비 산출은 직접 기자재비를 중심으로 한 물가자료와 국내대리점 가격 및 제작사의 제시자료를 참고로 하였으며, 정확한 금액산출은 실제 공사시 재검토가 필요하다.
- Ⅰ 기대효과 계산은 설비별, 대책별로 산출하였으며 중복된 부분이 발생할 수 있다.
- Ⅰ 에너지절약 투자효과 산출을 위한 경제성 분석은 간이 자본 회수법을 이용하였으며 귀사에서 절약사업 시행 시에는 본 진단결과를 토대로 생산성의 향상 등 간접효과를 고려하여 회사 자체에서 별도로 재검토하여야 한다.
- Ⅰ 각 연료의 **2006**년도 평균단가와 **toe** 환산계수는 다음과 같다.

항 목	LNG	전 기	경유	바이오가스
평균단가	525.6원/Nm ³	62.16원/kWh	1150.3원/ l	177원/Nm ³
Toe 환산계수	1.055 toe/kNm ³	0.215 toe/kWh	0.905toe/k l	0.52 toe/kNm ³

4. 진단 종합

(1) 현재 고도처리장에 대한 공사가 진행되고 있어 **3,4**처리장과 슬러지 건조 설비 위주로 진단을 진행하였다.

(2) 송풍기동

전체 전기에너지의 **45%**이상을 소비

- Ⅰ 유입공기 온도가 높고 흡입구 보다는 지하 토출배관실의 공기 유입
- Ⅰ 오리피스형 유량계 적용으로 압력손실 발생
- Ⅰ **DO** 센서의 고장으로 측정에 의하여 유량을 관리하고 있다.

흡입공기 유입구조 개선 및 배관실 배관단열 및 환기개선으로 흡입공기온도를 낮추고 무정압손실 유량계를 적용하여 정압손실을 줄이고 유량 또는 **DO**등에 의한 비례제어방식 (인버터, 대수제어)의 적용을 통한 에너지 절감이 필요하다.

장기적으로 내구연한이 지난 설비에 대해서는 고효율 터보송풍기의 적용과 향후 고도처리설비 공사로 인한 포기량 증가, 설비 증설시에도 고효율 터보송풍기를 적용, 인버터 적용방안 검토.

(3) 소화조

소화조 개선과 오니 설비시설의 개선에 의해 바이오가스 발생량은 **20%**이상 증가

- Ⅰ 잉여바이오가스의 사용방안
- Ⅰ 소화조 가온 부하의 감소 방안
- Ⅰ 포기조 송풍기의 효율 개선 방안으로

바이오가스를 현재 도시가스와 겸용으로 사용하고 있는 슬러지건조설비를 바이오가스 전용으로 교체하여 도시가스를 대체하고 연료전지 및 기타 바이오가스의 사용처 확보 시 열교환기 또는 히트펌프를 적용하여 잉여 바이오가스의 발생을 확대하여 바이오가스 활용도를 높인다. 포기조 송풍기는 고효율 터보송풍기를 적용하여 전력을 절감한다.

- (4) 유입펌프장은 수위에 따라 운전펌프 대수를 수동으로 조절하고 있다. 수위에 따른 자동 제어를 적용을 통해 수위를 올려서 펌프의 수두를 감소시켜 전력 절감과 효율적인 관리
- (5) 현재 1처리장 등에 산재되어 있는 **220V**전원의 모터 및 기기는 장기적인 계획을 수립하여 **380V** 또는 고압모터로 교체하여 불필요한 전력 배송손실을 줄임
- (6) 슬러지 건조설비는 현재 바이오가스과 도시가스 겸용으로 사용하고 있으나 **2006**년에 도시가스 사용액로 **12**억원 이상이 지불되었다. 건조설비의 개선을 통해 바이오가스 전용 설비로 교체하고 바이오가스만으로 사용하도록 개선하여 연간 **21**억원의 비용을 절감할 수 있다. (**2007**년 업무개선사업으로 시행 중)
- (7) 건조 배기열을 열교환기를 통해 회수하여 소화조 가온 열원 또는 센터의 온수 공급용으로 사용(**2007**년도 업무개선 사업으로 시행 중)
- (8) 고도처리설비의 시운전으로 현재 센터의 전력사용량 평균 **2,500kW**이상 증가했고 계속 증가하고 있다. 고도설비시설에 대한 현황파악과 운전설비에 대한 최적화로 전력사용량 조정
- (9) 자율절전 및 최대부하전력 등 전력요금 제도를 이용한 대응방안 수립 적용
- (10) 신재생에너지와 관련하여 태양열발전 및 바이오가스를 이용한 연료전지 적용 방안 검토
- (11) 장기적인 방안으로 포기조 송풍기 및 소화조 교반 송풍기와 같이 연중 무휴로 운전하는 장비는 고효율 기기를 적용. **2** 장단기 계획 수립 적용
- (12) 현재 설치되어 있는 발전기는 경유와 바이오가스 겸용으로서 내구연한이 경과하고, 연료비의 증가와 효율저하로 운영 시 경제성이 없다. 현재의 설비는 폐기하고 잉여바이오 가스 증가할 경우 소화가스 열병합 발전기의 적용 검토가 필요하다.

5. 개선 방안 적용 우선순위

순 위	공정(설비)	개선내용	적용 방안	비 고
즉시 실시	송풍기	3. 흡입온도 강하	송풍기 흡입 구조 개선/단열/환기	
	전 력	7. 자율절전	현재 실시중	
	전 력	8. 저압 변압기 승압	2008년도 예산 반영	
	전 력	10. 고효율 모터로 교체	노후시설 개량 시 적용	
	보일러	11. 공기비 조절	즉시 실시	
	소화조	12. 슬러지 열교환 배관 단열	즉시 실시	
	슬러지 건조	14. LNG 전량 소화가스 대체	센터 [업무 개선사업] 선정 시행 중	
단기 추진	송풍기	1. 송풍기동 단계별 개선 대책	하수처리과 종합 개선안 수립중	
	바이오 가스	2. 바이오 가스 효율적 이용방안	우선순위 (1)가온보일러 (2)건조설비 (3) 향후 잉여 바이오가스 발생시 -소화가스 전용발전기 (4) 연료전지	
	송풍기	4. 유량계 변경으로 압손실 저감	유량계 변경	
	펌프	5. 수두 감소	자동제어 검토(대수제어)	
	소화조	6. 교반송풍기 교체	노후설비 교체 시 반영	
	슬러지 건조	15. 건조시설 배기열 회수	센터 [업무 개선사업] 선정 시행 사업	
장기 추진	전 력	9. 소화가스전용 열병합 발전기 신설	잉여바이오 가스 발생시 검토	
	소화조	13. 슬러지 배열 회수	향후 발전기 및 연료전지 적용시 검토	

6. 중량 물재생센터 에너지절감 실적 및 계획

항 목	내 용	절감 실적	비 고
슬러지 건조 바이오가스 적용	도시가스를 일부 바이오가스로 대체	연간 7.85억원 (2006년도)	
대기오염 배출저감장치 및 배기열 회수설비 적용(2006년도 업무개선 사업)	(1) 슬러지 건조설비 (2) 가온보일러	(1) 577Mcal/h (1) 675Mcal/h 2.72억원/년	배기가스 개선 폐열회수
소화조 관리 및 농축설비 개선	관리온도 개선과 농축효율 개선으로 바이오가스 발생량 증가	2006년 대비 20%이상 바이오가스 발생량 증가	
자율 절전 실시	한전 전기요금 체계에 맞춘 전력비용 절감	2006년도 33백만원 절감	
최대전력수요 관리	자양중계펌프장	84kW 절감(6.1백만원)	
슬러지 건조 연료 전량 바이오가스 대체	년 12억원이상의 도시가스 비용 절감		2007년 사업
건조시설 배기열 회수	건조시 발생하는 배기열 회수, 소화조 및 온수공급	21억원 절감 예상	2007년 사업
소화조 배출슬러지 배열회수	회수된 열로 유입슬러지 가온 a 가온 부하 절감		바이오가스 수요처 확보시 적용

3. 사업장별 현황

1. 침사지
2. 유입펌프동
3. 최초침전지
4. 포기조
5. 최종침전지
6. 농축조
7. 소화조
8. 탈수기
9. 보일러동
10. 용수공급동
11. 방류펌프동
12. 동부위생처리장
13. 자양중계펌프장
14. 슬러지 건조시설
15. 발전기동
16. 전기설비

시설명	처리장별	단위	규모	계	처리장별				위생 처리장
					1처리장	2처리장	3처리장	4처리장	
침 사 지		지	(12,383㎡)	24	7	2	12	3	
유 입 펌 프		대	모타펌프 29대(8,650Hp) 엔진펌프 4대(5,400Hp)	33	8	6	14	5	
최 초 침 전 지		지	(174,787㎡)	96	8	8	64	16	
포 기 조		지	(404,821㎡)	89	9		64	16	
최 종 침 전 지		지	(238,355㎡)	90	10		64	16	
염 소 접 촉 지		지	(15,510㎡)	8	2	2	4		
방 류 펌 프		대	모타펌프 3대(1,800Hp) 엔진펌프 9대(8,450Hp)	12	6		6		
증 양 제 어 설 비		개 소		4	1		1	1	1
오 니 소 화 조		조	(174,942㎡)	24		10	14		
농 축 조		조	(14,522㎡)	12	4		6		2
원 심 농 축 기		대	(60㎡/HR)	9			9		
발 전 기		대	(7,883Kw)	9	2	3	3		1
보 일 러		대	(28.8톤)	13		4	8		1
가 스 저 장 조		조	(26,500㎡)	4		1	3		
탈 황 탑		조	(3,000㎡/HR × 2탑1조)	6		2	4		
탈 취 상		상	(2,590㎡)	4	1	1	2		
오니탈수 설비	원심탈수기	대	(900kg. DS/H)	8		2	6		
	벨트프레스	대	(450kg. DS/H)	18			18		
변전 설비	154Kv(변압기)	대	(33,000Kw)	3			3		
	22.9Kv(변압기)	대	(18,000Kw)	3		3			
수 전 설 비		대	(154KV 33,000KVA)	1			1		
협잡물종합처리기		대	100KI/H	6					6
		대	50KI/H	1					1

1처리장은 우수처리시설로 전용 예정 / 2처리장은 고도처리 공사 중

1. 침사지

1) 시설현황

침사지는 유입하수 등에 포함된 **Grit**를 사전에 제거하여 수처리공정과 슬러지처리공정에서 발생할 수 있는 침사조의 퇴적에 의한 **Dead space**의 발생, 펌프시설의 마모, 펌핑 효율 감소 및 배관 막힘 등을 사전에 예방하고 있다.

항 목	단위	처리장							
		#1		#2		#3		#4	
		수량	규격	수량	규격	수량	규격	수량	규격
침사지	지	7	W6.47 × L7.72 × H4.89(3) W5 × L20 × H3.6(4)	2	W5 × L35 × H4.8 3	12	W4 × L25 × H5.8	3	W4 × L25 × H5
유효 표면적	m ²	430		350		1,200		300	
비 고		우수처리장 전환 예정		고도처리 공사 진행					

2) 운전 현황

유입유량에 따라 침사지 지수를 조정하고 인양기를 주기적으로 가동하며, 우기시 다량의 침사물 유입에 따라 침사지수를 증가하여 적절하게 운전하고 있다.

제거된 침사물과 협잡물은 옥외 야적장에서 건조하여 김포매립지 이송처분.

세목스크린의 가동은 타이머에 의한 자동운전 또는 주기적인 수동운전을 병행하여 실시하며 조목스크린에 걸린 협잡물은 비주기적으로 수동으로 제거한다.

3) 문제점

1, 2처리장은 현재 고도처리공사에 따라 3, 4 처리장을 중점 점검, 3처리장의 침사제거기는 V-Bucket Conveyor Type으로 설치되어 있으며 타 처리장에 비해 침사지로 유입되는 침사량이 많아 Bucket 이동 시 체인의 부하증가 및 체인 롤러의 마모로 인해 체인간의 불균형에 의해 Sprocket에서 자주 이탈되는 현상이 발생하고 가동하지 않는 침사제거기의 경우 부식 등이 발생할 우려가 있다.

3처리장 침사지 주요설비의 경우 내구연한(15년)을 경과하였다.

처리장시 설물코드	형식	용도구분	규격	수량	제조년월일	제조회사	내구 연한
3처리장 침사지	로프주행	각목 제거	5HP, 100mm, W3m	4	1987-01-01	현대정공	
	건식	협잡물 제거	3HP, 2.64 m ³ /min	14	1987-07-01	현대정공	15
	V- BUCKET 식	침사 제거	5HP, W4m*L23.5m*H6.1m	12	1987-07-01	현대정공	
		침사 이송	W1300*H210, W1200*H300, W600*H220	8	1987-07-01	현대정공	

4) 개선 방안

주기적인 점검과 노후 및 내구연한 경과 설비에 대한 평가 및 교체 작업 진행

2. 유입펌프동

1) 시설현황

유입펌프는 침사지를 거쳐 유입된 하수를 펌핑하여 위치수두를 확보하고 수처리공정으로 자연유하에 의해 분배하도록 하는 설비이다.

항 목	형식	용도구분	규격	용량 (kW)	수량	제조년월	제조회사	내구 연한
1처리장	입축 볼류 트펌프	유입수	65.8 m ³ /minxH11mxø600	150	2		미국 Worthington	
			65.4 m ³ /minx H11m xø600	150	4			
			65.4 m ³ /minxH11mxø600	175	2		효성중공업 2대	
2처리장	입축사류용	비상용	50 m ³ /minx9.5mxø600	120	2	1978- 08	이천전기	
	스크류	유입수	85 m ³ /minxH7.2mxø1500	185	4	1978- 01	영국 SH사	
3처리장	입축사류	유입수	100 m ³ /minxHx11mxø900	250	6	1987- 02	효성	10
	입축사류	유입수	115 m ³ /minxH11mxø900	300	4	1989- 09	효성	10
	엔진펌프	우수용	370 m ³ /minxH10.5mxø900	1,350HP	4	1987- 01	쌍용	12
4처리장	입형사류	유입수	110 m ³ /minxH11mxø900	280	3	1996- 04	(주)보양 ENG	
		우수용	155 m ³ /minxH10mxø1,200	355	2	1996- 04	(주)보양 ENG	
합 계					33			

2) 운전 현황

유입펌프의 운전은 수동운전을 실시하고 있으며 평상시에는 1처리장 3대, 3처리장 7~8대, 4처리장은 2대를 가동하고 있다. 강우로 인해 수위가 상승할 경우 3처리장의 엔진펌프를 가동하고 DO농도를 확인하며 운영을 하고 있다.

아래의 그래프는 3처리장의 운전 현황을 분석한 것이다.

펌프의 운전대수는 유입지의 수위에 의해 수동제어를 하고 있으며 운전수에 따른 유량은 평균 $56.2 \text{ m}^3/\text{min}$ 으로 제품사양의 $100\sim 110 \text{ m}^3/\text{min}$ 의 $1/2$ 정도 나타나고 있다. 운전대수가 증가할수록 유입원 단가가 증가하는 것으로 분석된다.

3) 문제점

펌프의 대수제어는 현재 유입수의 수위에 따라 수동으로 대수제어를 하고 있고 집수정 수위는 5m로 운전을 하고 있다. 펌프의 경우 유입수의 수위를 상승 운전하는 경우 펌프의 수두 감소로 인해 펌핑 유량이 증가하고 펌핑 원단가가 감소하는 효과를 얻을 수 있으나 현재와 같이 5m이상으로 상승하여 운전할 경우 강우 등에 의해 비상상황 발생시 대체능력이 떨어져 침수 위험이 있다.

펌프 토출배관부의 유압실린더에 의해 작동되는 체크밸브가 부착되어 펌프 ON/OFF시 작동을 하고 있다. à 펌프가동 정지 시 수격에 의한 배관 손상 및 100% 폐쇄가 안 될 경우 역류하는 현상이 발생할 수 있다. (정기적인 점검 필요)

4) 개선방안

- (1) 집수정 수위를 6m로 상향하여 관리 (개선사항 5번 참조)
 - à 펌프수두 감소에 따른 펌프유량 증가 및 운전 원단위 감소 효과
(강우 등 비상시 고려 검토 필요)
 - à 오히려시설에서의 소화조 농축조, 탈수기의 반류수 수두차이에 의해 유입지장 초래
(최초침전지로의 유입검토 등 시설개량이 요구됨.)
- (2) 장기적인 계획으로 자동제어 운전 적용(대수제어)
집수정 수위에 따른 자동제어 적용을 통해 전력에너지 절감 효과
- (3) 엔진 펌프의 운영 : 하절기 최대전력수요 관리 및 자율절전 제도를 이용할 경우 활용
- (4) 장기적인 계획으로 내구연한 경과 설비를 고효율 제품으로 교체

3. 최초침전지

1) 시설현황

최초침전지는 유입된 하수 중에 포함된 고형물을 중력침강에 의해 제거하여 후속공정인 포기조 등에 유입 부하량을 감소시켜 수처리효율 향상과 동력절감을 도모하고 유입 하수중에 포함된 유지류등 비중이 가벼운 물질을 제거하여 계측기의 손상 및 오동작을 방지한다.

최초침전지에서의 체류시간은 1.8~2.5시간이다.

처리장	기계장비코드	용량	수량	제조년도	용도구분
3처리장 최초침전지	유량계(초음파)	0~300m ³ /mi n	8	1987	유입 유량
	유량계(전자식)	0~7m ³ /mi n	3	1996	생오니 유량
	유량계	0~7m ³ /mi n	1	2003	생오니 유량
	스컴스키머	1. 16 m ³ /mi n, 1HP	64		스컴 제거
	펌 프	30HP, 3. 5 m ³ /mi n	32		잉여오니이송
	펌 프	40HP, 13 m ³ /mi n	32		반송오니이송
	슬러지수집기	18500W*70000L*3500M	32		슬러지 흡입
	소포수펌프	펌프: ø 125* ø 100*2. 8m ³ /분*3대	12	1999	소포수 공급
	슬러지수집기	3HP, W4. 3m*L50m*H3m	64	1987	슬러지 수집
	생오니펌프	30HP, 2. 4 m ³ /mi n, 14m	36	1992	생오니이송
4처리장 최초침전지	스컴스키머	500ø*4000L*1.5KW	16	1997- 02- 01	스컴 제거
	밸브	ø200*0.75KW	32	1996- 04- 01	슬러지 흡입
	슬러지수집기	W34.8*1.2m/min*5HP	16	1996- 03- 01	
	스토퍼	40HP*2.0m/min*33MH(30KW)	8	1996- 02- 01	
	슬러지수집기	W18.5xL7xD3.5x1HP	8	1996- 10- 01	
	펌프	40HPx13CMMxø300x8M	8	1996- 08- 01	오니이송

2) 운전 현황

최초침전지의 오니이송펌프가 3처리장의 경우 30Hp 32대, 40Hp 32대가 설치되어있고 4처리장의 경우 40Hp 펌프가 8개 설치되어 있다. 생슬러지 인발시 계통에 따라 침전지의 잉여슬러지 인발 시간과 반송 오니펌핑 시간이 중복되지 않게 순서에 따라 운전을 하고 있다.

3처리장의 경우 하루 10회(1.5시간)의 운전을 하고 4처리장의 경우 하루 6회(64분) 운전을 하며 운전시간은 슬러지 인발량에 따라 조정된다.

아래의 표는 3,4처리장의 오니이송펌프의 연간 소비전력을 사양과 운전시간을 기초로 산출한 것이다. 연간 소비전력이 9,724 (MWh/년)로서 전체 전력사용량의 8.3%를 차지하고 있다. (1처리장과 고도처리장 포함 시 11%이상)

구 분	수량	일간운전회수	운전시간(h)	총운전시간(h)	정격전력(kW)	소비전력(kWh/일)	연간소비전력(MWh/년)
3처리장 생오니이송펌프	32	10	1.5	480	22.5	10,800	3,942
	32	10	1.5	480	30	14,400	5,256
4처리장 생오니이송펌프	8	6	1	48	30	1,440	526
합 계							9,724

3) 문제점

처리장 별 최초침전지의 생슬러지 인발은 타이머에 의해 각 지별로 순차적으로 진행이 되고 있어 슬러지 계면이 상이한 경우 농도가 낮게 인발 될 경우 생슬러지 유량이 증가하게 된다. 이 경우 농축조로 이송하면 농축조의 처리용량을 초과하고 과부하로 인해 농축조의 효율저하와 수질악화가 발생한다.

오니반송 펌프의 경우 유량과 양정측정을 할 수 없어 효율측정이 어렵다. 전체 전력의 10%이상을 반송펌프가 소비하는 만큼 정기적인 점검과 관리가 필요하다. 펌프 및 모터가 87년도 설치된 설비가 많아 노후 및 유지비 증가

4) 개선방안

- (1) 각지로 유입되는 부하량이 상이하므로 생슬러지의 농도와 침전지 슬러지 계면이 다르므로 타이머에 의한 유량제어 운전으로는 처리수질의 안정이 어렵다. 생슬러지 인발을 농도와 유량제어가 동시에 가능한 자동운전 시스템 적용 검토
- (2) 생슬러지 인발의 자동운전을 위해 생슬러지 인발농도가 낮아지면 해당지역의 인발을 종료하고 다음지로 옮기거나 인발펌프를 정지시키기 위한 농도 하한가를 설정하여 운영한다.
- (3) 펌프의 동시운전 대수를 최소화 하는 운전스케줄의 수립과 제어방안 적용
- (4) 고효율 모터 및 펌프로 대체 (개선사항 10번 참조)

4. 포기조

1) 시설현황

포기조는 최초침전지를 통과한 하수중의 Colloid성 및 용해성 유기물이 미생물에 의해 흡착되어 생물학적으로 제거되는 공정으로 하수처리 단위공정 중 핵심이 되는 시설이다. 포기조에서 증식된 미생물은 최종침전지에서 고,액 분리하게 되며 포기조에서의 처리효율은 유입수의 성상과 운영인자에 의해 결정된다.

포기조의 경우 가장 중요한 인자는 포기조의 송풍유량이다. 포기조의 송풍기는 물재생센터 전기에너지의 50%이상을 점유하고 있어 송풍기의 관리와 유량제어가 중요하다.

현재 설치되어 있는 포기용 송풍기는 총 34대로 1처리장 9대, 고도처리장 12대, 3처리장 10대, 4처리장 3대가 설치되어 운영 중에 있다.

장비		형식	용도구분	규격	수량	소비전력(kW)	제조년월	제조회사	내구연한
1처리장	송풍기	루츠	급기	334 m ³ /minx6500mmAq	7	375	1975- 05	미국 드레사	20
	송풍기	루츠	급기	220 m ³ /minx6500mmAq	2	225	1975- 05	미국 드레사	20
3처리장	송풍기	다단터보	급기	440 m ³ /minx6500mmAq	10	580		에바라,서원풍력	
4처리장	송풍기	다단터보	급기	450 m ³ /minx6500mmAq	3	585	1996- 11	범양냉방(주)	
고도처리	송풍기	고속터보송풍기	급기	100 m ³ /minx11000mmAq	10	200	2006	한국터보	
	송풍기	고속터보송풍기	급기		2	56	2006	뉴로스	

2) 운전 현황

- Ⅰ 포기조 송풍기는 2006년 6월 기준으로 3처리장은 8대, 4처리장은 2대, 고도처리시설은 8대가 운전이 되고 있다.
- Ⅰ 포기조 송풍기의 현재 운전현황을 근거로 송풍기의 소비전력을 산출하면 전체 총전력 사용량이 월간 5,502MWh로 2007년6월 기준으로 전체소비전력의 57%를 차지한다. 연간기준으로 송풍기 전체의 소비전력비는 41.5억원으로 추정된다.
- Ⅰ 송풍기의 운전전력부하는 총 7,628kW로 2007년6월 최대전력부하 18,475kW의 41%를 차지한다.

함 목	설치대수	운전대수	운전시간(h)	총운전시간(h)	정격전력(kW)	부하율	소비전력(kWh/일)	월간소비전력(MWh/년)	연간소비전력(MWh/년)	비 고
1처리장	7	2	24	48	375	85%	15,300	459	5,585	
	3	2	24	48	225	85%	18,156	285	3,351	
3처리장	10	8	24	192	580	85%	94,656	2,840	34,549	
4처리장	3	2	24	48	585	85%	23,868	716	8,712	
고도처리	10	8	24	192	225	90%	38,880	1,166	14,191	
	2	1	24	24	56	90%	1,210	36	442	
합 계	35						83,094	5,502	66,830	

2007년 6월 전력 사용량 : 11,804MWh

3) 문제점 및 개선사항

가. 제 1처리장

(1) 문제점

현재 설치되어 있는 송풍기는 루츠(**Roots**) 송풍기로서 효율이 낮고(**50%** 이하) 소음과 진동이 크며 장기간 사용으로 인한(내구연한 경과) 부품의 마모가 심해 고장이 자주 발생하고 있다. 송풍기의 경우 연중무휴로 운전을 하는 장비이기 때문에 고효율 기기의 적용 시 에너지절감 효과가 크다.

포기조 1수로가 3지로 되어있으나 공기이송 배열이 전후단으로 되어있지 않고 병렬로 배치, 양쪽으로 공기가 투입되고 있어 공기량 조절이 어렵다.

(2) 개선대책

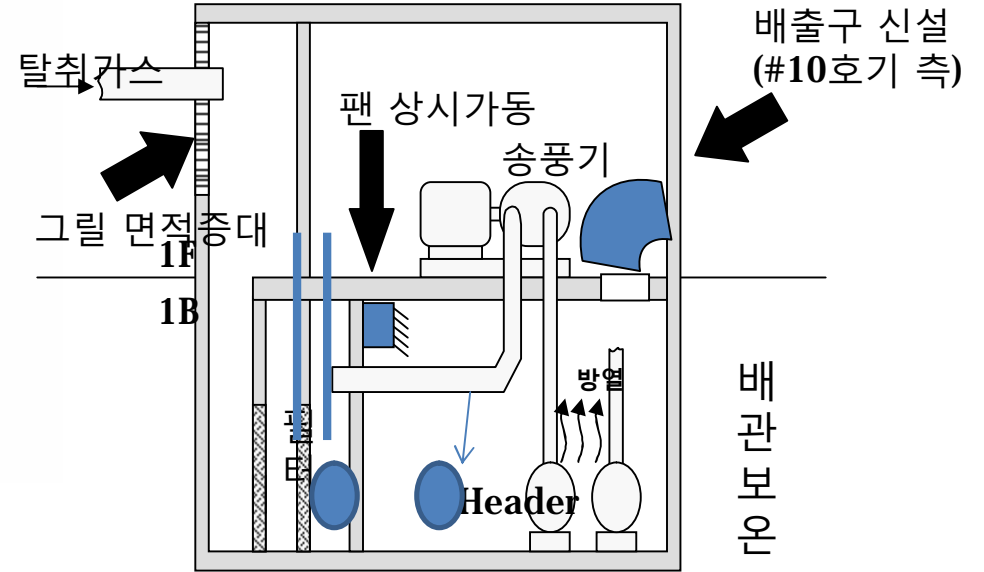
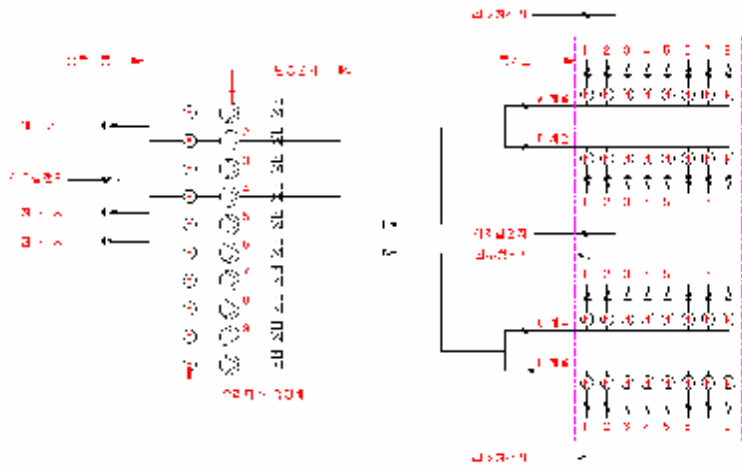
- è 2007년 7월 현재 1처리장 우수처리장으로 전환하여 설비 가동을 하고 있지 않음.
- è 개선 사항 제외

나. 제 3처리장

(1) 문제점

- Ⅰ 흡입구보다는 지하 토출배관실 공기 유입으로 흡입공기 온도가 높아 송풍효율 저하
- Ⅰ 오리피스형 유량계 적용으로 압력손실 발생
- Ⅰ DO 센서의 고장으로 측정에 의한 유량관리로 부하변동에 따른 비례제어가 되지 않음
- Ⅰ 내구연한 경과 및 고도처리시설 증설에 따른 송풍용량 증가 방안 수립 필요.
- Ⅰ 운전중인 송풍기의 효율은 평균 80%로 양호, 5호기와 8호기의 경우 효율이 69%와 73.8%로 다른 기기에 비해 효율이 낮음
- Ⅰ 계열별 유입 부하량 균등 분배 어렵고 계열별 처리 효율이 다르게 나타남.

구분	송풍량 (CMM)	흡입압력 (mmAq)	토출압력 (mmAq)	전압 (V)	전류 (A)	역률 (PF)	소비전력 (Kw)	효율
1호기	424.0	-190	5,600	6,600	49.3	86%	494.6	81.1%
2호기	439.7	-190	5,600	6,600	50.1	87%	505.7	82.3%
3호기								
4호기	440.0	-215	5,600	6,600	50.5	86%	508.5	82.2%
5호기	391.7	-205	5,600	6,600	50.2	86%	503.4	73.8%
6호기	409.7	-210	5,600	6,620	47.7	87%	481.9	80.7%
7호기	422.7	-240	5,600	6,620	47.4	89%	492.2	81.9%
8호기	441.3	-270	5,600	6,620	49.3	86%	493.0	85.9%
9호기	385.3	-230	5,500	6,620	51.9	86%	521.3	69.2%
10호기								
소 계	3,354						4,001	
평균	419.3	-219	5587.5	5806.5	49.55	87%	500.1	80%



(2) 개선대책

- Ⅰ 송풍기 흡입공기온도 저하를 위해 흡입그릴의 면적을 증대하고 송풍기 토출배관 보온과 배관실 환기 및 배관실로부터 공기유입 방지 방안 적용 (개선사항 3번 참조)
- Ⅰ 현재 작동을 하지 않고 정압손실이 큰 오리피스형 유량계를 무정압손실 유량계인 평균피토투브형이나 열질량형 유량계로 교체 (개선사항 4번 참조)
- Ⅰ 부하에 따른 비례제어방안 적용(인버터 또는 대수제어)을 통한 최적유량 송풍
- Ⅰ 단계적으로 내구연한 경과 설비를 고효율 고속터보송풍기 또는 인버터 적용
- Ⅰ 고도처리설비보완에 따른 송풍량 증가로 설비 보완 시 고속터보송풍기 적용
- Ⅰ 서울시에서 물재생센터에 대한 송풍기 개선 사업 추진 중

다. 제 4처리장

(1) 운전 현황

- Ⅰ 4처리장의 포기조 깊이는 11m
- Ⅰ 송풍기 정압은 6,500mmAq로 산기관이 수면 5m 밑에 설치되어 포기된 공기가 교반되어 전체 포기조의 포기 효과를 얻음.

라. 고도처리설비

(1) 운전 현황

- Ⅰ 2007년 8월 준공예정으로 3월부터 시운전 중
- Ⅰ 중앙제어동 지하에 2대의 75Hp급 고속터보 송풍기와 포기조 상부에 10대의 고속터보 송풍기가 설치되어 각각 1대, 8대가 운전 중임.
- Ⅰ 송풍기에 유량계와 회전수 제어장치(인버터)가 내장되어 있는 제품임.
- Ⅰ 포기조용 송풍기는 정압 11,000mmAq로 운전 중 ㉞ 운전 정압 확인 필요
- Ⅰ 송풍기 토출측 배관에 오리피스 타입 유량계 설치되어 있음.

(2) 보완 사항

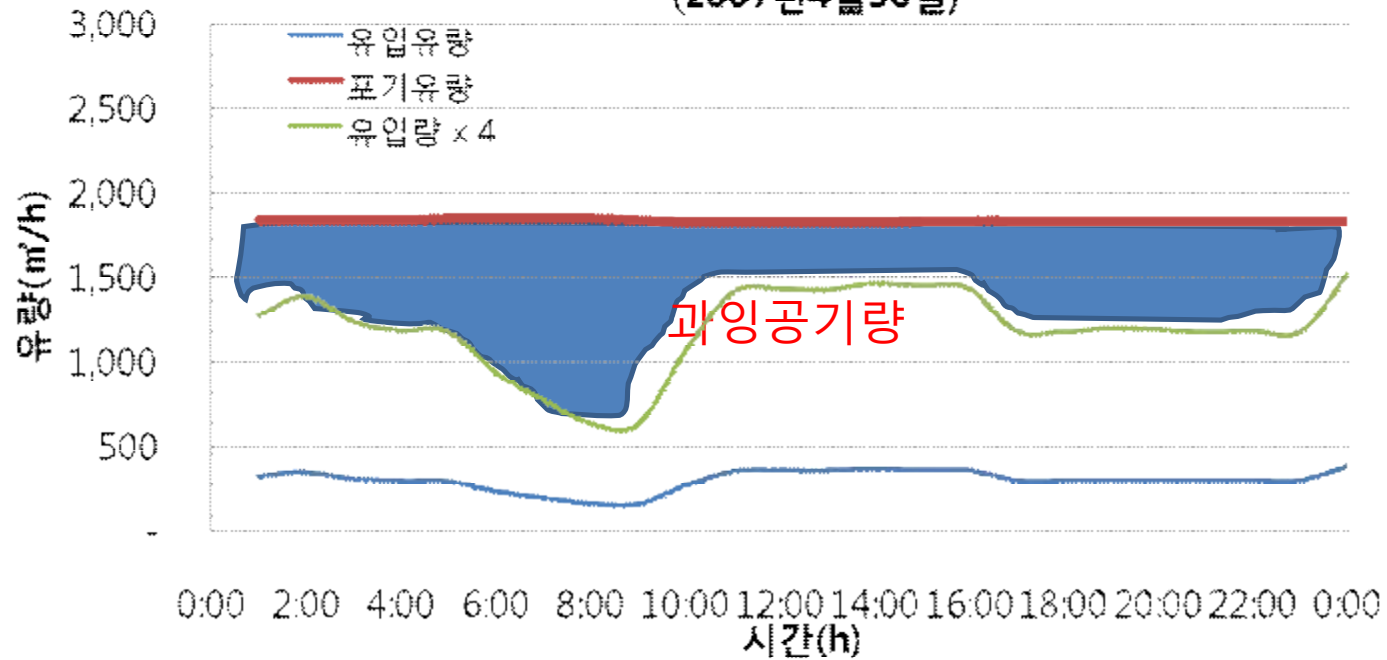
- Ⅰ 송풍유량 및 정압 확인 ㉞ 정압 조정(소비전력과 직접 관련/송풍기 유량/정압 조정 가능)
- Ⅰ 송풍기 토출측 유량계 무정압손실형으로 교체

4) 단계별 개선방안

단 계	개 선 방 안		적 용 효 과
1단계	송풍기동 유입공기 개선 • 급기 온도 저감 • 흡입 유로 구조 개선		• 흡입공기 유량 증가 • 송풍기 효율 증가 • 소비전력 저감
2단계	(1) 흡입측 유량계 철거 (2) 무정압손실 유량계로 대체		• 풍압손실 저감 • 송풍기 풍량 증가(4.8%) • 송풍기 1대 0ff가능
3단계	(1) 고압인버터 적용	(2) 저압인버터 내장 송풍기 도입	• 댐퍼제어 손실 감소 • 최적풍량 가변 공급
	§ 내구연한 경과설비 대체시 추가투자 발생 § 인버터 투자비 큼	• 별도의 탈취설비 필요 • 저소음/저진동 • 설치면적 적음	
4단계	풍량 제어 방안 정립(비례제어) (1) DO 추종 풍량 제어 (2) 유입유량 추종 풍량제어		• 과풍량 억제 • 소비전력 저감
부가효과	• 최적 송풍량 제어 • 댐퍼 및 유량계 손실 저감 • 노후설비 대체 효과		

하수 유입량과 포기량 비교

(2007년4월30일)



Ⅰ 송풍기의 포기량을 하수유입량의 4배로 비례제어 할 경우에 그림에서 색칠한 부분이 과잉공기량으로 산출된다.

Ⅰ 공기량의 제어는 송풍기 **ON/OFF**에 의한 대수제어와 송풍기의 회전수를 조절하여 풍량을 제어하는 방안이 있다.

5. 최종 침전지

1) 시설현황

최종침전지는 포기조에서 생성된 활성슬러지 혼합액은 고/액 분리하기 위한 시설로 침전지 상부웨어를 통해 넘어가는 처리수는 염소소독조로 이송되고, 침전된 활성슬러지는 포기조로 반송되며, 일부 잉여슬러지는 슬러지 처리공정으로 인발되어 농축, 소화, 탈수과정을 거쳐 최종 폐기된다.

처리장시 설물코드	기계장비코 드	형식	용도구분	규격	수량	제조년월일	제조회사	내구 연한
1처리장	펌프		기존반송오 니이송	60HP*400 ϕ *21 m ³ /분*11M	3	1976-01-01	미국	
	펌프		오니이송	30HP*250 ϕ *10 m ³ /분*7M	1	1999-11-01	신신펌프사	
	펌프		증설반송오 니이송	20HP*150 ϕ *5 m ³ /분*10M	8		현대중전기(주)	
	펌프		기존잉여오 니이송	20HP* ϕ 300*8 m ³ /분*6.1m	1		미국 Worthington	
	펌프		증설잉여오 니이송	3.7kw*0.6 m ³ /분*16m	8		현대중전기(주)	
	펌프		원수취수	30HP* ϕ 150*2.5cmm*28m	1	1990-05-01	신신기계(주)	
	펌프		역세척용	50HP* ϕ 250*8cmm*17m	1	1990-06-01	현대중전기(주)	
	역세송풍기	로터리	역세척용	40HP* ϕ 100*10cmm*7600mm Aq	1	1990-05-01		
	공기압축기		기타	3HP*160 ℓ /분*10KG/cm ²	2		효성중공업(주)	
	펌프		세정수공급	15HP*0.5cmm*40m	1	1990-05-01	현대중전기(주)	

처리장시 설물코드	기계장비코드	형식	용도구분	규격	수량	제조년월	제조회사	내구 연한
3처리장	펌프	스크류	잉여오니이송	30HP, 3.5 m ³ /min	32		신신기공	10
	펌프	스크류	반송오니이송	40HP, 13 m ³ /min	32		신신기공	10
	슬러지수집기	역사이편 주행식	슬러지 흡입	18500W*70000L*3500M	32		현대정공	17
	소포수펌프		소포수 공급	펌프:ø125*ø100*2.8m ³ / 분*3대	12	1999- 06	동광기전	
	유량계	초음파식	유입 유량	0~ 300m ³ /min	1	2005- 02	니버스	
	유량계	초음파식	유입 유량	0~ 300m ³ /min	7	1987- 01	동경계기	
	유량계	전자식	생오니 유량	0~ 7m ³ /min	4	1987- 01	도시바	
	스컴스키머	전동식 파이 프	스컴 제거	1.16 m ³ /min, 1HP	64		현대정공	13
	슬러지수집기	더블체인 플 라이트	슬러지 수집	3HP, W4.3m*L50m*H3m	64	1987- 01	현대정공	10

2) 운전 현황

Ⅰ 반송슬러지 펌프는 3처리장의 경우 최종침전지 4지당 2대씩 설치되어 대당 13m³/min을 이송할 수 있도록 되어있으나 대당 반송슬러지량이 10 m³/min로 인발되고 있어 예비기 없이 2대를 모두 가동하고 있다.

Ⅰ 예비기 없이 운전하고 있어 펌프 고장 시에는 반송 슬러지량이 감소하여 처리에 어려움이 있다.

Ⅰ 3처리장에만 반송오니펌프가 30Hp, 40Hp급이 각각 32대 설치되어 있고 24시간 운전할 경우 연간 9,724kW의 전력을 소비하여 전체 전력사용량의 8.3%를 차지한다.

Ⅰ 각처리장의 반송 및 잉여오니량은 운전시간과 운전용량으로 산출한다.

Ⅰ 각 지별로 오니유량계가 설치되어 중앙제어실에서 관리된다.

	설비명	수량	운전시간 (h)	총운전시간 (h)	정격전력 (kW)	소비전력 (kWh/일)	년간소비전력 (MWh/년)	비 고
3처리장	잉여오니펌프	32	24	768	22.5	17,280	6,307	
	반송오니펌프	32	24	480	30	14,400	5,256	
합 계							9,724	8.3%

3) 문제점

- Ⅰ 3처리장의 반송오니 펌프는 예비기 없이 전량 운전이 되고 있다.
- Ⅰ 펌프 고장 시에는 예비기가 없어 슬러지 처리가 어렵고, 펌프의 효율이 저하되는 경우 유량대비 동력이 상승하여 전력소모가 증가함
- Ⅰ 장기간 상시운전에 의한 펌프의 임펠러 마모 및 케이싱의 마모 발생에 성능 및 효율 저하로 전력 손실 증대
- Ⅰ 펌프 및 모터 노후로 효율저하 및 유지비 증가

4) 개선방안

- Ⅰ 각 지별로 예비용 반송설비를 1대씩 추가하여 교대운전 실시
- Ⅰ 주기적인 정기점검 실시 및 유량 및 전력이 현저하게 떨어진 펌프는 내부분해 점검을 통해 수리 및 임펠러 및 케이싱을 교체하거나 펌프전체를 교체
- Ⅰ 배관의 노후와 스케일 부착에 의해 펌프 효율이 저하되므로 배관의 정기적인 점검과 보수, 교체를 통한 관리 실시
- Ⅰ 중단기 계획으로 고효율 모터 및 펌프로 교체 (개선사항 10항 참조)

6. 농축조

1) 시설현황

- Ⅰ 농축조는 각 침전지에서 인발되는 생슬러지와 잉여슬러지를 중력농축을 통해 고형물농도를 높여 소화조의 시설용량을 감소시키고 슬러지 처리효율을 상승시키는 시설이다. 최초 및 최종침전지에서 인발된 생슬러지와 잉여슬러지를 농축분배조에서 혼합된 후 농축조로 유입된다.
- Ⅰ 원심농축기는 2002~3년에 9대가 설치되어 원심력에 의해 슬러지의 농축효율이 향상되었다.
- Ⅰ 2007년 3월에 기계식농축기 2대를 추가 설치하여 운전하고 있다.

처리장시설물	기계장비코드	용량	내구연한	제조회사	제조년월일	수량	용도구분
농축조	펌프	0.7 m ³ /min		주영펌프	2005.09	4	오니공급
	펌프	1.2 m ³ /min		효성	2001.06	8	냉각수 공급
	협잡물제거기	300 m ³ /h	10년	원진기계	1999	4	협잡물분리
	협잡물제거기	350 m ³ /h	10년	진아기계	2001.11	3	협잡물분리
	슬러지수집기	1356 m ³	10년	스미토모	1987	6	스컴파쇄
원심농축기동	원심농축기	60 m ³ /h	10년	센트리립스	2002.06	6	슬러지농축
	원심농축기	60 m ³ /h	10년	로알정공	2003.12	3	슬러지농축
	기계식 농축기	60 m ³ /h	10년	센트리립스	2007.03	2	생오니 농축

2) 운전 현황

- Ⅰ 하수처리과정에서 농축조는 수처리와 오니처리의 경계로서 하수처리공정에서 직 간접적으로 농축조의 영향을 받게 되므로 농축조를 효율적으로 관리하는 것이 중요하다.
- Ⅰ 하수처리과정에서 농축조의 고형물 회수율에 따라 처리공정의 유입부로 반류되는 반류수질의 농도가 증감되어 처리수질에 큰 영향을 미치고 있다.
- Ⅰ 원심농축기는 전량 인버터가 적용되어 운전되고 있다.

원심농축기 운전현황 (2007. 5. 14)

NO.	인버터 제어 (Hz)	소비전류 (A)	회전수 (RPM)
1호기	-	-	-
2호기	-	-	-
3호기	33.75	43.1	1,012
4호기	37.76	46.5	1,133
5호기	30.27	36	908
6호기	34.53	35.6	1,036
7호기	58.5	15	1,870
8호기	-	-	-
9호기	55.94	11.3	1,678

3) 문제점

Ⅰ 하수처리과정에서 발생하는 반류수는 유입하수량의 1~2%로 적은 유량이지만 최초침전지 생하수의 SS부하에 미치는 영향은 정상 가동시 20~30% 이고 반류수 악순환시에는 200~300%에 이른다.

Ⅰ 수처리와 오니처리를 담당하는 부서별 또는 단위공정별로 이해관계가 다르다. 수처리과에서는 양호한 수질확보를 위해 슬러지 처리공정의 용량을 감안하지 않고 생슬러지 및 잉여슬러지를 발생하는 대로 농축조로 보내면 농축조의 용량을 초과하게 되고 고형물의 부하가 증가하여 농축효율이 저하되므로 유입되는 슬러지를 수처리공정으로 재순환하게 된다.

Ⅰ 종합적으로 판단할 때 농축조의 효율저하는 반류수의 수질악화로 이어지고 슬러지의 악순환으로 연속적인 비효율적인 기기운전과 처리수질의 악화를 초래한다.

Ⅰ 반류수에 의한 슬러지 악순환은 타 공정에 미치는 영향이 크므로 수처리과와 오니처리과의 협의에 의해 효율적인 운전방안 수립이 필요하다.

4) 효율적인 운전방안

Ⅰ 농축조 처리용량을 높이기 위해서는 투입되는 생슬러지와 잉여슬러지의 TS량을 최대한 높여 농축조 처리용량 이내로 투입하여야 한다. 특히 봄철에 생슬러지의 유량이 증가할 때 초침에서 슬러지가 적체되는 것을 우려하여 생슬러지 농도 설정치를 낮게하여 농축조로 많이 보내는 경향이 있는데 오히려 생슬러지 농도 설정치를 높이고 농축조의 처리용량 범위에서 고농도의 생슬러지를 보내는 것이 유지관리에서 유리하다.

Ⅰ 반류수가 악순환되기 전인 2월부터 각종 수질자료를 면밀히 분석하여 반류수질 농도가 상승하는지 여부를 판단하고 탈수슬러지량을 증가시키고 생슬러지 및 잉여슬러지 유량이 농축조 처리용량 이내에서 인발되도록 조정 관리한다.

Ⅰ 반류수가 악순환 될 때 반류수가 농축조에서 수처리계열로 반송되는 것 보다 소화조를 거쳐 탈수처리 되는 것이 수질향상에 유익하다.

Ⅰ 농축조로 유입되는 초침과 종침의 슬러지 인발을 최대한 고농도로 적정량을 인발하기 위해서는 각 지별 슬러지 계면으로 주기적으로 측정하여 슬러지 계면을 균등하게 유지하도록 하고 각 공정별로 양보와 협조를 통해 종합적인 판단과 장기적인 안목으로 최적의 운전방법을 찾아 실천해야 한다.

5) 평 가

Ⅰ 2003년 이후 원심농축기의 설치로 농축용량의 증대되어 반류수 수질개선 및 소화조의 소화효율이 향상되어 바이오가스 발생량 증과 효과

Ⅰ 농축기의 인버터 적용을 통해 전력비용 절감 검토

7. 소화조

1) 시설현황

염기성 소화조는 하수처리과정에서 발생하는 생슬러지와 잉여슬러지에 함유된 유기성 고형물을 소화조내 혐기성균의 작용으로 가스화 또는 액화시켜 슬러지 탈수효과 상승과 함께 소화과정에서 발생하는 메탄가스(CH₄)를 생산하는 시설이다.

구 분	2 처리장	3처리장
형 식	혐기성 가온 단단 소화방식	혐기성 가온 2단 소화방식
규 격	D23m x H8.92m x 10조(소화조)	D29m x H15m x 14조
용 량	38,30m ³ x10 (38,300m ³)	9,903m ³ x 14 (138,709m ³)
가온방식	내부가온 방식(온수)	외부가온방식(온수)
교반방식	가스 교반	가스 교반

처리장 시설물	기계장비코드	용량	내구연한	제조회사	제조년월일	수량	용도구분
3처리장 소화조	교반기	11 m ³ /min	10년	대명엔텍	2006.10	7	가스교반
	교반기	φ 150*17psi/bar	10년	FLUDAIR	1994	14	가스교반
	펌프	180 m ³ /hr		주호산업	1997.09	12	오니공급
	펌프	2.8 m ³ /min		펌프텍코리아	2006.08	14	오니순환
	탱크	5,500m ³		현대중공업	1987	3	

2) 운전 현황

- Ⅰ 소화조에서의 바이오가스 발생량은 2006년 기준으로 17,762km³이 발생하였고 2처리장에서 4.2%, 3처리장에서 95.8%가 생산되었다.
- Ⅰ 소화조내의 균일한 온도유지와 유입슬러지와 혐기성 미생물의 접촉기회 확대, 슬러지의 퇴적방지등의 목적으로 소화조의 교반이 필요하다.
- Ⅰ 소화조의 교반은 24시간 연속으로 2조당 1대씩 운전하고 있으며 2006년도 조당 1대의 교반송풍기를 교체하여 운전하고 있다.
- Ⅰ 퇴적된 침사물 제거를 위한 소화조의 준설은 정기적으로 실시하고 있다.
- Ⅰ 소화조의 온도제어와 농축설비의 개선으로 2007년도의 바이오가스 발생량은 06년대비 20%이상 증가하였다.
- Ⅰ 발생된 바이오가스는 소화조 가온보일러와 슬러지건조 보일러에서 소비된다.
- Ⅰ 바이오가스의 조성은 메탄(55~65%), 탄산가스(25~35%), 수소(0~2%), 질소(0~6%) 황화수소(0.01~0.1%)로 구성되며 소화조에 이상이 있는 경우 메탄은 감소하고 탄산가스는 증가한다.

구분 월	년	바이오가스 발생량			바이오가스 사용현황					소각 가스 (km ³)
		총발생량 (km ³)	제2처리장 (km ³)	제3처리장 (km ³)	총사용량 (km ³)	발전기 (km ³)	건조보일 러 (km ³)	#2가온보일 러 (km ³)	#3가온보일 러 (km ³)	
총 실적	04년	19,283	2,600	16,682	19,072	1,927	532	2,865	13,746	213
	05년	18,079	1,226	16,852	18,082	72	4,307	1,858	11,843	0
	06년	17,762	747	17,015	17,763	34	3,021	1,641	13,066	0
				4.2%	95.8%		0.2%	17.0%	9.2%	73.6%
	07년6월	11,085	1,496	9,589	10,746	0	2,366	1,630	6,749	220

3) 문제점

- Ⅰ 바이오가스의 가온 열교환기의 소화조 입출구 배관 미보온으로 열손실 발생
- Ⅰ 소화조 내부의 온도는 **38℃**이상으로 관리가 되고 있어 배출되는 소화슬러지는 **38℃**로 배출되고 있어 배열회수가 가능하다.
- Ⅰ 소화조는 외부보온이 되어있어 외벽을 통한 열손실은 거의 없고 투입슬러지에 의한 가온부하만 발생하는 것으로 분석된다.
- Ⅰ 2처리장의 경우 분뇨투입에 의해 황화가스 농도가 다소 높게 나타나고 있다.
- Ⅰ 2처리장은 발생하는 바이오가스 보다 가온보일러에서 소요되는 바이오가스량이 약 **2배** 많은 것으로 분석된다.
- Ⅰ 발전기는 **05년** 이후 운전에 의한 경제성이 없어 운전을 하지 않고 있다.
- Ⅰ 잉여 바이오가스의 발생으로 바이오가스 사용처 발굴이 필요하다.
- Ⅰ **2007년 5월**부터 잉여가스의 발생으로 소각처리를 하고 있다.

4) 개선 방안

- Ⅰ 바이오가스의 가온 열교환기의 소화조 입출구 배관 보온 실시 **⇒** 열손실 감소로 바이오가스 사용량의 **1.8%** 절감가능 (개선사항 12항 참조)
- Ⅰ 소화조 교반 송풍기를 고효율 터보송풍기로 교체하여 운영 (개선사항 6항 참조)
- Ⅰ 잉여바이오가스를 현재 도시가스와의 혼용으로 사용하고 있는 슬러지 건조설비를 바이오가스 전용설비로 대체하여 도시가스 비용 절감 (개선사항 14항 참조)
- Ⅰ 장기적인 계획으로 연료전지등 바이오가스 사용설비 설치 시, 소화조 배출슬러지의 배열 회수 방안으로 열교환기의 적용과 배열회수 히트펌프를 적용하여 가온용 바이오가스 소비량을 최소화 하고 발생하는 잉여가스를 연료전지나 건조설비의 연료로 사용한다. (개선사항 13항 참조)
- Ⅰ 노후 전동 기 및 펌프 교체시 고효율 모터 적용 (개선사항 10항 참조)

5) 평 가

- Ⅰ 소화조 관리방안의 개선과 설비투자를 통해 바이오가스 발생량을 **20%이상** 증대
- Ⅰ 바이오가스를 슬러지 건조설비에 이용하여 도시가스 비용을 연 **7억원** 절감
- Ⅰ 현재 건조설비를 바이오가스 전용설비로 전환하여 도시가스를 바이오가스로 대처하는 사업 진행중으로 전량 바이오가스 적용 시 연간 **12억원** 이상(2006년도 기준)의 에너지비용 절감 **⇒** 타 물재생센터에서 벤치마킹하여 적용 진행 중
- Ⅰ 향후 연료전지 및 기타 신재생에너지의 열원으로 바이오가스 이용 계획 중

8. 탈수기

1) 시설현황

탈수설비는 슬러지의 부피를 감소시키므로 운반비용을 절감하고 최종처리를 용이하게 하기 위한 시설이다. 탈수기는 3처리장의 경우 벨트프레스를 이용한 기계식 탈수를 적용하고 있고 2처리장은 원심탈수기가 2대 설치되어 운영되고 있다.

기계식 탈수시에는 탈수효과의 증대를 위해 슬러지 응집제를 투입한다.

기계장비코드	용량	내구연한	제조회사	제조년월일	수량	용도구분
탈수기	450Kg/ds	15년	SUMTOMO	1987.02	14	오니 탈수
탈수기	450Kg/ds	15년	유천엔지니어링	1995	4	오니 탈수
교반기	20HP	10년	한국변감속기	1995.09	4	오니 탈수
교반기	20HP	10년	한보	1997.11	2	오니 탈수
펌프	0.35 m ³ /min	10년	이천전기	1994.09.07	4	오니 탈수
펌프	0.3 m ³ /min	10년	삼진	1987	5	오니 탈수
펌프	1.1 m ³ /min×52m	10년		2001.11	5	오니 탈수
펌프	1.5 m ³ /min	10년	신신기계	2006.01	2	오니 탈수
펌프	1.1 m ³ /min	10년	이천전기	1994.09.07	4	오니 탈수
교반기	10HP	10년	(주)경인기계	1987	12	오니 탈수
펌프	0.9 m ³ ~ 2.7 m ³ /min	10년	(주)대봉엔지니어링	1994	24	오니 탈수
송풍기	10HP	10년	경원기계	1986.11	6	오니 탈수
펌프	3~25 m ³ /hr	10년	(주)대봉엔지니어링	91~06	1	오니 탈수
펌프	0.05~0.42 m ³ /min	10년	(주)대봉엔지니어링	1993.07.19	1	오니 탈수
교반기	3.4/4.1 m ³ /MIN	10년	창신기계	2002.04	1	슬러지교반기
펌프	30 m ³ /min	10년	유천엔지니어링	2002.4	8	슬러지펌프
교반기		10년	창신기계	2002	4	약품탱크교반기
펌프		10년	유천엔지니어링	2002	14	약품펌프

2) 운전 현황

- Ⅰ 제2처리장에 설치된 원심탈수기는 2대가 1일 21.5시간 가동하고 있다.
- Ⅰ 3처리장에 설치된 탈수기는 벨트프레스로 18대가 설치되어 연평균 16대가 1일 20시간 정도 가동되고 있다.
- Ⅰ 탈수된 케익은 매립 및 해양투기를 통해 처분되고 처리장에서 발생한 협잡물 및 침사물은 실외 야적장에서 건조 후 김포매립지로 이송되어 처분된다.
- Ⅰ 일부는 슬러지건조시설에서 건조되어 시멘트의 원료 등으로 이용된다.

3) 문제점 및 개선 사항

- Ⅰ 현재 탈수기는 장기간의 가동으로 부식 및 부품의 마모가 심한 상태이고 내구연한이 경과하여 부품의 교체 및 유지보수비용 및 많이 소용되고 있다.
- Ⅰ 탈수기의 여과포 장력을 높여 탈수케익의 함수율을 낮게 관리하는 경우 여과포의 손상등으로 수명이 짧아진다.
- Ⅰ 향후 노후화가 심하거나 불량기기부터 점차적으로 교체토록 한다.
- Ⅰ 탈수기의 형식은 기존의 설치공간이나 부대설비, 관리의 효율을 위해 별도의 고효율 제품이 없다면 기존과 동일형식의 제품을 적용

9. 가온보일러(2,3 가온보일러실)

1) 시설현황

보일러는 소화조 가온보일러로 바이오가스를 사용하여 온수를 생산하고 생산된 온수를 소화조 열교환기로 순환시키고 소화조 슬러지와 열교환을 통해 소화조의 온도를 상시 38℃이상으로 유지하여 소화효율을 높이는 역할을 한다.

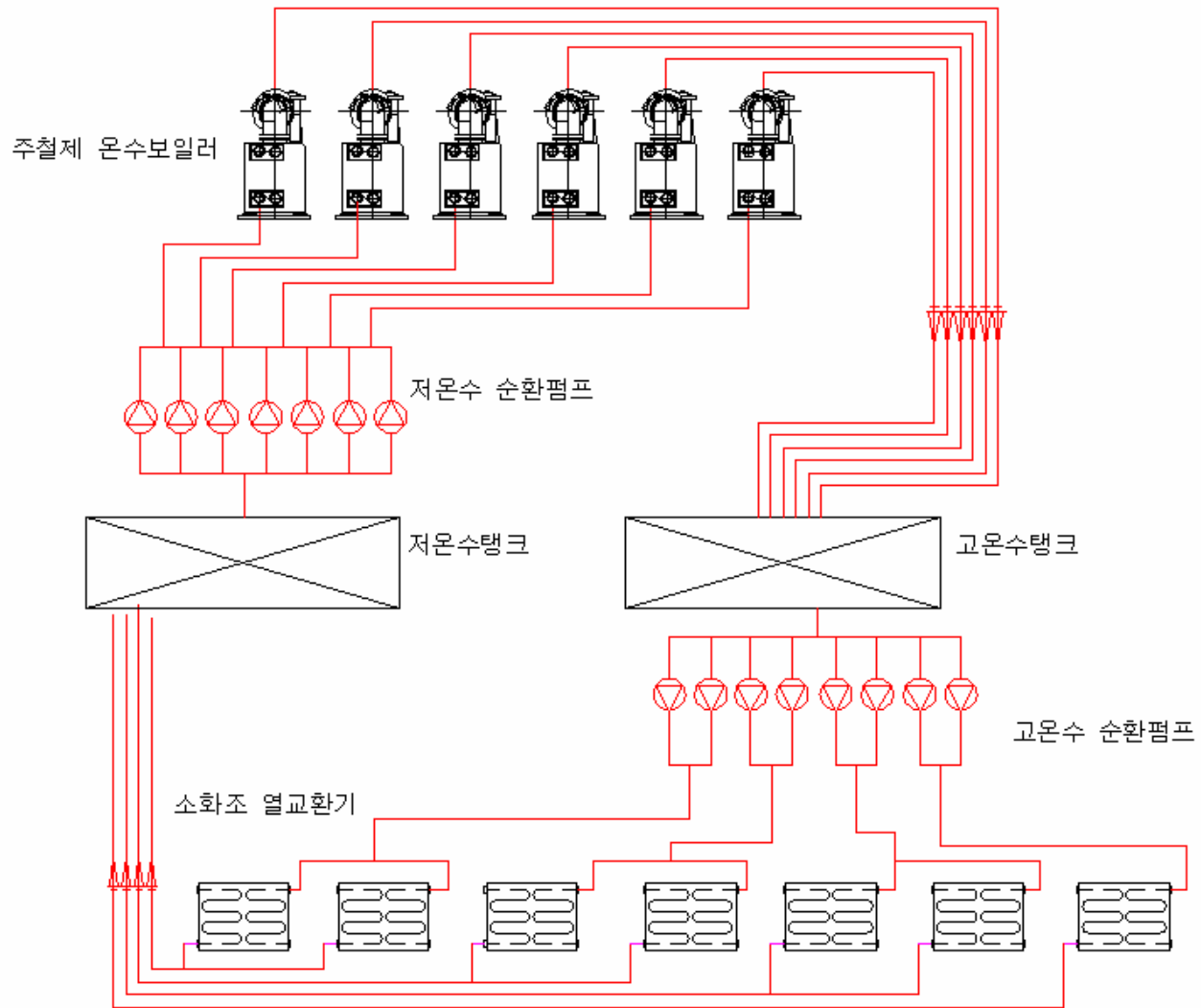
2처리장은 1.2Gcal/h 급 온수보일러 3대가 설치되어 소화조 내부 열교환기에 온수를 공급하여 소화조 가온을 하고 있다.

3처리장의 경우 2.2Gcal/h급 온수보일러가 6대 설치되어 있고 열교환기는 1.67Gcal/h급이 7대 설치가 되어 있다.

보일러의 경우 대기오염 배출저감장치 및 배기열회수설비를 2006년도 설치하여 연간 2.72억원의 에너지절감효과와 대기오염 방지효과를 얻고 있다.

처리장	기계장비코드	용량	내구연한	제조회사	제조년월일	수량	용도구분
2처리장	보일러	1,200,000Kcal/h	10년	광희보일러	1998	2	소화조 가온
	보일러	1,200,000Kcal/h	10년	태화보일러	2000.11	1	소화조 가온
3처리장	보일러	2,200,000Kcal/h	10년	태화보일러	03~06	6	소화조 가온
	펌프	1.2 m ³ /min	10년	주호산업	1997.06	14	고온수순환
	열교환기	1,670,000kal/h	10년	우진열기	2000.4	1	소화조 가온
	열교환기	1,670,000kal/h	10년	우진열기	1998.7	6	소화조 가온

소화조 가온 온열원 계통도(3처리장)



2) 운전 현황

- Ⅰ 보일러는 연중 운전이 되며 2007년 부터 소화조의 온도를 38℃~40℃로 관리하고 농축설비의 개선으로 통해 바이오가스 발생량이 2006년 대비 20%이상 증가하였다.
- Ⅰ 3처리장 고온수펌프의 경우 예비펌프가 없다.
- Ⅰ 보일러는 바이오가스 전용보일러로 보일러의 효율은 2호기와 6호기가 상대적으로 낮아 공기비 조절을 통한 효율조정이 필요하다.
- Ⅰ 3처리장 보일러의 연간 바이오가스 소비량은 발생량의 73.6%를 소비하고 있다.
- Ⅰ 보일러 배기열은 현재 대기오염 배출저감장치와 배기열 회수설비를 설치하여 시간당 675Mcal/h를 회수하고 있다. (2006년도 설치)

보일러	연료유량 (Nm ³ /h)	공급열량 (kcal/h)	온수현열상승 (kcal/h)		열효율 (%)	
			급수(℃)	온수(℃)		
1호기	311	1,619,280	1,376,700	50.5	85.8	85.0
2호기	329	1,709,760	1,181,700	50.5	80.8	69.1
3호기	312	1,622,400	1,228,500	50.5	82.0	75.7
4호기	295	1,535,040	1,251,900	50.5	82.6	81.6
5호기	312	1,622,400	1,189,500	50.5	81.0	73.3
6호기	306	1,591,200	994,500	50.5	76.0	62.5



<소화조 가온용 순환펌프 제어반>



<제어반 확대사진>

- Ⅰ 발전기는 현재 연료비의 상승과 인건비등을 고려하면 바이오가스를 사용하고 배기열을 회수하고 최대수용전력요금을 적용해도 운전시 50만원/일 정도의 비용이 증가한다. 현재 발전기 운전은 하지 않고 있다. (경제성 분석 내용 참조)
- Ⅰ 1200kW 발전기의 경우 내구연한이 다 되어가므로 내구연한 경과 후 폐기하는 것이 타당하다.
- Ⅰ 보일러는 소화조 가온용으로 사용하며 연간 13,066k³/년(2006년기준)의 바이오가스를 소비하고 있다.
- Ⅰ 제어반에 나타나는 소화조의 온도에 따라 운전자가 고온수 순환펌프를 ON/OFF 제어로 운전하고 있다.

3) 문제점

- Ⅰ 발전기는 보조연료로 사용하는 경유단가의 증가로 열병합 발전에 의한 폐열을 회수해도 주간 운전시 50만원/일의 비용이 발생하므로 경제성이 없다.
- Ⅰ 2호기와 6호기의 공기비 조절 필요

4) 개선 대책

- Ⅰ 발전기는 내구연한 경과 후 폐기조치
- Ⅰ 보일러의 공기 조절로 보일러 효율 향상 및 고효율 보일러 위주의 운전 실시
(개선사항 10항 참조)

5) 평 가

- Ⅰ 매연저감 배출 장치와 폐열회수장치의 설치로 연간 2.7억원의 에너지 절감 및 배기가스 매연저감 효과가 큼.

10 . 용수공급동(3처리장)

1) 시설현황

처리장시설물	기계장비코드	용량	수량	용도구분
용수공급동	사여과지	34 m ³ , 160M/day	4	
	원수펌프	5 m ³ /mi n	5	원수 공급
	자동여과기	600 m ³ /h 2대, 228 m ³ /h	3	원수 여과
	역세펌프	14 m ³ /mi n*15M, 75HP	2	역세척
	공세송풍기	17 m ³ /mi n*0. 5kg, 40HP	3	공기세척용
	공기압축기	3HP	2	공기 압축
	펌프	3. 9 m ³ /mi n*20M, 20HP	3	탈수동 송수
	펌프	1. 2 m ³ /mi n*10M, 10HP	2	침사지 송수

2) 운전현황

- Ⅰ 용수공급동은 처리된 용수를 탈수동과 침사지에 공급하고 역세척용으로 용수 공급
- Ⅰ 공기세척용으로 40Hp의 송풍기를 운영하고 있다

3) 문제점

- Ⅰ 장비의 노후 및 전기설비 부식

4) 개선 대책

- Ⅰ 정기적인 장비 점검 및 유지보수 실시

11 . 방류펌프동(3처리장)

1) 시설현황

처리장 시설물	기계장비코드	용량	제조년월	수량	용도구분	월	단위	사용량
방류동 설비	수문	1900W*2500H		2	긴급차단	6월	ℓ	1,560
	펌프	1000HP	1987-07	5	방류수 펌핑	7월	ℓ	43,280
	펌프	1200HP	1992-01	1	방류수 펌핑	합계(년)	ℓ/년	44,840

2) 운전현황

- Ⅰ 방류동 엔진펌프는 한강수위 상승 시에 운영하고 있다.
- Ⅰ 방류동 엔진펌프의 2006년도 연료사용량은 44,840(ℓ/년)으로 7월(43,280ℓ)에 집중하여 사용하고 있다.
- Ⅰ 엔진펌프는 월 1회 이상 점검운전을 하고 있다.
- Ⅰ 동절기에는 냉각수의 동결방지를 위해 냉각수를 제거 ᆞ 비상운전 시 냉각수의 공급과 예열시간이 필요하다.

2006년도 엔진펌프 가동현황 및 연료 소모량

날 자	부하운전 시간(h)							무부하 시운전						
	1호기	2호기	3호기	4호기	5호기	6호기	연료소모량(ℓ)	1호기	2호기	3호기	4호기	5호기	6호기	연료소모량(ℓ)
2006-05-03							0	1	1		1		1	240
2006-05-04							0	1	1		1		1	240
2006-06-12							0	0.5	0.5		0.5		0.5	120
2006-06-13							0	0.5	0.5		0.5	0.5		120
2006-06-14					0.5	0.5	120	1	1		1	1	1	300
2006-06-15					1	1	240					1	1	120
2006-06-20	0.5			0.5		0.5	180	0.5			0.5		0.5	90
2006-06-21				0.5	0.5		120							0
2006-06-22		0.5					60							0
2006-07-10	0.5	0.5		0.5		0.5	240			0.5				30
2006-07-11			1				120							0
2006-07-12	5.5	5.5	2.5	8.5	6	6	4,080	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	180
2006-07-16	6.5	6.5	13	17	16	13	8,640	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	180
2006-07-17		4	4	20	20	20	8,160							0
2006-07-18	15	18		6	14	19	8,640							0
2006-07-19					9	9	2,160							0
2006-07-27		8		0.5	10	8	4,140				4	4	4	720
2006-07-28		18		7.5	6.5	14	2,300							0
2006-07-29		10		11.5		11.5	3,960							0
소 계							43,160							2,340

3) 문제점

- Ⅰ 방류동 엔진펌프 및 모터펌프는 비상용 장비로 하절기에 집중 사용된다.
- Ⅰ 엔진펌프는 비사용기간 중에도 정기적으로 운전을 하여 무부하 운전을 하면서 이상 여부를 확인한다.
- Ⅰ 동절기 운전시 냉각수 동파방지를 위해 냉각수를 배출한 상태이기 때문에 비상시 운전에 대한 대비책이 필요하다.
- Ⅰ 연간 운전시간이 물재생센터의 타장비에 비해 상대적으로 적어 고효율기기로의 대체나 투자시 경제성 확보가 어렵다.

4) 개선 사항

- Ⅰ 주기적인 정기점검과 유지보수를 통해 항상 운전이 가능한 상태 유지

12 . 동부위생처리장

1) 시설현황

- ┆ 처리용량 : 분뇨 : 100kl/d, 정화조 : 3000kl/d
- ┆ 2006년도 펌프 및 주요설비를 교체 운영 중
- ┆ 분뇨 및 정화조를 반입하여 2처리장 소화설비로 이송 처리
- ┆ 처리용량 증설 및 탈취설비 개선 공사 중

처리장시설물	기계장비코드	용량	내구연한	제조회사	제조년월일	수량	용도구분
정화조투입동	협잡물종합처리	100m ³ /hr x 6대 150m ³ /hr x 2대	15년	(주)한국환경기계	1997. 09. 04	8	협잡물 제거
정화조투입동	펌프	2.5m ³ /mi n x 15mH	10년	(주)주영펌프공업	2006. 01. 25	6	오니 이송
저류조	펌프	2.0m ³ /mi n x 20mH	10년	(주)주영펌프공업	2006. 01. 25	9	오니 이송
정화조농축조	펌프	0.6m ³ /mi n x 10mH	10년	(주)주영펌프공업	2006. 01. 25	4	오니 인발
펌프장	펌프	2.5m ³ /mi n x 15mH	10년	(주)주영펌프공업	2006. 01. 25	2	용수 공급
저류조	펌프	3.0m ³ /mi n x 20mH	10년	주호산업	2002. 07	2	오니 이송
정화조관리동	발전기	132KVA/kW	15년	보광중전기	1992. 12	1	전기 발전
정화조농축조	슬러지수집기	275m ³	15년	천보엔지니어링	1991. 06	2	오니 농축
정화조투입동	호퍼	5m ³	15년	승일산업	1992	2	협잡물 저장
정화조농축기동	협잡물제거기	150m ³ /hr	10년	블루웨이	2006. 05	4	협잡물 제거
	드럼형 농축기	60m ³ /hr	10년	용진기계	2006. 05	3	오니농축
	컨베이어	1.5m ³ /hr	10년	천보엔지니어링	2006. 05	1	협잡물이송
	호퍼	15m ³	15년	동방수기	2006. 05	1	협잡물저장
	약품공급기	7m ³ /회당	10년	동방수기	2006. 05	1	약품 용해
	펌프	45~66m ³ /hr x 2.0kg/cm ²	10년	모나스펌프	2006. 05	4	오니 공급
	펌프	48m ³ /hr x 2.0kg/cm ²	10년	모나스펌프	2006. 05	2	오니 이송
	펌프	35~40ℓ/hr x 3.0kg/cm ²	10년	모나스펌프	2006. 05	4	약품 공급

2) 운전 현황

- Ⅰ 분뇨에는 협잡물 및 침사물이 많이 포함되어 있어 전처리 설비 및 저류조 설비, 농축조 설비, 상등수 저류조 설비, 슬러지 저류조 설비로 구분된다.
- Ⅰ 2006년도 설비개선공사를 통해 2처리장 소화설비와 연계하여 운영하고 있다.

3) 문제점 및 개선 대책

- Ⅰ 2처리장 소화설비와의 연계처리로 사용이 정지된 설치 처리
- Ⅰ 기존 미사용 설비는 내구 년도 경과 후 폐기 조치
- Ⅰ 저압설비(220V) 운영으로 인해 소비전력 증가 및 저효율 \Rightarrow 승압(380V) 필요
(개선사항 8항 참조)
- Ⅰ 상등수 이송배관 관경이 작아 펌프동력 낭비로 이송관 확대 필요

4) 평 가

- Ⅰ 설비 개선을 통한 에너지 절감 및 효율 상승
- Ⅰ 고효율 모터 및 인버터의 적용으로 전력 절감에 기여하고 있음.

13 . 자양중계펌프장

1) 시설현황

처리장시설 물코드	기계장비코드	용도구분	규격	수량	제조회사
침사지	펌프	침사지침수방지	Ø300x50HP(37kw), 10.0m ³ /min	1	(주)금호펌프
침사지	펌프	침사지침수방지	Ø300x40HP(30kw), 6.5m ³ /min	1	(주)금호펌프
침사지	스크린	탈취, 조목스크린	P=40mm, 75°, 2.8*3.6*4개	4	(주)성신
침사지	스크린	세목스크린	P=40mm, 75°, 1.5*3.5	2	한국특수화학기계
침사지	스크린	전력공급	P=40mm, 75°, 1.5*3.5	4	(주)태성
침사지	침사인양기	침사제거	3m/min	4	(주)태성
침사지	컨베이어	침사운반 유지관리	6m/min, 0.6m*12m	1	(주)태성
유입펌프동	수문	유입하수개폐	1.2m*1.3m*1련	5	우일수문
유입펌프동	펌프	하수압송	Ø500*200HP, 35 m ³ /min*12m	4	이천전기
유입펌프동	펌프	하수압송	Ø500*200HP, 35 m ³ /min*12m	4	보양엔지니어링
유입펌프동	펌프	하수압송	Ø600*150HP, 35 m ³ /min*12m	3	한국후지산업

2) 운전 현황

중계펌프장 전력사용량(2006년)

구분	전력사용량 (MWh)	전력요금 (천원)	기본전력 (kW)
1월	117	10,051	622
2월	127	10,737	622
3월	117	10,237	622
4월	118	10,026	622
5월	120	9,699	622
6월	119	10,140	661
7월	116	10,008	589
8월	112	11,050	540
9월	123	11,275	540
10월	104	8,667	540
11월	123	9,991	540
12월	129	10,355	540
합계	1,425	122,238	

Ⅰ 자양 중계펌프장은 150~200Hp의 펌프 11대가 설치되어 중량물재생센터로 하수를 공급한다

Ⅰ 최대수요전력은 상반기 622kW에서 540kW로 82kW 감소한 반면 전력 사용량은 증가하였다.

Ⅰ 펌프운전 대수의 조정으로 최대수요전력이 감소한 것으로 분석된다.

Ⅰ 연평균 펌프운전 대수는 1대이고 최대 3.5대까지 운전하는 것으로 분석된다.

3) 문제점

Ⅰ 이상 없음

4) 개선 대책

Ⅰ 정기적인 관리 및 정비

14 . 슬러지 건조시설

1) 시설현황

- Ⅰ 센터에서 발생하는 슬러지는 매립 및 해양투기를 하며 일부는 슬러지 건조를 하여 시멘트 및 기타 용도로 건조 슬러지를 사용하고 있다.
- Ⅰ 슬러지의 건조는 스팀보일러로 스팀을 생산하고 스팀을 이용하여 간접가열식으로 하수슬러지를 건조한다.
- Ⅰ 바이오가스과 경유를 사용하는 발전설비가 총 6대 설치되어 있으나 유류비의 상승과 기타 요인으로 경제성이 없어 현재 운전을 하지 않고 있다.
- Ⅰ 증기보일러의 용량은 11ton/h로 도시가스와 바이오가스 겸용으로 운영하고 있다.
- Ⅰ 2006년도 대기오염 배출저감 및 배기열 회수장치를 설치하여 운영하고 있다.

설비명	형식	용량	사용연료	설치연도	비고
증기보일러	수관식 보일러	11ton/h	도시가스/바이오가스 겸용	2002. 9	

2) 운영현황

Ⅰ 슬러지처리장은 2006년도에 총 4,583toe의 에너지를 사용하여 중량 물재생센터의 에너지의 11%를 사용하고 있다. 연간 총에너지 비용은 20.4억원이다. (바이오가스 177원/m³ 적용)

Ⅰ 도시가스의 일부는 바이오가스로 대체하여 사용하고 있다.

Ⅰ 폐기열 회수장치를 설치하여 시간당 557Mcal/h의 열량을 회수하고 있다.

월별	전력량		도시가스		바이오가스		시수		금액합계 (천원)
	사용량 (MWh)	금액 (천원)	사용량(m ³)	금액 (천원)	본운전사용량 (k m ³)	금액 (천원)	사용량(m ³)	금액 (천원)	
1월	314	18,228	303,320	167,332	46	8,109	0	0	193,670
2월	284	17,170	171,860	95,043	149	26,412	3,580	7,624	146,249
3월	335	19,387	201,977	112,406	246	43,556	0	0	175,348
4월	331	18,301	190,168	105,838	275	48,759	4,626	10,009	182,906
5월	314	17,308	216,053	120,234	241	42,655	0	0	180,196
6월	314	18,061	186,264	103,666	304	53,844	4,342	9,361	184,932
7월	297	21,050	194,614	116,277	350	62,021	0	0	199,348
8월	293	21,125	213,458	128,153	335	59,338	4,940	11,712	220,327
9월	191	11,574	99,943	65,018	348	61,582	0	0	138,174
10월	236	13,994	87,142	56,999	310	54,901	3,174	6,698	132,592
11월	267	16,028	243,447	148,470	202	35,822	0	0	200,321
12월	209	13,321	57,332	34,936	213	37,723	2,475	5,105	91,085
계	3,383	205,548	2,165,578	1,254,371	3,021	534,723	23,137	50,509	2,045,150
toe	727		2,285		1,571		0		4,583

3) 문제점

- I 슬러지 처리설비에 바이오가스를 가장 먼저 적용하여 도시가스 사용량을 연간 7억원 이상 절감하고 있다.
- I 2006년도 기준 슬러지 건조에 도시가스를 연간 12.5억원 소비하고 있다.
- I 함수율 80%의 하수슬러지를 10%로 건조 시 발생하는 배기열(현열+잠열)을 별도의 회수장치 없이 방류수를 이용한 콘덴서에서 응축시킨 후 보일러 연소공기를 활용하여 고온산화방식으로 악취제거를 하고 있다.

4) 개선사항

- I 도시가스 /바이오가스 겸용 증기보일러를 구조개선을 통해 바이오가스 전용으로 변경하여 바이오가스 전용으로 도시가스 비용 절감(센터진행)
- I 하수슬러지 배기열 회수하여 소화조 가온 열원 및 센터 온수공급용으로 활용(주요업무 추진과제로 시행 중)

5) 평 가

- I 슬러지 건조설비에 바이오가스 적용은 중량물재생센터가 가장 먼저 적용하여 에너지 절감을 하고 있으며 타 센터에서도 적용 진행중인 사항이다.
- I 연간 7억원 이상의 에너지비용 절감효과가 있고 현재 진행중인 개선사항 적용 시 연간 20억원 이상의 에너지 비용 절감이 예상된다.

15 . 발전기동

1) 시설현황

- | 센터내의 발전기는 총 8대 5,748KW의 용량이 설치되어 있다.
- | 발전기는 바이오가스를 주열원으로 사용하며 이중연료엔진으로 바이오가스(85%)와 경유(15%)를 동시에 사용하고 있다.
- | 2004년10월부터 경제성이 우수한 슬러지 건조설비에 바이오가스를 공급함에 따라 비상용 발전용으로 전환하여 운영
- | 발전기는 열병합개념을 적용하여 배기열을 회수하고 있다.
 - 1) 배기가스 폐열회수
 - 2) 엔진오일 폐열회수
 - 3) 엔진냉각수 폐열회수
- | 현재 발전기는 보조연료로 사용하는 경유 값의 인상으로 운전시 경제성이 없어 운영을 하고 있지 않다.

처리장	기계장비코드	용량	내구연한	제조회사	제조년월 일	수량	용도구분	
발전기동	#1	발전기	800kW	20년	쌍용중공업	1992	2	전기발전
	#2	발전기	746kW	20년	RUSTON	1992	3	전기발전
	#3	발전기	1200kW	20년	NIGATA	1987	3	전기발전
합 계						8		

2) 운전 현황

- Ⅰ 가스발전설비는 바이오가스 활용시 발전기 운영보다 경제성이 우수한 슬러지건조 시설 도시가스 대체연료로 공급하고 비상용 발전기로 전환하여 운영
- Ⅰ 제1.2처리장 발전설비는 제2처리장 고도처리공사시 전력공급이 2회선 선로로 설치 되어 비상발전기 설치가 불 필요하여 철거대상임
- Ⅰ 운전시 부대설비인 바이오가스 압축기와 냉각수 순환펌프, 온수순환펌프 등의 가동에 의해 118.5kW의 전력이 소요된다.
- Ⅰ 바이오가스 운영시의 전력생산 및 최대수요부하 저감에 따른 기본요금 절감, 운전 폐열회수에 따른 효과를 분석한 결과 3처리장의 발전기를 기준으로 3대가 주간에 36.3시간 운전시 일간 2,559 천원의 비용이 증가한다.
- Ⅰ **가스발전기 운전에 따른 경제성 분석 (3처리장 기준)**

항 목	단위	적용 기준	산출근거
바이오가스 공급량	m ³ /h	14,546	
바이오가스 단가	원/m ³	177	
발전기 가동조건	시간/일	36.3	2004년 Data
가동 시간	시간/일,대당	12.1	주간(08:00~18:00) / 저녁(18:00~22:00)
평균 부하율	kW	934	2003년 기준 평균 부하적용
한전 요금 단가	원/kWh	62.16	2006년 기준
경유 공급 단가	원/ℓ	1,150	2006년 기준
부대설비 소비전력	kW	118.5	부대설비 용량 산출

I 전력요금 체계에 발전기 운영

2007년04월01일00:00적용 전력요금						
기본요금	구 분	여름철	봄, 가을철	봄, 가을철	겨울철	발전기 운전
		7, 8월	6월	3-5, 9-10		
5,110	심 야	31.50	31.50	31.50	31.50	가동중지(바이오가스 저장)
	주 간	89.40	60.40	49.50	60.00	가스발전기 중점가동
	저 녁	60.40	49.50	60.40	72.50	바이오가스 증가시 추가가동
	평 균	60.44	46.54	43.82	50.21	
	연 평 균	50.01				

I 가스발전기 운영에 따른 기본요금 절감 효과(1대기준)

항 목	단 위	내 역	비 고
한전 기본요금	원/kW	5,110	
발전기 부하율	kW	934	
자체 소비전력	kW	118.5	
인건비	원/월	1,050,000	2명 x3시간 (시간외 수당)
가스발전기 가동대수	대	1	
운전시간	h/일	12	25일 운전/월
최대수요부하 적용	kW	816	발전기부하율-자체소비전력
최대부하절감액	원/월	4,167,205	5110 x 816
절감액	원/월	3,117,205	인건비 제외
년간 절감액	원/년	37,406,460	절감액 x 12개월

I 가스발전기 운전에 따른 기본요금 절감효과는 연간 37백만원이나 물재생센터의 경우 계절별, 월별 전력최대부하가 커서 발전기 운영이 최대부하전력관리에 영향을 주지 못한다.

I 전력최대부하가 하절기에 발생하지 않음.

I 발전기 운영에 따른 경제성 분석

항 목		단 위	비 용	비 고
발전기회수비용	자기발전 전기료 절감	원/일	2,107,485	934kWx36.3hx62.16원/kW
	최대수요전력관리	원/일	102,483	년간 절감액/365일
	소 계	원/일	2,209,969	
발전기운영비용	바이오가스 사용환산 금액	원/일	2,059,714	
	경유 사용비용	원/일	2,087,795	50ℓ/일 x 36.3h x 1150.3ℓ
	윤활유 사용비용	원/일	45,375	20ℓ / 24h x 36.3h x 1500원/ℓ
	발전기 부대전력비	원/일	200,538	118.5kW x 36.3h x 75% x 62.16원/kW
	발전설비 수리비	원/일	225,673	2003년 기준'
	소 계	원/일	4,619,094	
일 절감액		원/일	-2,559,381	폐열회수 미적용

§ 가스발전기 운전시의 회수비용과 운전비용을 분석

발전기 운전에 따른 전기요금 증가액 : 2,060 천원

가스발전기 운전 비용 : 4,619 천원 (인건비와 발전기 감각상각비 미고려)

§ 가스발전기 운전시 일간 2,559천원의 비용이 증가.

§ 최대수요전력 비용의 절감을 고려해도 발전기 운전에 따른 경제성은 없고 비용만 증가함.

3) 문제점

- Ⅰ 가스발전기의 운전시 경제성 분석결과 발전기를 운전하면 할 수록 비용이 증가하고 있어 현재 발전기의 운전을 하고 있지 않다.
- Ⅰ 제3처리장 가스발전설비는 노후로 효율이 낮고 유지비 증가
- Ⅰ 대기환경보존법에 따라 대기배출시설에 대해 대기오염방지 시설을 설치하여야 함.
- Ⅰ 가스발전설비를 운영할 수 있는 전문기술인력 부족

4) 개선 사항

- Ⅰ 가스발전기 가동시 연료사용 비율이 바이오가스(80~85%), 경유(20~25%) 이중연료 장치로서 경유비용 상승으로 운전시 경제성이 없는 가스발전설비는 가동중지 또는 비상용 운전이 타당하며, 제3처리장의 경우 내구연한 초과와 노후로 가동율이 저하된 가스 발전기 및 부대설비는 철거하고 비상용 발전기 설치가 필요하다면 신규로 가스전용 발전기 및 부대설비를 설치하는 것이 타당함. 요구됨.
- Ⅰ 가스발전기에 활용하던 바이이오가스를 경제성이 우수한 슬러지건조시설의 도시 가스 대체연료로 일부 공급하여 사용하고 있으나, 2007년 업무개선과제로 바이오 가스를 전량 공급할 수 있는 시설로 개선하여 바이오가스 발생 전량 활용계획이나 향후 바이오가스 발생량 증가 또는 잉여 바이오가스 발생시 바이오전용 가스발전 설비 신규 설치 검토 필요함. (개선사항 9항 참조)

5) 열병합 가스엔진 발전기 신설

- ┆ 잉여 바이오 가스 발생시 열병합 가스엔진 발전기 신설 적용
- ┆ 바이오가스 전용 열병합 가스엔진 발전기 설치 운영
- ┆ 발전 효율 (35% 이상), 열회수효율 (49%)

항 목		단 위	내 역	비 고
개 요	가스발전기 용량	kW	1,000	
	발전기 교체비	백만원	1,600	
	소화가스 사용량	N ^m /h	450	
	일간가동시간	h	12	
	평균부하율	kW	900	
	평균가스 사용량	N ^m /h	405	
	연간가스 사용량	N ^m /h	1,458,000	운전300일 기준
	연간전력생산량	kWh/년	3,240,000	
	시간당 배열회수량	kcal/h	1,000	운전300일 기준
	연간배열회수량	kcal/년	3,000,000	
	연간 절감 toe	toe	300	
절감비용	연간전력생산금액	백만원	201	단가 62.16원/kW적용
	피크 감소금액	백만원	55	900kW x 5110원x 12개월
	연간 전력절감금액	백만원	257	
	연간배열회수금액	백만원	128	소화가스 기준(177원/m ³)
	소 계	백만원	385	
소요비용	연간 소화가스 금액	백만원	258	
	연간 인건비	백만원	13	2명 x3시간 (시간외 수당)
	감가상각비	백만원	80	20년 내구연한 (5%)
	소 계	백만원	351	
경제성	연간 절감 금액	백만원	34	
	투자비 회수 기간	년	46.6	

16 . 전기설비

1) 시설현황

- I 센터의 전력계통은 한전 화양변전소에어 3상 3W 60Hz 154KV 1회선을 지중으로 3처리장 154KV 변전소에서 수전하여 주변압기 154/22.9/6.6KV, 11/5/6 MVA 3BANK(1대 예비)에 공급하고 22.9KV로 변성하여 1,2처리장 및 동부위생처리장에 6.6KV로 변성하여 3,4처리장에 운전용으로 공급한다.

- I 한전 정전시 센터의 최소기능 유지에 대비하여 한전 군자변전소에서 비상선로 3상 4W 60Hz 22.9KV, 5,000KVA를 2처리장 변전소에서 수전하여 정전 시 절체하여 사용할 수 있도록 구성되어 있다.

- I 전기설비의 설치 환경이 부식가스나 습기 등이 발생하거나 체류하는 장소에 설치된 전기설비는 타 설비에 비해 부식현상이 많이 발생하고 있다.

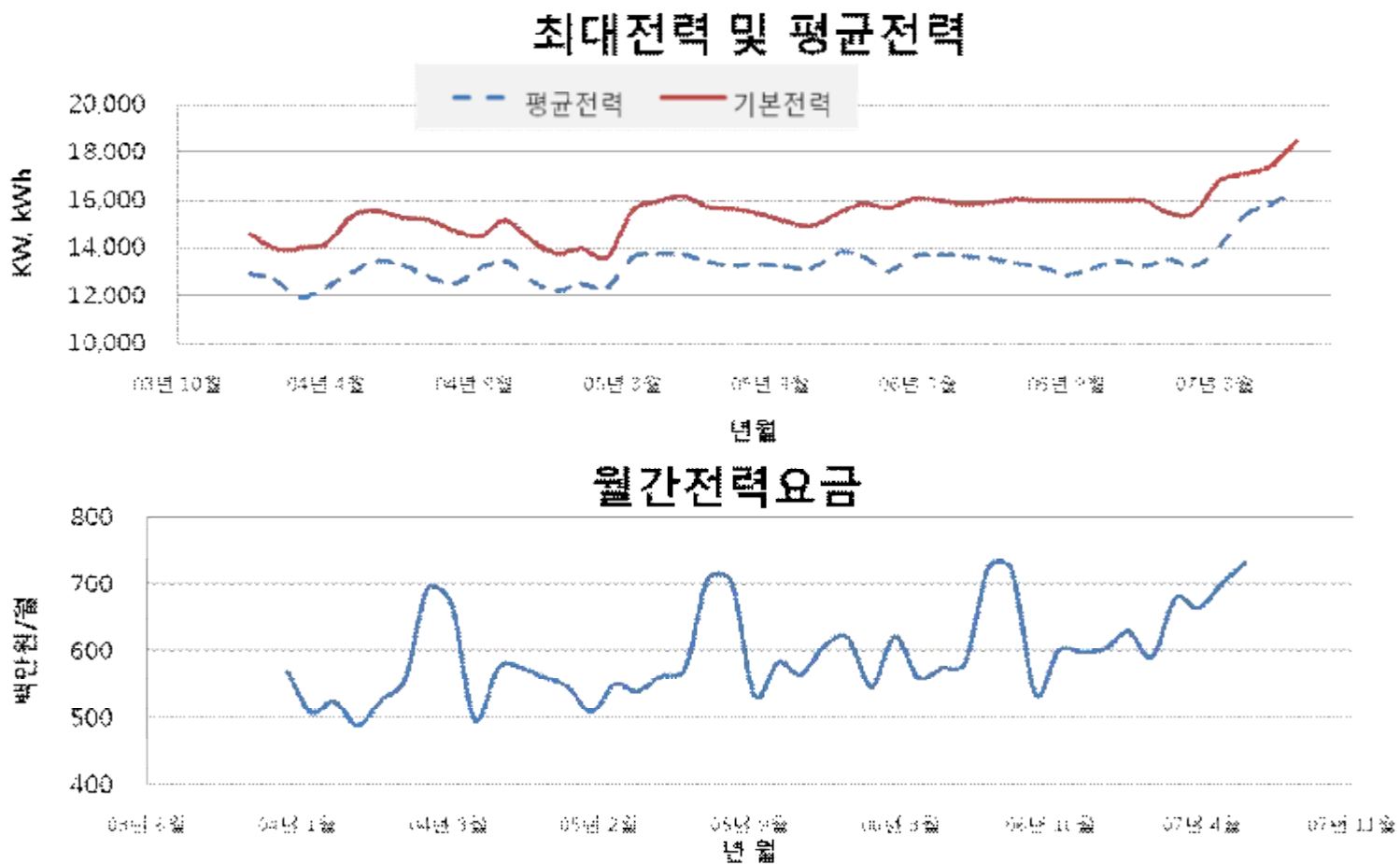
- I 바이오가스과 경유를 사용하는 발전설비가 총 6대 설치되어 있으나 유류비의 상승과 기타 요인으로 경제성이 없어 현재 운전을 하지 않고 있다.

번호	설치위치	용량(KVA)	전압	제작회사	제작NO, 년도
1	154KV 변전실	11,000*2대	154KV/22.9KV	현대중전기	T72013- 4, 87.05
		11,000*1대	/6.6KV	효성중전기	TP95- 7132, 96.10
2	154KV 변전실		6.6KV/380V		
3	22.9KV 변전실	6,000*2대	22.9KV/3.3KV	동방전기	894214- 5, 88.12
4	22.9KV 변전실	6,000	22.9KV/3.3KV	한양전기	14928, 2001.10
5	22.9KV 변전실				
6	#3 송풍실	1.500*2대	6.6KV/380V, 220V	현대전기	T76019- 20, 87,05
7	#3 벨트탈수동	1.250*2대	6.6KV/380V, 220V	현대전기	T76017- 8, 87.05
8	#3 발전동	750*2대	6.6KV/380V, 220V	현대전기	T76015- 6, 87.05
		750*1대	6.6KV/3.3KV	이화전기	BT89423
9	#3 장내급수동	600*2대	6.6KV/380V, 220V	현대전기	T76013- 4, 87.05
10	#3 용수공급동	100*2대	6.6KV/380V	LG산전	20004358- 9,
11	#3 유입동	500*2대	6.6KV/380V, 220V	현대전기	T76011- 2, 87.05
12	#3 원심농축기동	1500*2대	3.3KV/380V	LG산전	20003350- 1
13	#3 원심탈수기동	600*2대	3.3KV/380V	LG산전	20004400- 1

번호	설치위치	용량(KVA)	전압	제작회사	제작NO, 년도
14	#4 유입동	200	6.6KV/380V, 220V	현대전기	T946004, 96.09
15	#4 송풍동	500	6.6KV/380V, 220V	이천전기	96TM0166001
16	#3 본관 변전실				
17	#2 포기조				
18	#2 탈수동				
19	#2 발전실				
20	#2 소화조정실	1,000	3.3KV/220V, 108V	금성전기	938505
21	#2 소화조정실	100	3.3KV/220V, 108V	금성전기	930383
22	#2 생하수				
23	#2 탈취펜실 C				
24	#2 탈취펜실 D				
25	#1 용수공급동	500	3.3KV/220V, 108V	금성전기	892983, 89.08
26	#1 송풍B동	300	3.3KV/220V, 108V	금성전기	892982, 89.09
27	#1 송풍A동	150	3.3KV/220V, 108V	금성전기	892984, 89.08
28	#1 농축동	300	3.3KV/220V, 108V	금성전기	892981, 89.08
29	#1 발전실	100	3.3KV/220V, 108V	효성중전기	VP908054, 90.10
30	#1 방류동	100	3.3KV/220V, 108V	금성전기	903636, 90.10
31	#1 탈취펜실 A				
32	#1 슬러지 건조장	500*2대	3.3KV/380, 220V	LG산전	20004040, 2001.10
33	동부위생처리장	500	3.3KV/220V	금성전기	914642, 91.02
34	동부위생처리장	300	3.3KV/208, 120V	금성전기	914643, 91.02
35	동부위생처리장	75	3.3KV/208, 120V	금성전기	914545, 91.02
36	자양펌프장	1250*2대	22.9KV/3.3KV	삼창전기	930744- 5, 93.05
37	자양펌프장	100*2대	22.9KV/3.3KV	한양전기	62079- 80, 98.04
		변압기대수:51대	용량합계:74,885KVA		

유입식:8대:154kv(3대),22.9kv(3대),자양(2대)

2) 운전 현황



구분		전력사용량(MWh)				전력요금(백만원)			
		계	본처리장	자양펌프장	슬러지 건조시설	계	본처리장	자양펌프 장	슬러지 건조시설
2006	합계	117,174	112,335	1,425	3,404	7,283	6,954	122	206
	비율		95.9%	1.2%	2.9%		95.5%	1.7%	2.8%
	1월	10,153	9,722	117	314	618	590	10	18
	2월	8,752	8,340	127	284	547	519	11	17
	3월	10,152	9,700	117	334	621	591	10	20
	4월	9,859	9,410	118	331	560	532	10	18
	5월	10,174	9,747	120	307	574	547	10	17
	6월	9,765	9,323	119	314	582	553	10	18
	7월	9,953	9,530	116	307	725	694	10	21
	8월	9,802	9,388	112	303	720	688	11	21
	9월	9,278	8,965	123	191	535	512	11	12
	10월	9,768	9,429	104	236	600	577	9	14
	11월	9,686	9,296	123	267	597	571	10	16
12월	9,832	9,485	129	217	603	580	10	13	
2007	1월	10,053	10,053	125	351	628	597	10	21
	2월	8,889	8,867	120	277	589	554	10	17
	3월	10,454	10,454	108	334	677	646	10	21
	4월	11,069	11,069	120	0	663	653	10	0
	5월	11,770	11,770	112	0	701	691	9	0
	6월	11,804	11,804	118	0	731	721	10	0

- I 2006년 기준으로 본처리장이 95.9%, 자양펌프장이 1.2%, 슬러지건조시설이 2.9%를 사용
- I 2007년 3월이후 고도처리장의 시운전으로 인해 전력사용량 증가

2) 현황 및 문제점

- ┆ 각 처리장에 설치된 전기설비의 관리상태 불량 **à** 쥐 배설물 발견
- ┆ 전기설비에 대한 유지보수가 각 처리장별로 수행되고 있어 전 처리장의 총괄적인 관리기능이 미흡하고 전기설비에 대한 투자도 각 처리장별로 진행되어 설비에 대한 현황파악이 안 되고 있다. (특히 인버터 적용 여부 미 파악)
- ┆ 부식가스등의 영향으로 전기설비의 부식이나 노화가 빨리 진행되고 있다.
- ┆ 수전 역률은 **94%**이상으로 관리되고 있다.
- ┆ **8월** 고도처리설비의 준공을 앞두고 **3월**부터 시운전이 진행되면서 전력사용량이 증가하고 최대수요전력이 급속하게 증가하고 있어 이에 대한 대책이 필요함.
- ┆ 발전기는 현재 경제성이 없어 운전을 하지 않고 있다.

구 분	기본요금 (원/kW)	전 력 량 요 금 (원/kWh)			
		여름(7,8월)	봄, 가을		겨울(11~2월)
			6월	3~5,9,10월	
심야 시간	5,110	31.5	31.5	31.5	31.5
주간 시간		89.4	60.4	49.5	60.0
저녁 시간		60.4	49.5	60.4	72.5

- ◆ 전력요금 적용기준 : 산업용(을) 고압B 선택 II
- 적용기준: **300~1,000kW**미만, 표준전압 **154kV**, 전기사용시간: 월 **200~500**시간
- ◆ 계약전력 : **22,000 kW**
- ◆ **2007.04.01**기준

3) 개선 사항

- Ⅰ 노후 된 전기설비 보수 및 도장 실시
- Ⅰ 220V 사용 동력설비의 경우 장기적인 대책으로 330V 또는 고압 설비로 교체하여 저압전력사용에 의한 저항전류 손실 저감
- Ⅰ 전력설비의 유지보수업무를 통합하여 총괄부서에서 현황 및 문제점을 분석, 검토하고 각 처리장별 담당자와 협조 및 지원업무 수행, 연간 보수계획 수립
- Ⅰ 각 처리장별로 설치된 전력사용량 자료를 활용하여 전력사용량을 분석하고 자료화하여 단기 및 장기 계획 수립
- Ⅰ 발전설비는 운전할수록 비용이 증가하고 경제성이 없으므로 운전을 정지하고(현재 운행정지 중) 내구연한 경과 후 폐기처리
- Ⅰ 부식성 가스에 의해 전력설비의 부식 및 노후화가 타 현장에 비해 진행속도가 빠르므로 정기적인 점검과 유지보수 진행
- Ⅰ 수전설비의 역률은 94%이상으로 양호하나 3처리장 유입동등에 변압기 역률이 기준치보다 낮게 나타난다. 역률 90%이하의 전기설비는 역률개선 콘덴서 부착 및 고장여부를 검토
- Ⅰ 한전 전력요금 체계를 효율적으로 이용하는 방안으로 자율절전제도의 적극 활용

17. 문제점 및 개선방안 종합

시설명	현황 및 문제점	개선방안
<p>침사지</p>	<p>유입유량에 따라 침사지 수위를 조정하고 인양기를 주기적으로 가동하며, 우기시 다량의 침사물 유입에 따라 침사지수를 증가하여 적절하게 운전하고 있다.</p> <p>제거된 침사물과 협잡물은 옥외 야적장에서 건조하여 김포매립지 이송처분.</p> <p>세목스크린의 가동은 타이머에 의한 자동운전 또는 주기적인 수동운전을 병행하여 실시하며 조목스크린에 걸린 협잡물은 비주기적으로 수동제거</p>	<p>주기적인 점검과 노후 및 내구연한 경과 설비에 대한 평가 및 교체</p>
<p>유입 펌프동</p>	<p>펌프의 대수제어는 현재 유입수의 수위에 따라 수동으로 대수제어를 하고 있고 집수정 수위는 5m로 운전을 하고 있다.</p> <p>펌프는 유입수의 수위를 상승 운전하는 경우 펌프의 수두감소로 인해 펌핑 유량이 증가하고 펌핑 원단가가 감소하는 효과를 얻을 수 있으나 현재의 5m이상으로 상승하여 운전할 경우 강우 등에 의해 비상상황 발생시 대체능력이 떨어져 침수 위험이 있다.</p>	<p>집수정 수위를 6m로 상향하여 관리 à 펌프수두 감소에 따른 펌프유량 증가 및 운전 원단가 감소 효과 (강우 등 비상시 고려 검토 필요)</p> <p>장기적인 계획으로 인버터 적용 및 자동제어 운전 적용 집수정 수위에 따른 자동제어 적용 및 인버터 적용을 통해 전력에너지 절감 효과</p>

17. 문제점 및 개선방안 종합

시설명	현황 및 문제점	개선방안
<p>유입 펌프동</p>	<p>펌프 토출배관부의 유압실린더에 의해 작동되는 체크밸브가 부착되어 펌프 ON/OFF시 작동을 하고 있다. 펌프가동정지 시 수격에 의한 배관 손상 및 100% 폐쇄가 안 될 경우 역류하는 현상이 발생할 수 있다. (정기적인 점검 필요)</p>	<p>엔진 펌프의 운영 : 하절기 최대전력 수요 관리 및 자율절전 제도 활용</p> <p>장기적인 계획으로 내구연한 경과 설비를 고효율 제품으로 교체</p>
<p>최초 침전지</p>	<p>처리장 별 최초침전지의 생슬러지 인발은 타이머에 의해 시간에 의해 각 지별로 순차적으로 진행이 되고 있어 슬러지 계면이 상이한 경우 농도가 낮게 인발 될 경우 생슬러지 유량이 증가하게 된다.</p> <p>이 경우 농축조로 이송하면 농축조의 처리용량을 초과하고 과부하로 인해 농축조의 효율저하와 수질악화가 발생한다.</p> <p>각지로 유입되는 부하량이 상이하고 생슬러지의 농도와 침전지 슬러지 계면이 다르므로 타이머에 의한 유량제어 운전으로는 처리수질의 안정이 어렵다.</p>	<p>생슬러지 인발에 농도와 유량제어가 동시에 가능한 자동운전 시스템 적용 검토</p> <p>노후 모터 고효율 설비로 교체</p>

17. 문제점 및 개선방안 종합

시설명	현황 및 문제점	개선방안
최초 침전지	<ul style="list-style-type: none"> ┆ 오니반송 펌프의 경우 유량과 양정측정을 할 수 없어 효율측정이 어렵다. ┆ 전체 전력의 10% 이상을 반송펌프가 소비하는 만큼 정기적인 점검과 관리가 필요하다. 	<ul style="list-style-type: none"> ┆ 생슬러지 인발의 자동운전 설정을 위해 자동운전시 생슬러지 인발농도가 낮아지면 해당지역의 인발을 종료하고 다음지로 옮기거나 인발펌프를 정지시키기 위한 농도 하한가를 지정하여 운영한다. ┆ 펌프의 동시운전 대수를 최소한으로 하는 운전스케줄의 수립과 제어방안 적용 ┆ 노후모터 고효율기기로 교체
1처리 장 포기조	<ul style="list-style-type: none"> ┆ 현재 설치되어 있는 송풍기는 루츠(Roots) 송풍기로 효율이 낮고(50% 이하) 소음과 진동이 크고 장기간 사용으로 인한(내구연한 경과) 부품의 마모가 심해 고장이 자주 발생하고 있다. ┆ 송풍기의 경우 연중무휴로 운전을 하는 장비이기 때문에 고효율 기기의 적용시 에너지절감 효과를 크다. ┆ 포기조 1수호가 3지로 되어있으나 공기이송배열이 전후단으로 되어있지 않고 병렬로 배치, 양쪽으로 공기가 투입되고 있어 공기량 조절이 어렵다. 	<ul style="list-style-type: none"> ┆ 효율이 낮은 루츠송풍기를 고효율 고속터보송풍기로 대체 ┆ 고속터보송풍기로 교체시 효율이 45%~80%로 상승하여 연간 4,000MW의 소비전력 절감과 진동과 소음의 저감되는 부대효과를 얻을 수 있다. ┆ 유량조절이 가능하여 포기조의 포기부하에 따른 송풍량을 조절할 수 있다. ┆ 포기조의 유입 부하에 따라 공기량이 전단에서 후단으로 조절할 수 있도록 공기이송배관을 개선한다.

17. 문제점 및 개선방안 종합

시설명	현황 및 문제점	개선방안
3처리장 포기조	<ul style="list-style-type: none"> Ⅰ 흡입구보다는 지하 토출배관실 공이 유입으로 흡입공기 온도가 높아 송풍 효율 저하 Ⅰ 오리피스형 유량계 적용으로 압력손실 발생 Ⅰ DO 센서의 고장으로 측정에 의한 유량 관리로 부하변동에 따른 비례제어가 되지 않음 Ⅰ 내구연한 경과 및 고도처리시설 증설에 따른 송풍용량 증가 방안 수립 필요. Ⅰ 운전중인 송풍기의 효율은 평균 80%로 양호, 5호기와 8호기의 경우 효율이 69%와 73.8%로 다른 기기에 비해 효율이 낮음 Ⅰ 계열별 유입 부하량 균등 분배 어렵고 계열별 처리 효율이 다르게 나타남. 	<ul style="list-style-type: none"> Ⅰ 송풍기 흡입공기온도 저하를 위해 흡입그릴의 면적을 증대하고 송풍기도 출배관 보온과 배관실 환기 및 배관실에서의 공기유입 방지 방안 적용 Ⅰ 정압손실이 큰 오리피스형 유량계를 무정압손실 유량계인 피튜튜브형이나 열질량형 유량계로 교체 Ⅰ 부하에 따른 비례제어방안 적용(인버터 또는 대수제어)을 통한 최적유량 송풍 Ⅰ 단계적으로 내구연한 경과 설비를 고효율 고속터보송풍기 대체 또는 인버터 적용 Ⅰ 고도처리설비보완에 따른 송풍량 증가로 설비 보완 시 고속터보송풍기 적용

17. 문제점 및 개선방안 종합

시설명	현황 및 문제점	개선방안
최종 침전지	<ul style="list-style-type: none"> Ⅰ 3처리장의 반송오니펌프는 예비없이 설치된 펌프가 전량 운전이 되고 있다. Ⅰ 펌프 고장시에는 예비가 없는 관계로 슬러지 처리가 어렵고, 펌프의 효율이 저하되는 경우 유량대비 동력이 상승하여 전력소모가 증가하는 경우 발생 Ⅰ 장기간 상시운전에 의한 펌프의 임펠러 마모 및 케이싱의 마모 발생에 성능 및 효율 저하로 전력비 손실 증대 	<ul style="list-style-type: none"> Ⅰ 각 지별로 예비용 반송설비를 1대씩 추가하여 교대운전 실시 Ⅰ 주기적인 정기점검 실시 및 유량 및 전력이 현저하게 떨어진 펌프는 내부분해 점검을 통해 수리 및 임펠러 및 케이싱을 교체하거나 펌프전체를 교체 Ⅰ 배관의 노후와 스케일 부착에 의해 펌프 효율이 저하되므로 배관의 정기적인 점검과 보수, 교체를 통한 관리 실시 Ⅰ 노후 모터 고효율 기기로 교체

17. 문제점 및 개선방안 종합

시설명	현황 및 문제점	개선방안
농축조	<p>Ⅰ 하수처리과정에서 발생하는 반류수는 유입수량의 1~2%로 적은 유량이지만 최초침전지 생하수의 SS부하에 미치는 영향은 정상 가동시 20~30% 이고 최악의 경우 200~300%에 이른다.</p> <p>Ⅱ 수처리과에서는 양호한 수질확보를 위해 슬러지 처리공정의 용량을 감안하지 않고 생슬러지 및 잉여슬러지를 발생하는대로 농축조로 보내면 농축조의 용량을 초과하게 되고 고형물의 부하가 증가하여 농축효율이 저하되므로 유입되는 슬러지를 수처리공정으로 재순환하게 된다.</p> <p>Ⅲ 종합적으로 판단할 때 농축조의 효율저하는 반류수의 수질악화로 이어지고 슬러지의 악순환으로 연속적인 비효율적인 기기운전을 가져오고 처리수질의 악화를 가져온다.</p>	<p>Ⅰ 생슬러지의 농도설정치를 높이고 농축조의 처리용량 범위에서 고농도의 생슬러지를 보내는 것이 유지관리에서 유리하다.</p> <p>Ⅱ 반류수가 악순환되기 전인 2월부터 각종 수질자료를 면밀히 분석하여 반류수질 농도가 상승하는지 여부를 판단하고 탈수슬러지량을 증가시키고 생슬러지 및 잉여슬러지 유량이 농축조 처리용량내에서 인발되도록 조정하여 관리한다.</p> <p>Ⅲ 반류수가 악순환 될 때 반류수가 농축조에서 수처리계열로 반송되는 것 보다 소화조를 거쳐 탈수처리되는 것이 수질향상에 유익하다.</p>

17. 문제점 및 개선방안 종합

시설명	현황 및 문제점	개선방안
농축조	<ul style="list-style-type: none"> Ⅰ 반류수에 의한 슬러지 악순환은 타 공정에 미치는 영향이 크므로 수처리과와 오니처리과의 협의에 의해 효율적인 운전방안을 수립하여 적용이 필요하다. 	<ul style="list-style-type: none"> Ⅰ 농축조로 유입되는 초침과 종침의 슬러지 인발을 최대한 고농도로 적정량을 인발하기 위해서는 각 지별 슬러지 계면으로 주기적으로 측정하여 슬러지 계면을 균등하게 유지하도록 하고 각 공정별로 양보와 협조를 통해 종합적인 판단과 장기적인 안목으로 최적의 운전방법을 찾아 실천해야 한다.
보일러	<ul style="list-style-type: none"> Ⅰ 바이오가스의 가온 열교환기 소화조 입출구 배관 미보온으로 열손실 발생 Ⅰ 소화조 내부의 온도는 38℃이상으로 관리가 되고 배출되는 소화슬러지는 38℃의 온도를 갖고 배출이 되고 있어 배열회수가 가능하다. Ⅰ 소화조는 외부보온이 되어있어 외벽을 통한 열손실은 거의 없고 투입슬러지에 의한 가온부하만 발생하는 것으로 분석된다. Ⅰ 2처리장의 경우 분료투입에 의해 황화가스 농도가 다소 높게 나타나고 있다 	<ul style="list-style-type: none"> Ⅰ 바이오가스의 가온 열교환기의 소화조 입출구 배관 보온 실시 <ul style="list-style-type: none"> ② 열손실 감소로 바이오가스 사용량의 1.8% 절감가능 Ⅰ 소화조 교반 송풍기를 고효율 터보송풍기로 교체하여 운영 Ⅰ 잉여바이오가스를 현재 도시가스 와 혼용으로 사용하고 있는 슬러지 건조설비를 바이오가스 전용 설비로 대체하여 도시가스 비용 절감(12억/년)

17. 문제점 및 개선방안 종합

시설명	현황 및 문제점	개선방안
보일러	<ul style="list-style-type: none"> ┃ 2처리장의 경우 분료투입에 의해 황화가스 농도가 다소 높게 나타나고 있다. ┃ 2처리장은 발생하는 바이오가스보다 가온보일러에서 소요되는 바이오가스량이 2배정도 많은 것으로 분석된다. ┃ 발전기는 05년 이후 운전에 의한 경제성이 없어 운전을 하지 않고 있다. ┃ 잉여 바이오가스의 발생으로 바이오가스 사용처 발굴 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ┃ 잉여바이오가스를 현재 도시가스 와 혼용으로 사용하고 있는 슬러지 건조설비를 바이오가스 전용설비로 대체하여 도시가스 비용 절감(12억/년) ┃ 장기적인 계획으로 연료전지등의 바이오가스의 사용설비 설치시 소화조 배출슬러지의 배열 회수 방안으로 열교환기의 적용과 배열회수 히트펌프를 적용하여 가온용 바이오가스 소비량을 최소화 하고 발생하는 잉여가스를 연료전지용이나 건조설비의 연료로 사용.
탈수기	<ul style="list-style-type: none"> ┃ 현재 탈수기는 장기간의 가동으로 부식 및 부품의 마모가 심한 상태이고 내구연한이 경과하여 부품의 교체 및 유지보수비용 및 많이 소용되고 있다. ┃ 탈수기의 여과포 장력을 높여 탈수케익의 함유율을 낮게 함으로서 여과포의 손상 등으로 여과포의 수명이 짧다. 	<ul style="list-style-type: none"> ┃ 향후 노후화가 심하거나 불량기기 부터 점차적으로 계획을 세워 교체한다. ┃ 탈수기의 형식은 기존의 설치공간이나 부대설비, 관리의 효율을 위해 별도의 고효율 제품이 없다면 기존과 동일형식의 제품을 적용

17. 문제점 및 개선방안 종합

시설명	현황 및 문제점	개선방안
전기 설비	<ul style="list-style-type: none"> Ⅰ 각 처리장에 설치된 전기설비의 관리상태 불량 a 주 배설물 발견 Ⅰ 전기설비에 대한 유지보수가 각 처리장별로 수행되고 있어 전 처리장의 총괄적인 관리기능이 미흡하고 전기설비에 대한 투자도 각 처리장별로 진행되어 설비에 대한 현황파악이 안 되고 있다. (특히 인버터 적용 여부 미 파악) Ⅰ 154KV 예비선로가 없어 수전선로 사고 시 처리장의 정상운전에 지장 초래 우려 Ⅰ 부식가스등의 영향으로 전기설비의 부식이나 노화가 빨리 진행되고 있다. Ⅰ 수전 역률은 94%이상으로 관리되고 있다. Ⅰ 8월 고도처리설비의 준공을 앞두고 3월부터 시운전이 진행되면서 전력사용량이 증가하고 최대수요전력이 급속하게 증가하고 있어 이에 대한 대책이 필요함. Ⅰ 발전기는 현재 경제성이 없어 운전을 하지 않고 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> Ⅰ 노후된 전기설비 보수 및 도장 실시 Ⅰ 220V 사용 동력설비의 경우 장기적인 대책으로 330V 또는 고압 설비로 교체하여 저압전력사용에 의한 저항 전류 손실 저감 Ⅰ 전력설비의 유지보수업무를 통합하여 총괄부서에서 현황 및 문제점을 분석, 검토하고 각 처리장별 담당자와 협조 및 지원업무 수행, 연간 보수계획 수립 Ⅰ 각 처리장별로 설치된 전력사용량 자료를 활용하여 전력사용량을 분석하고 자료화하여 단기 및 장기 계획 수립 Ⅰ 발전설비는 경제성 분석 결과 운전할수록 비용이 증가하고 경제성이 없으므로 운전을 정지하고(현재 운행정지 중) 내구연한 경과 후 폐기 처리

17. 문제점 및 개선방안 종합

시설명	현황 및 문제점	개선방안
전기설비		<ul style="list-style-type: none"> Ⅰ 수전설비의 역률은 94%이상으로 양호하나 3처리장 유입동등에 변압기 역률이 기준치보다 낮게 나타난다. 역률 90%이하의 전기설비는 역률개선 콘덴서 부착 및 고장여부를 검토 Ⅰ 한전 전력요금 체계를 효율적으로 이용하는 방안으로 자율절전제도의 적극 활용 Ⅰ 정전사고대비 154KV의 예비선로 신설
슬러지 건조시설	<ul style="list-style-type: none"> Ⅰ 슬러지 처리설비에 바이오가스를 적용하여 도시가스 사용량을 연간 7억 이상 절감하고 있다. Ⅰ 2006년도 기준 슬러지 건조에 연간 12.5억의 도시가스를 소비하고 있다. Ⅰ 함수율 80%의 하수슬러지를 10%로 건조할 때 발생하는 배기열(현열+잠열)을 별도의 회수장치 없이 방류수를 이용한 콘덴서에서 응축시킨 후 방류하고 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> Ⅰ 도시가스 /바이오가스 겸용 증기보일러를 구조개선을 통해 바이오가스 전용으로 변경하여 바이오가스 전용으로 도시가스 비용 절감(센터진행) Ⅰ 하수슬러지 배기열 회수하여 소화조 가온 열원 및 센터 온수공급용으로 활용(센터진행)

V. 개선사항

1. 포기용 송풍기 단계별 개선방안
2. 바이오가스의 효율적 이용방안
3. 세부 개선 사항송풍기 흡입온도 강하로 효율 향상
4. 송풍기 유량계 변경으로 전력 절감
5. 유입펌프 수두감소를 통한 소비전력 절감
6. 소화조 교반 송풍기 교체
7. 전력요금제도의 효율적 운용으로 전력비 절감
8. 저압 동력용 변압기의 승압에 의한 전력손실 저감
9. 바이오가스 전용 열병합 발전기 신설
10. 보일러 연소조정으로 열효율 향상
11. 소화조 열교환기 오니배관 단열 실시로 방열손실 절감
12. 소화조 슬러지 배열 회수
13. 슬러지 건조시설 바이오가스 전량 대체
14. 슬러지 건조시설 배기열 회수

1. 포기용 송풍기 단계별 개선방안

1) 개선 방안(3처리장)

단 계	개 선 방 안		적 용 효 과
1단계	송풍기동 유입공기 개선		흡입공기 유량 증가 송풍기 효율 증가 소비전력 저감
2단계	(1안) 흡입측 유량계 철거 (2안) 무정압손실 풍량계 대체		풍압손실 저감 송풍기 풍량 공급 증가 송풍기 1대 Off가능
3단계	(1안)고압인버터 적용	(2안) 저압인버터 내장 송풍기 도입	댐퍼제어 손실 감소 최적풍량 가변 공급
	•노후송풍기 교체시 추가 투자 필요 •인버터 설치공간 확보 •투자비 (30억 소요)	• 저압 (380V) 전원 사용 • 탈취설비 추가 투자 필요	
4단계	풍량제어 방안 정립 (1)DO 추종 풍량 제어 (2)유입유량 추종 풍량제어		유입 및 포기조건에 맞는 송 풍량 자동제어실시 과풍량 억제 소비전력 저감
부가효과	최적 송풍량 제어 댐퍼 및 유량계 손실 저감 노후설비 대체 효과		

2) 송풍량 제어 방법 비교

항 목	토출댐퍼제어	대수제어	인버터 제어	
			(1안)기존+인버터	(2안)인버터 내장 터보블로워 적용
적 용	현 적용 방안	송풍기 On/Off로 풍량제어	기본송풍기 일부에 고압 인버터 적용 10대중 4대 적용	저압인버터 내장 송풍기로 교체 4대를 5대로 대체
제어point	(1) 포기조 DO, (2)유입수 유량 X BOD \leq 포기풍량 산출 제어			
장 점	기존 시스템 사용 별도의 투자 없음		자동제어 용이 과잉포기량 감소 소비전력 감소	(1안)보다 저렴 자동제어 용이 노후송풍기 대체 (1안)보다 효율 증대 풍량제어 범위 넓다.
단 점	자동제어 어려움 댐퍼 손실 \Rightarrow 소비전력 증가 송풍기의 빈번한 On/Off 난이		투자비 큼 (대당 2~3억) 노후 된 기존 송풍기 교체 비용 추가발생	중용량 교체대수 증가 저압(380V) 트랜스 추가
투자비			10대 인버터 적용 30억	5대 교체시 8억
절감액			3.8억/년	3.8억

3) 송풍기 정압 설계

설계 수두 $H = H_s + H_f = 6,500\text{mmAq}$

H_s : 수두압 = 폭기조 수면 - 산기관 설치 높이 = 5.1 m = 5,100mmAq

$H_f = h_f + h_d + h_t = 1,200\text{mmAq}$

- h_f : 배관마찰손실 400mmAq
- h_d : 산기관 막힘 손실 600mmAq
- h_t : 유량계 손실 200mmAq

I 송풍기 주파수 제어 (인버터 적용)

주파수(Hz)	회전수(rpm)	유량(m ³ /h)		정압(mmAq)		소비전력(kWh)	
60	3600	420	100%	6,500	100%	500	100%
59	3540	413	98%	6,285	97%	475	95%
58	3480	406	97%	6,074	93%	452	90%
57	3420	399	95%	5,866	90%	429	86%
56	3360	392	93%	5,662	87%	407	81%
55	3300	385	92%	5,462	84%	385	77%
54	3240	378	90%	5,265	81%	365	73%
53	3180	371	88%	5,072	78%	345	69%

§ 송풍기에 인버터 적용시 **53Hz**로 운전(서남)

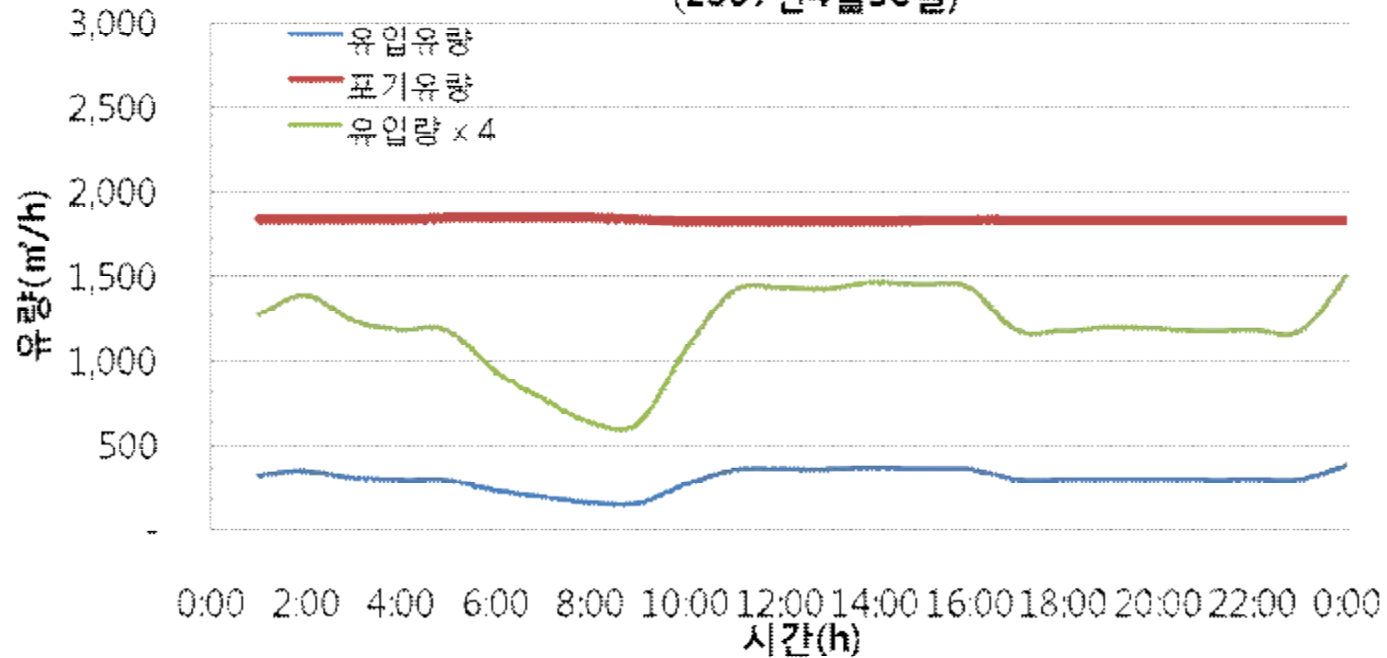
§ 유량은 **12%**감소하고 소비전력은 **31%**절감되는 효과 있다.

§ 3처리장 **10**대의 송풍기에 인버터 적용할 경우 **30**억의 신규투자 필요.

4) 과잉 송풍량 분석

하수 유입량과 포기량 비교

(2007년4월30일)



- 송풍기의 포기량을 하수유입량의 4배로 비례제어 할 경우에 그림에서 색칠한 부분이 과잉공기량으로 산출된다.
- 공기량의 제어는 송풍기 **ON/OFF**에 의한 대수제어와 송풍기의 회전수를 조절하여 풍량을 제어하는 방안이 있다.

2007년 4월 30일 기준

시간	유량 (m ³ /h)					소비전력(kWh)			운전비용(원)		
	유입량	송풍량	송풍량/유입량	유입량 x 4	과잉송풍량	송풍전력	대수제어	인버터 적용	송풍전력	대수제어	인버터 적용
1:00	319	1,838	5.77	1,274	563	3,500	2,500	2,412	110,250	78,750	75,989
2:00	347	1,838	5.30	1,388	450	3,500	2,500	2,412	110,250	78,750	75,989
3:00	309	1,839	5.95	1,237	602	3,500	2,500	2,412	110,250	78,750	75,989
4:00	297	1,838	6.20	1,186	652	3,500	2,500	2,412	110,250	78,750	75,989
5:00	294	1,841	6.25	1,178	663	3,500	2,500	2,412	110,250	78,750	75,989
6:00	233	1,845	7.92	932	913	3,500	2,500	2,412	110,250	78,750	75,989
7:00	193	1,845	9.54	773	1,071	3,500	2,000	2,412	110,250	63,000	75,989
8:00	159	1,843	11.61	635	1,208	3,500	2,000	2,412	110,250	63,000	75,989
9:00	157	1,835	11.66	630	1,205	3,500	2,000	2,412	110,250	63,000	75,989
10:00	265	1,825	6.88	1,062	763	3,500	2,500	2,412	173,250	123,750	119,412
11:00	352	1,821	5.17	1,410	411	3,500	2,500	2,412	173,250	123,750	119,412
12:00	358	1,822	5.08	1,433	389	3,500	3,000	2,412	173,250	148,500	119,412
13:00	356	1,820	5.11	1,425	395	3,500	3,000	2,412	173,250	148,500	119,412
14:00	366	1,821	4.98	1,464	357	3,500	3,000	2,412	173,250	148,500	119,412
15:00	363	1,828	5.04	1,450	378	3,500	3,000	2,412	173,250	148,500	119,412
16:00	359	1,833	5.11	1,435	398	3,500	3,000	2,412	173,250	148,500	119,412
17:00	296	1,833	6.19	1,185	648	3,500	3,000	2,412	173,250	148,500	119,412
18:00	295	1,831	6.20	1,181	650	3,500	3,000	2,412	173,250	148,500	119,412
19:00	300	1,828	6.10	1,198	630	3,500	3,000	2,412	173,250	148,500	119,412
20:00	297	1,828	6.15	1,189	639	3,500	3,000	2,412	211,400	181,200	145,706
21:00	295	1,831	6.20	1,180	650	3,500	3,000	2,412	211,400	181,200	145,706
22:00	296	1,828	6.18	1,183	645	3,500	3,000	2,412	211,400	181,200	145,706
23:00	295	1,829	6.20	1,180	648	3,500	3,000	2,412	211,400	181,200	145,706
0:00	379	1,829	4.83	1,515	315	3,500	3,000	2,412	211,400	181,200	145,706
합계	7,181	43,969	6.12	28,724	15,245	84,000	65,000	57,897	3,781,750	3,003,000	2,606,554
비율						100%	77.4%	68.9%	100%	79.4%	68.9%
절감액 (원/일)										778,750	1,175,196

- ┃ 송풍기 7대 운전 / 대당 평균 송풍량 257m³/h
- ┃ 대수제어 : 유량에 따라 송풍기 운전대수 제어
- ┃ 인버터 : 송풍기 회전수 제어

5) 유입수 유량에 대한 송풍량 제어 (4월30일 Data기준)

항 목	소비전력(kWh/일)			운전비용(원/일)		
	송풍전력	대수제어	인버터 적용	송풍전력	대수제어	인버터 적용
산출전력	84,000	65,000	57,897	3,781,750	3,003,000	2,606,554
비 교	100%	77.4%	68.9%	100%	79.4%	68.9%
절 감		19,000	26,103		778,750	1,175,196

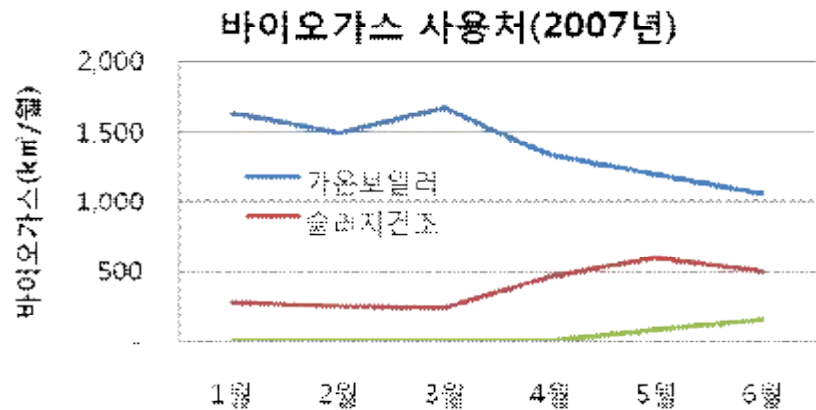
- ┃ 2006년 4월30일 : 송풍기 7대 가동
- ┃ 대수제어 : 유입유량에 따라 송풍기 운전대수 4~7대로 조절운전
- ┃ 회전수제어: 유입유량에 따라 송풍기 회전수 제어로 송풍유량 제어
최소 운전 주파수 53Hz (송풍정압 최저치)
- ┃ 투자비 : 대수제어 ㄹ 기존 시스템 이용
회전수 제어 ㄹ 대당 3억 소요

ㄹ 포기용 송풍기의 경우 서울시에서 전체에 대한 개선계획 수립중(2007년 7월)

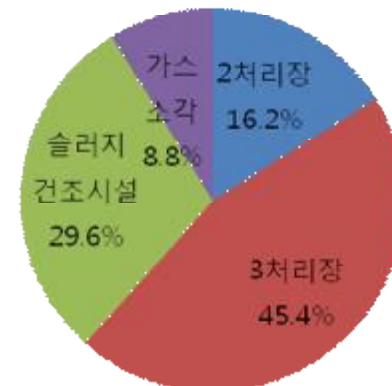
2. 바이오가스의 효율적 이용방안

1) 바이오가스 발생 현황 (2007년)

월 별	가 스 발 생 량			가 스 사 용 량					잉여 가스 소각
	계	2처리장	3처리장	계	가온보일러			슬러지 건조시설	
					소계	2처리장	3처리장		
합계	11,086	1,496	9,590	10,746	8,380	1,630	6,750	2,366	221
1월	1,920	206	1,714	1,922	1,635	264	1,371	287	0
2월	1,748	222	1,526	1,751	1,495	241	1,254	255	0
3월	1,915	274	1,641	1,921	1,675	286	1,389	246	0
4월	1,814	269	1,544	1,799	1,330	277	1,053	470	0
5월	1,955	280	1,675	1,794	1,192	286	906	602	70
6월	1,735	244	1,490	1,559	1,053	276	776	506	150



바이오가스 사용처 분석(6월)



Ⅰ 소화조 온도관리와 기계식 농축기설비 개선에 의해 바이오가스 발생량이 증가하고 하절기 가온보일러 부하의 감소로 슬러지 건조설비에 바이오가스 사용량을 2배이상 증가해도 잉여바이오가스가 2007년7월 기준으로 8.8%가 발생하여 소각처리

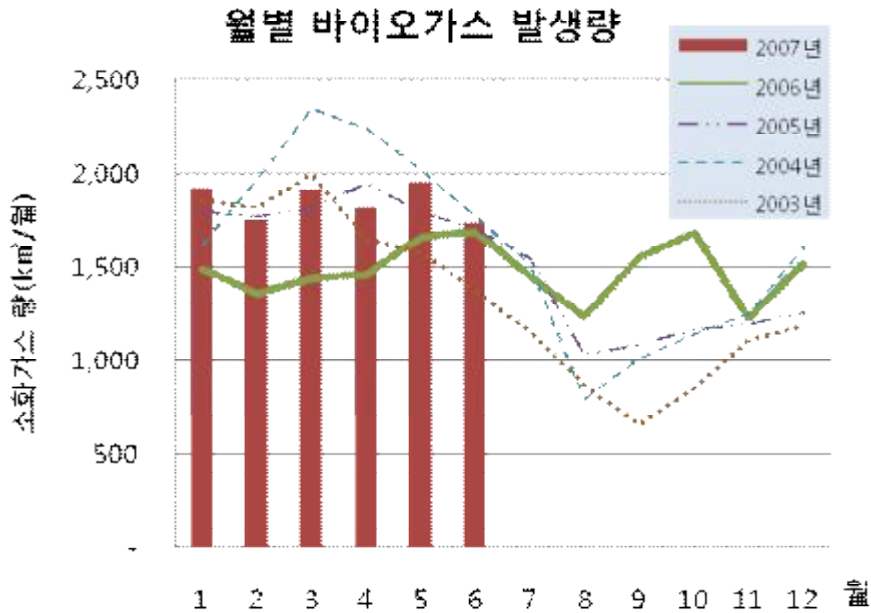
Ⅰ 바이오가스 사용처는 2007년6월 기준으로 2,3처리장 소화조 가온보일러 용으로 61.6%, 슬러지 건조설비에 29.6%, 잉여가스 소각에 8.8%를 이용하였다

2) 슬러지 건조설비 소화가스 이용 현황(2007년 상반기)

월별	슬러지 처리량 (m ³ /월)	도시가스사 용량 (Nm ³)	바이오가스 공급량 (m ³)	도시가스 금액(백만 원)	도시가스 환산금액 (백만원)	도시가스 절감금액 (백만원)	도시가스 (toe)	바이오가 스(toe)	전체 (toe/월)	도시가스 비율(%)	처리원단위 (kgoe/m ³)	도시가스 단가 (원/m ³)
소계	32,574	805,627	2,363,333	433.1	1,060.2	627.0	850	1,229	2,079	41%	63.8	
1월	5,749	219,324	286,752	117.8	193.7	75.9	231	149	380	61%	66.2	62.8
2월	5,197	180,816	255,347	97.1	164.7	67.6	191	133	324	59%	62.3	
3월	5,145	170,144	242,980	91.4	155.7	64.3	180	126	306	59%	59.4	
4월	5,245	67,330	469,580	35.2	156.3	121.0	71	244	315	23%	60.1	64.9
5월	5,900	69,113	602,341	37.7	199.7	162.0	73	313	386	19%	65.4	
6월	5,338	98,900	506,333	54.0	190.1	136.2	104	263	368	28%	68.9	

- Ⅰ 슬러지 건조설비는 2007년도 4월부터 도시가스 사용비율을 60%에서 20%로 낮추어서 운영하고 있다. 도시가스 절감금액은 1~3월의 64.3~75.9백만원/월에서 4~6월의 경우 121~162백만원으로 2배이상 증가하였다. (연간 16.7억 절감 예상)
- Ⅰ 슬러지 m³당 처리원단위는 평균 63.8kgoe이며 도시가스 비율을 20%로 감소시 처리원단위는 62.8에서 64.9로 증가함.
- Ⅰ 슬러지 건조설비에서 일부 사용하는 바이오가스를 전량 바이오가스로 대체할 경우 연간 20억 이상의 도시가스 비용 절감효과가 있다.

3) 월별 바이오가스 발생량 비교



일평균 바이오가스 발생량

(단위 : m³/일)

월	2007년	2006년	2005년	2004년	2003년
1	61,936	48,086	58,063	52,346	59,804
2	62,438	48,488	63,353	70,344	64,864
3	61,768	46,389	58,522	75,624	64,381
4	60,455	48,829	64,958	74,684	54,941
5	63,032	53,476	57,800	65,116	50,945
6	55,935	56,262	56,678	59,079	45,842
7		46,798	49,827	48,694	37,284
8		39,888	33,226	25,645	27,961
9		51,745	36,226	33,894	21,844
10		54,296	37,540	36,798	27,644
11		40,972	39,787	41,776	36,799
12		48,845	40,445	51,596	38,334
평균	60,927	48,666	49,593	52,830	44,098

- Ⅰ 소화조 온도관리와 기계식 농축기의 도입으로 바이오가스 발생량은 2006년 대비 20%정도 증가하였다 .
- Ⅰ 일평균 바이오 가스 발생량은 60,927 m³이며 하절기 가온보일러 부하감소로 슬러지 건조설비에 대한 바이오가스 공급량을 증가해도 잉여가스가 발생하여 5~6월에 소화가스를 소각처리하였다.

4) 년도별 소화가스 발생량 비교

(단위 : kNm³)

구분	가 스 발 생 량			가 스 사 용 량				잉여 가스 소각	비고
	계	2처리장	3처리장	2처리장가 온보일러	3처리장가 온보일러	가스발전 기	슬러지건 조시설		
2001	15,281	3,366	11,915	3,864	8,344	3,078		15,286	
	100%	22%	78%	25%	55%	20%		100%	
2002	15,994	2,933	13,061	3,665	10,852	1,470		15,988	
	100%	18%	82%	23%	68%	9%		100%	
2003	16,096	3,149	12,947	3,984	9,688	2,400		16,073	
	100%	20%	80%	25%	60%	15%		100%	
2004	19,283	2,600	16,683	2,866	13,747	1,928	532	19,073	214
	100%	13%	87%	15%	72%	10%	3%	100%	1.1%
2005	18,101	1,227	16,875	1,858	11,843	98	4,305	18,104	
	100%	7%	93%	10%	65%	1%	24%	100%	
2006	17,763	748	17,015	1,641	13,067	35	3,021	17,764	
	100%	4%	96%	9%	74%	0%	17%	100%	
2007	11,086	1,496	9,590	1,630	6,750	0	2,366	10,746	221
	100%	13%	87%	15%	63%	0%	22%	100%	2.0%

- I 소화가스의 발생은 3처리장에서 90%정도 발생하고 있다.
- I 가스발전기는 2005년 이후 경제성문제로 운영을 하고 있지 않다.
- I 2004년도부터 슬러지 건조설비에 소화가스를 공급하여 도시가스 사용량을 일부 대체하고 있다.
- I 2007년도5월 부터 잉여가스 발생으로 소각처리를 하고 있다.

..

5) 문제점

- I 바이오가스 발생량의 증가로 인해 잉여바이오가스 발생 2007년 6월 8.8% 소각처리
- I 가스발전기는 경유와 소화가스 겸용 발전기로서 경유를 15% 사용하나 경유단가 인상으로 인해 발전 경제성 없음
- I 슬러지 건조 설비는 바이오가스를 적용하여 도시가스 비용을 2006년 6억원이상 절감했으나 도시가스 비용으로 년 12억원 이상 지급하고 있다.
- I 소화조 가온을 위해 발생하는 바이오가스의 88%를 가온보일러에서 사용하고 있다.
- I 소화조 소화인발오니는 38℃의 온도로 배출되고 있다.
- I 소화조 자체의 열손실은 전체 열손실의 0.3%이고 소화조 가온 부하의 90%는 소화조 투입 농축오니에 의한 것이다.

6. 개선 사항

- Ⅰ 잉여 소화바이오 슬러지 건조 공정으로 공급하여 슬러지건조 공정에 도시가스를 대체
 - è 건조보일러 소화가스 전용으로 개선 (개선사항 13번 참조)
- Ⅰ 소화조 소화인발오니의 폐열을 열교환기를 설치하여 공급 농축오니 가온
 - à 연간 3,369 k^m/년 의 바이오 가스 절감
 - à 발생하는 잉여소화가스를 슬러지 건조 보일러로 공급
- Ⅰ 농축오니 가온등은 제3처리장 고도처리공사에 따른 소화조 활용여부에 따라 장기적으로 검토가 필요함 (개선사항 12번 참조)
- Ⅰ 가스발전기에 활용하던 바이이오가스를 경제성이 우수한 슬러지건조시설의 도시가스 대체연료로 일부 공급하여 사용하고 있다. 2007년 업무개선과제로 바이오가스를 슬러지건조시설 열원으로 전량 공급할 수 있는 시설로 개선하여 바이오가스 발생 전량을 활용할 계획이다.
- Ⅰ 바이오가스 발생량 증가 또는 잉여 바이오가스 발생시 바이오전용 가스발전 설비를 설치하여 운영 (검토 필요)
- Ⅰ 향후 연료전지 등 신재생에너지 적용 시 소화조 배열회수 히트펌프를 설치하여 잉여소화가스 생산을 최대화하고 발생하는 잉여 소화가스를 연료전지에 공급 (단위: m³/년)

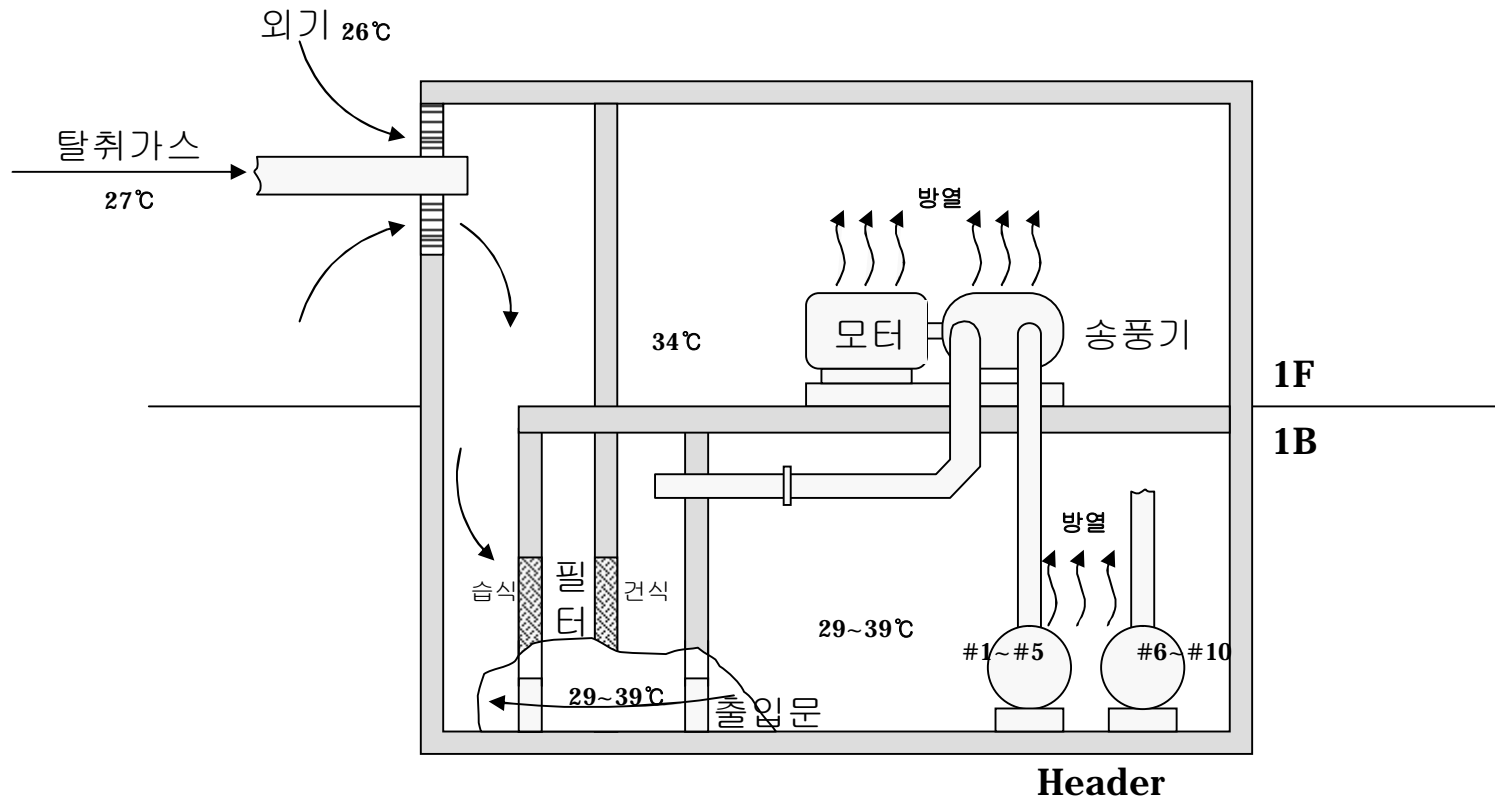
구분	(1) 현재		(2) 잉여 ->슬러지		(3) 열교환기 적용 + 슬러지 소각설비 개선		(4) (3)적용 + 소화가스 발전기 적용		(5) (4) 적용 + 연료전지	
	사용량	구성비	사용량	구성비	사용량	구성비	사용량	구성비	사용량	구성비
가온보일러	16,760	76.4%	16,760	76.4%	13,391	61.1%	13,210	60.2%	6,813	31.1%
슬러지건조	4,732	21.6%	5,174	23.6%	7,995	36.5%	7,995	36.5%	7,995	36.5%
가스발전기							1,458	6.6%	1,458	6.6%
연료전지									6,994	31.9%
과부족	442	2.0%	-	0.0%	548	2.5%	- 729	- 3.3%	- 1,326	- 6.0%
소계	21,934	100.0%	21,934	100.0%	21,934	100.0%	21,934	100.0%	21,934	100.0%

3. 송풍기 흡입온도 강하로 효율 향상

가. 현황 및 문제점

● 현 황

- 송풍기는 외기와 탈취가스를 흡입하여 포기조 및 최초 침전지로 공급한다.



가. 현황 및 문제점

(1) 송풍기 운전 현황 및 사양

- | 송풍기는 **10대 중 8대**가 상시 가동
- | 외기와 탈취가스는 습식(**Oil**) 필터와 건식필터, 유량계(오리피스)를 거쳐 송풍기로 흡입 (**- 205mmAq**)되며, 송풍기를 거쳐 **5,580 mmAq**의 압력으로 포기조와 최초 침전지로 공급.
- | 송풍기 토출 공기의 온도는 약 **92℃**이며 지하 **1층**과 공동구의 공급배관 표면으로부터 방열
- | 송풍기 유입유량은 오리피스를 이용하여 측정하며 현재 오리피스 **1개** 이외에는 계측기의 이상으로 계기판에 표시가 되지 않고 있다.
- | 송풍기에서 가압된 공기는 **92℃**로 승온되어, **Header** 및 공동구내 공급배관 표면으로부터 다량의 열을 방출하여, 실내 공기가 **39℃**까지 상승.(외기 **26℃**)
- | 흑서기에는 **45℃**이상 상승 예상.
- | 공기는 실외기 및 탈취가스를 흡입되도록 설계되어 있으나, 필터실 부압으로 지하실 내부의 고온 공기가 유입
- | 고온공기의 흡입으로 송풍기 효율 하락 예상.

가. 현황 및 문제점

(2) 흡입공기 온도

Ⅰ 송풍기 흡입배관의 온도 실측이 곤란하여 건식 집진기 내부 온도 측정.

Ⅰ 고온 실내공기 유량은 출입문에서 유속/온도 측정

§ 송풍기 유량 : **3,371 m³/min**

§ 포 기 조 : **3,034 m³/min**

§ 최초침전조 : **337 m³/min**

Ⅰ 실내공기 유입유량 : **1,956 m³/min**

§ # 1호기측 출입문 : **727 m³/min** (면적 1.9m², 속도 6.5m/s, 온도 35℃)

§ #10호기측 출입문 : **1,230 m³/min** (면적 1.9m², 속도 11m/s, 온도 38.8℃)

§ 외기 및 탈취가스 유입유량 : **1,415 m³/min (3,371- 1,956 m³/min)**

유입공기	유입유량 (m ³)	비율 (%)	유입온도 (℃)	평균유입온도 (℃)	외기30℃기준 (℃)
1호기측 출입문	727	21.6	35	30.4	36.4
10호기측 출입문	1,230	36.5	35		
외기/탈취가스	1,415	42.0	24		
합 계	3,372				

가. 현황 및 문제점

(3) 실내공기 온도상승 원인

- | 지상층에 설치된 송풍기 토출 배관이 지하층으로 내려와서 **Main Header**에 연결되어 있다.
- | 송풍기 토출 온도는 **92℃**이므로 배관 표면으로 부터 열 방산.
- | 송풍기 흡입력에 의해 실내공기는 송풍기로 흡인되며, 계단실 및 지하공동구로 부터 지하실로 공기가 유입.
- | 지하실 및 공동구의 공급배관 표면으로부터 방열된 열기가 지하실로 유입.

● 문제점

(1) 흡입공기 온도 상승으로 송풍기 효율 하락

- 흡입공기 온도 상승하면 공기밀도가 낮아지며 압축 효율이 낮아진다.
- 통상 흡입온도 **10℃** 강하 시 송풍기 효율 약 **3.3%** 상승

(2) 외기 유입 그릴의 면적이 작아 필터실 출입구 압력 상승으로 출입문 개폐

곤란 및 조기 손상

- 현재 출입문은 상시 개방 운전을 하고 있다.
- 지하실내 고온공기가 필터실로 다량 유입 : 송풍기 총 흡입 공기량의 **58%**

나. 개선방안 및 효과

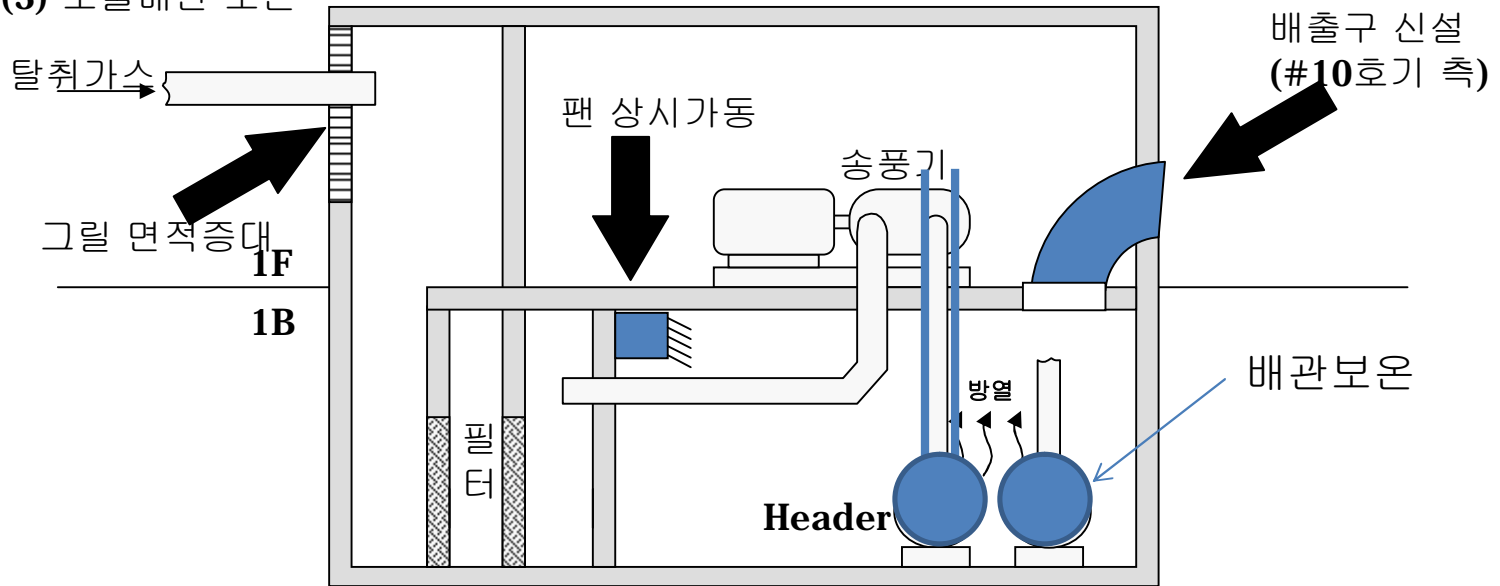
● 개선방안

(1) 외기 흡입 그릴 면적 증대로 전량 외기 흡입

- 현재 면적 : 측정불가 (자료 없음)
- 확장 면적 : 현재면적 + 4 m² (#1,4호기 측 각각 2 m² 씩 확대)
- 지하 필터실 출입구 2중문 원상 복구.

(2) 실내 고온 공기 배출구 신설 및 외기 공급 팬 가동

(3) 토출배관 보온



나. 개선방안 및 효과

● 개선효과

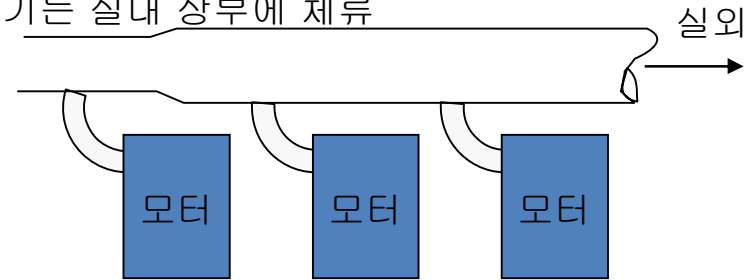
(1) 개선효과

- 지하실 내부의 송풍기 유입공기 온도 : 흑서기 **45℃**, 흑한기 **30℃**, 연평균 **38℃** 예상
- **2006년** 연평균 온도 : **14℃**
- 현재 송풍기 연평균 흡입온도 : **27.9℃** [$(38℃ \times 58\% + 14℃ \times 42\%) \div 100$]
- 전량 외기 온도 공급 시 온도 : **15℃** (탈취가스 온도 고려)
- 온도강하 : **12.9℃** ($27.9 - 15℃$)
- 송풍기 효율 상승 : **4.3%**
 $(1 - (273+15)/(273+27.9)) \times 100\% = 4.3\%$
- 연간 전력절감 : **1,053 MWh** (연간 전력사용량 **24,571 MWh** \times **4.3%**)
- 냉각팬 가동에 따른 전력증가 : **37.5kWh** \times (**8,760 - 2,160**) = **247,500 kWh**
※현재 하절기 **3개월** 가동
- 연간 절감금액 : (**1,053 MWh - 247.5 MWh**) \times **62.16** 천원/MWh
= **50,070** 천원/년

나. 개선방안 및 효과

※ 운전환경 개선 및 설비보호 방안

- 1층 송풍기실 온도 저감으로 운전 환경 개선 필요
- 송풍기실은 송풍기 모터 발열 및 블로워 표면 방열로 진단 당시 **34℃** 임 (외기 **26℃**)
(모터 냉각팬 출구 온도 : **66.7℃**)
- 송풍기실 좌, 우측 장비반입구가 있으나 고온공기는 실내 상부에 체류
- 환기 팬이 있으나 용량 부족



- 개선방안-1 : 상부 벽면 환기구 증설
- 개선방안-2 : 모터 냉각공기를 외기로 인출
(그림 참조)
- 개선방안-3 : 토출배관 보온처리

다. 투자비 산출

- **35,000** 천원

공사비 : 외기 유입 그릴 확대, 필터실 출입구 정상화, 송풍기실 바닥 천공 및 덕트 신설 및 보온

라. 기대효과

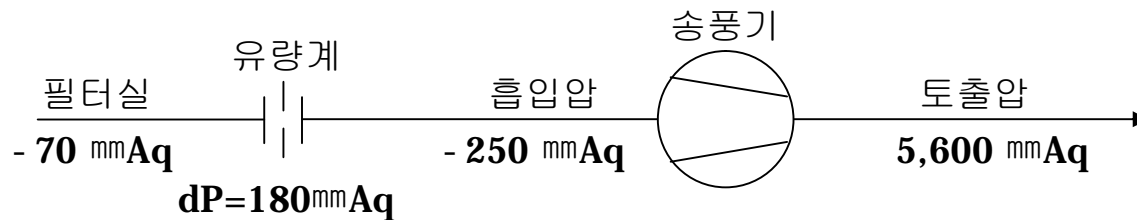
에너지명	절감량 (MWh/년)	절감액 (백만원/년)	투자소요액 (백만원)	투자회수기간(년)
전력	805.5	50.7	35.0	0.69

4. 송풍기 유량계 변경으로 전력 절감

가. 현황 및 문제점

● 현황

- 송풍기 각각에 유량계가 설치되어 있음.
- 유량계는 오리피스형으로 송풍기별 차이는 있지만 약 **180mmAq**의 압력 손실이 발생 (송풍기 정압 설계시 유량계 정압손실 **200mmAq**고려)



- 송풍기 총 압력손실 수두는 **5,850mmAq** 임

● 문제점

- 송풍기는 압력에 비례해서 소비전력이 증가한다.
- 유량계의 압력손실(**3%**) 만큼 소비전력은 증가하고 유량도 감소한다.

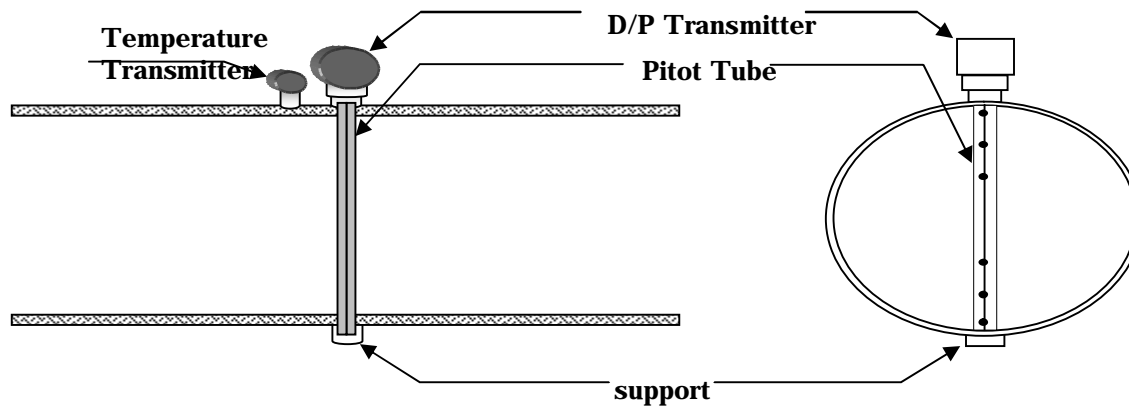
나. 개선방안 및 효과

● 개선방안 (1안 피토투브 유량계 적용)

(1) 송풍기 유량계를 평균 피토투브 형식으로 교체하여 압력손실 저감

- 현 오리피스 유량계 차압 **180mmAq** → 신규 유량계 차압 **30 mmAq** 이하
- 평균 피토투브 장점
 - * 압력손실 작음(**30mmAq**이하)
 - * 설치 및 관리 용이
 - * 배관 직경방향 유속 불균일 보정

(2) 시스템 구성



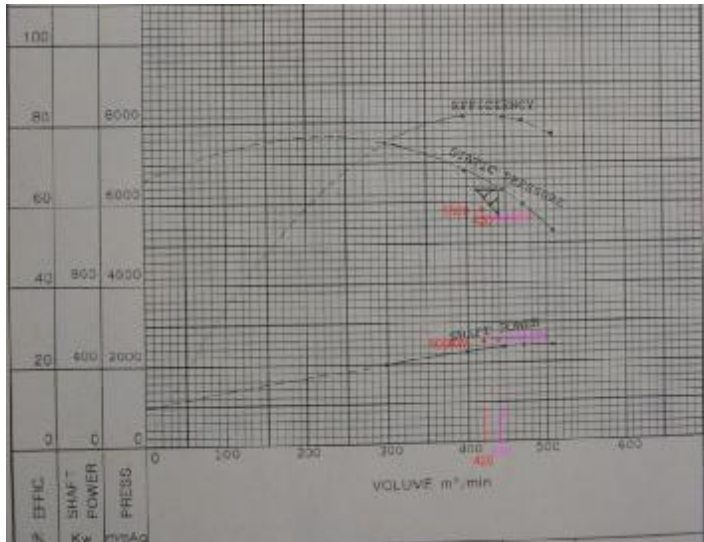
나. 개선방안 및 효과

● 개선효과

- 오리피스 유량계의 차압 **180mmAq**를 신규 유량계 차압 **30 mmAq**로 교체할 경우 현재 소요동력 대비 **3.9%** 절감 가능.
- 산출 근거

$$\begin{aligned} \text{소요동력 } L_2(\text{kW}) &= L_1(\text{kW}) * (P_2/P_1)^{3/2} \\ &= L_1 * [(5,600+30)/(5,600+180)]^{3/2} \end{aligned}$$

1. 성능곡선



구 분	정압 (mmAq)	풍량 (m ³ /mi n)	소비전력 (kW)
개선 전	5,800	420	500
개선 후	5,600	440	504
개선 효과	-200	20	4
비율 (%)	-3.4%	4.8%	0.8%

성능곡선으로 분석 유량은 **4.8%** 증가 소비전력은 **0.8%** 증가한다. 현재 **8**대가 운전하고 있어 총 **0.38**대의 송풍량 증가효과가 있다.

나. 개선방안 및 효과

● 개선효과

(1) 개선효과

- 오리피스 유량계의 차압 **180mmAq**를 신규 유량계 차압 **30 mmAq** 로 교체할 경우
현재 소요동력 대비 **3.9%** 절감 가능.

$$L_2(\text{kW}) = L_1(\text{kW}) * (P_2/P_1)^{3/2} = L_1 * [(5,600+30)/(5,600+180)]^{3/2} = 0.961 * L_1$$

(2) 절감량

- 절 감 량 = 연간 전력량 × 절감율
= **24,571 MWh/년** × **3.9%**
= **958.3 MWh/년 (206 toe)**
- 절감금액 = **958.3 MWh/년** × **62.16** 천원/MWh = **59,568** 천원/년

다. 투자비 산출

- **30,000** 천원
평균피토투브 **10set**, 압력보정센서 **10set** (설치 공사비 포함)

라. 기대효과

에너지명	절감량 (toe, MWh/년)	절감액 (백만원/년)	투자소요액 (백만원)	투자회수기간(년)
전력	958.3	59.5	30.0	0.5

나. 개선방안 및 효과 - 열식 질량 유량계 적용

● 개선방안 (2안 열식 질량 유량계 적용)

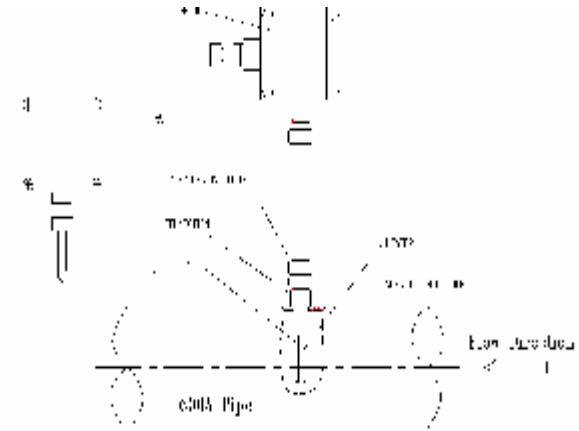
오리피스 유량계와 열식 질량 유량계 비교

구 분	오리피스 유량계	열식 질량 유량계
정확도	±5% F.S.	±0.5% F.S.
출력	ANALOG 4-20mA	ANALOG 4-20mA DIGITAL RS232C, 485
부하조정비	10 : 1	100 : 1
측정유량	체적유량	질량유량
설치/부대설비	설치장소가 넓고 배관(FRANGE) 용접을 위해 절단 / 복잡	설치장소가 적고 배관 절단 없이 설치 가능(삽입) / 간단
압력손실	많음	적음
직관부	10D	5~7D
유지 보수	용 이	극히 적음
장점	가격이 저렴	압력, 온도 보상 없이 질량유량 측정이 가능하고 구동부가 없어 고장이 없다.

● 개선효과 [피토투브와 열식 질량 유량계의 절감 효과는 동일 함]

나. 개선방안 및 효과 - 열식 질량 유량계 적용

- Ⅰ 온도, 압력변화의 영향을 받지 않고 유체의 질량 유량 측정
- Ⅰ 저유량의 유량 측정도 가능하다.
- Ⅰ 응답속도가 매우 빠르다.
- Ⅰ 보수, 점검 용이
- Ⅰ 측정범위가 넓다. (100: 1)
- Ⅰ 직관부의 확보가 어려운 경우에도 사용이 가능(7D).



다. 투자비 산출 - 열식 질량 유량계 적용

- 열식 질량 유량계 : 5,000(천원/개)
- 투자비 = [5,000(천원/set) x 10(set)] = 50,000(천원)
(기존 철거 및 설치 공사비 포함)

라. 기대효과 - 열식 질량 유량계 적용

에너지명	절감량 (MWh/년)	절감액 (백만원/년)	투자소요액 (백만원)	투자회수기간(년)
전력	958.3	59.5	50.0	1.2

5. 유입펌프 수두감소를 통한 소비전력 절감

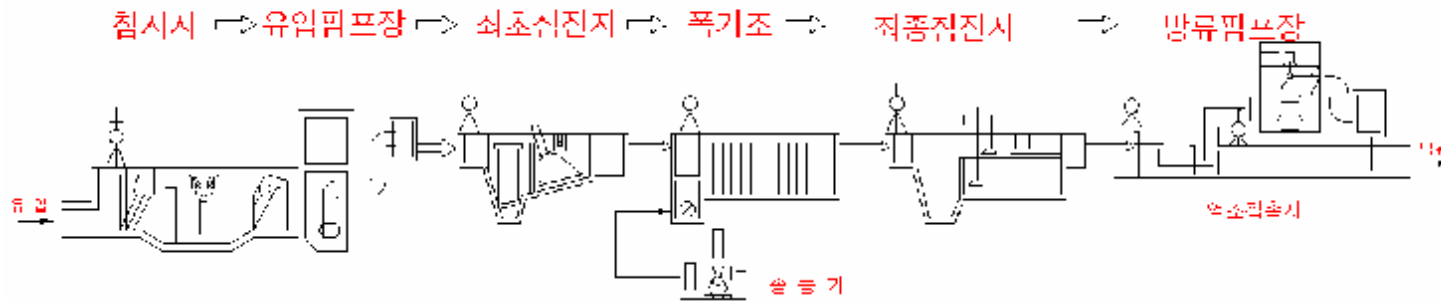
가. 현황 및 문제점

● 현 황

(1) 유입펌프의 역할

침사지에서 부유물질을 제거 후 본 처리장(최초침전지)으로 하수를 이송한다.

저리계동노(제3저리상) Flow Chart



(2) 펌프 제원

NO.	유량	양정	동력	전압(V)	전류(A)	형식
1~2호기	100 (m ³ /min)	11 (m)	250 (kw)	6,600	30	입축사류펌프
3~6호기	100 (m ³ /min)	11 (m)	335 (HP)	6,600	30	입축사류펌프
7~10호기	115 (m ³ /min)	11 (m)	400 (HP)	6,600	36	입축사류펌프

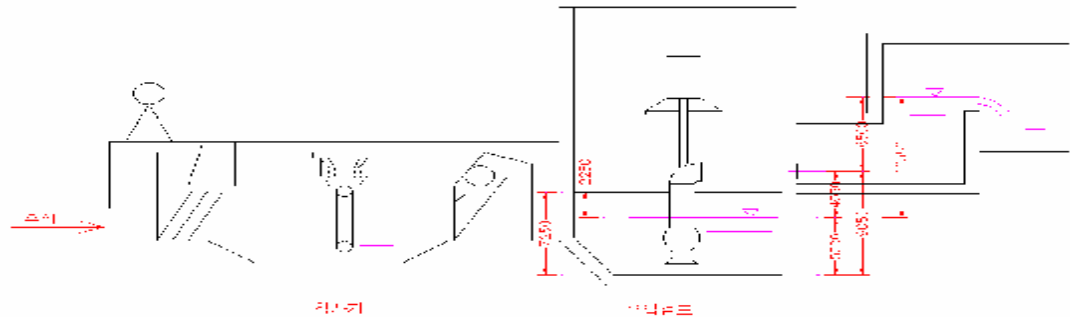
가. 현황 및 문제점

(3) 운전 현황

유입펌프의 **ON/OFF**는 유입펌프장의 수위에 의해 관리자가 수동으로 운전하고 있다.

유입펌프장의 수위는 약 **2.5m~5.5m**선에서 운전되고 있으며, 펌프 수두는 그림과 같이

약 **10.m ~ 13m** 정도로 조사됐다.

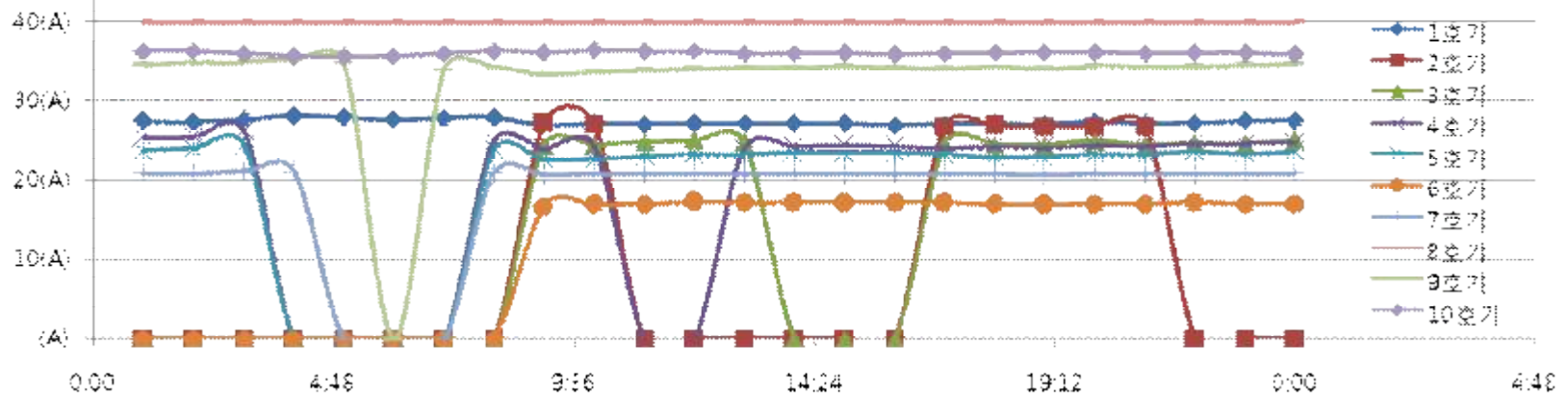


구분	1호기	2호기	3호기	4호기	5호기	6호기	7호기	8호기	9호기	10호기
운전전류(A)	30	정지	정지	정지	24	정지	33	36	35	37
역률(PF)	0.74				0.72		0.65	0.63	0.67	0.61
정격전류(A)	30	30	30	30	30	30	36	36	36	36
소비전력(kW)	262				202		250	263	267	259

가. 현황 및 문제점

2007년 5월 15일, 유입량에 따른 펌프 가동대수 및 소비전류

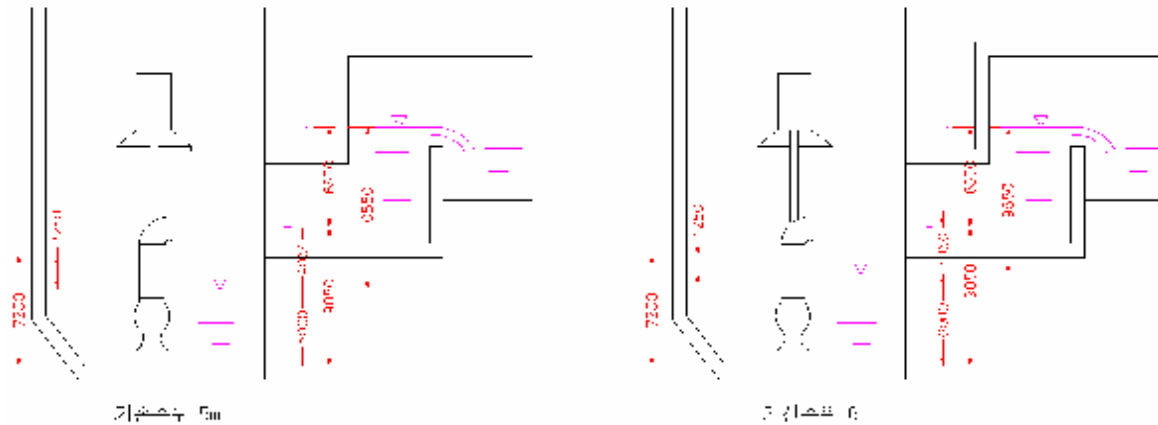
구 분	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	최대	최소	평균		
유입정수위	4.1	3.8	3.0	2.7	2.5	2.8	3.0	3.5	5.6	5.4	5.1	4.7	4.6	4.4	4.5	4.5	4.7	5.4	5.5	5.1	5.2	4.9	4.8	4.5	5.6	2.5	4.3		
유입량	363	391	375	288	202	168	175	270	507	769	762	637	563	483	432	437	478	781	839	826	710	535	497	484	839	168	499		
전류	1호	28	27	28	28	28	28	28	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	28	28	28	27	27	
	2호	0	0	0	0	0	0	0	0	27	27	0	0	0	0	0	27	27	27	27	27	27	0	0	0	27	0	8	
	3호	0	0	0	0	0	0	0	0	24	25	25	25	25	0	0	0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	0	13	
	4호	25	26	26	0	0	0	0	25	24	24	0	0	24	24	24	24	24	24	24	24	24	25	25	25	26	0	18	
	5호	24	24	25	0	0	0	0	24	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	24	23	24	25	0	19	
	6호	0	0	0	0	0	0	0	0	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	0	11
	7호	21	21	21	21	0	0	0	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	0	18
	8호	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	9호	35	35	35	35	35	0	34	34	33	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	35	35	35	0	33
	10호	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36



가. 현황 및 문제점

하수유입은 사용처에서 물을 소비한 후 3~4시간 후 유입정에 도달하게 된다. 사용량이 거의 없는 밤 11시 이후부터 3시간 후인 2시부터 하수유입량은 점차 감소하여 최소 수위 2.5m를 나타내며, 아침식사 시각인 6시의 3시간 뒤 오전 9시에 최고 수위인 5.6m도달하였다.

유입정 수위가 최소 점인 2.5m에서 펌프의 소비전류는 1호기- 28A, 8호기- 40A, 9호기- 35A, 10호기- 36A 를 각각 소비하지만, 유입정 수위가 최고 점인 5.6m에서는 1호기- 27A, 8호기- 40A, 9호기- 33A, 10호기- 36A 로 1호기의 경우 1A감소, 9호기의 경우 2A가 감소하는 것을 볼 수 있다. 사류펌프의 경우 수두가 작아질 경우 소비전력이 감소 할뿐만 아니라 유량이 증가하는 특성이 있기 때문에 유입정 수위를 현재보다 1m정도 높은 6m로 운전할 경우, 펌프의 소비전력이 상당히 감소 할 것으로 예측된다.



나. 개선방안 및 효과

(1) 개선 방안

- 유입정의 운전 수위를 현재 **5m**에서 **6m**로 상향하여 운전한다.

개선 전 총 수두 : **10.6m~13m** , 개선 후 총 수두 : **9.6m**

- 모터 펌프 중 상대적으로 용량이 큰 **8호기**와 **9호기**에 인버터를 부착하고, 상시 가동한다.
- 인버터 부착 펌프는 수위 **6m**를 기준으로 수위에 따라 펌프 대수를 가감하여 평균 수위를 **6m**로 일정하게 유지한다. **è** 자동제어 적용

- (2) 개선효과 : - 펌프 소비전력 감소 - 펌프 토출 유량 증가

● 소비전력 절감량 산출

사류펌프 특성에 의한 양정 및 축동력 감소율

구 분	일 반 치	제3처리장
개선 전 양정	14.5	10.6
개선 후 양정	13.3	9.6
양 정 감 소	1.2	1
양정 감소율	8.27%	9.43%
축동력감소율	3.26%	3.72%
유량증가율	5%	5.70%

나. 개선방안 및 효과

● 개선효과

- 제 3처리장 유입펌프장의 수위를 **1m**상승하여 운전 할 경우 연간 **675MWh** 전력이 절감되며, 금액으로 환산 시 연간 절감금액은 **41.9**백만원이다.

- 수위에 따른 대수제어를 자동 제어 방식 적용

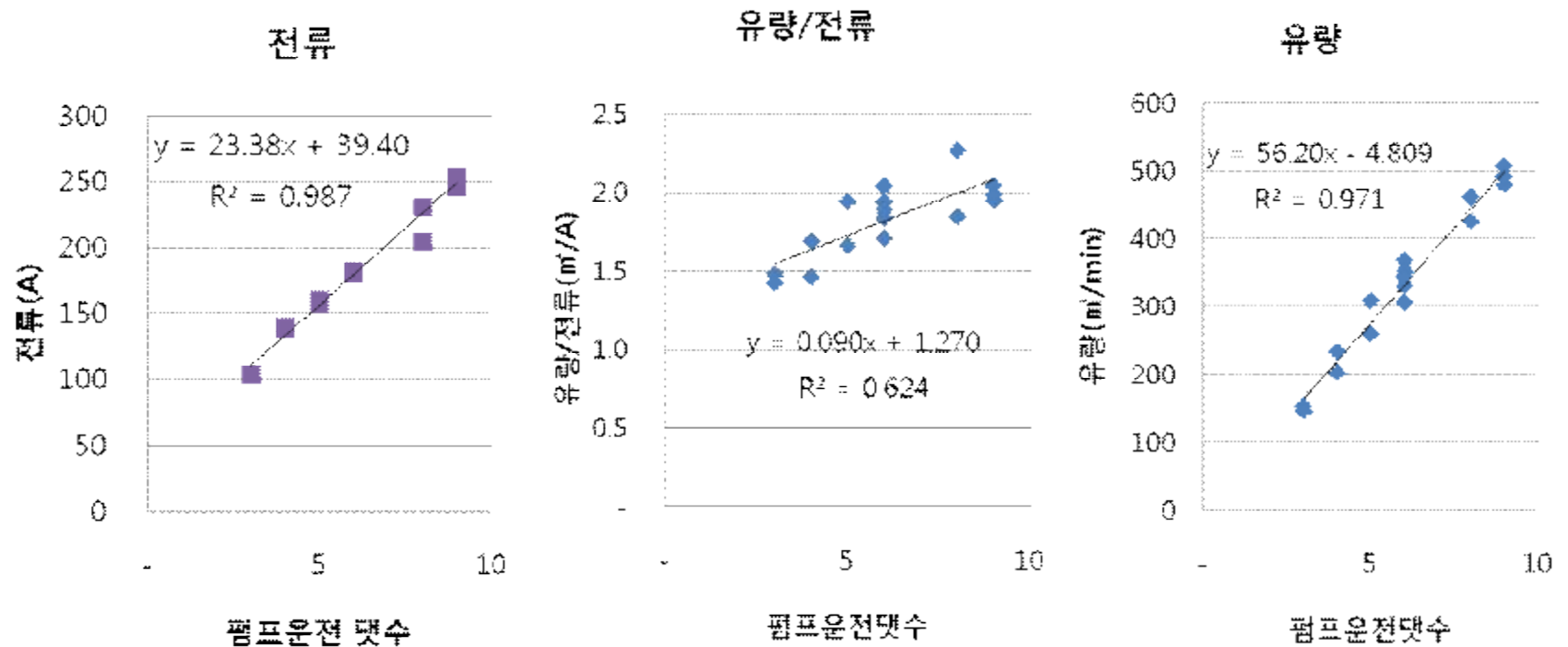
구분	1m 수위 상승 시	
측정유량	35,131	m ³ /h
펌프 전력계	1,503	kW
운전원단위	0.04278	kW/m ³
연간유입량	315,764,000	m ³ /year
연간전력량	13,509,392	kW/year
축동력감소시전력사용량	13,068,985	kWh
유량증대고려전력사용량	12,833,922	kWh
연간전력절감량	675,470	kWh
전력단가	62.16	원/kWh
연간전력절감액	41,987,215	원/year

다. 투자비 산출

라. 기대효과

에너지명	절감량 (toe, MWh/년)	절감액 (백만원)	투자소요액 (천원)	투자회수기간(년)
전 력	675	41.9	300(인버터투자시)	7.15

3처리 펌프장 펌프 운전 현황 분석



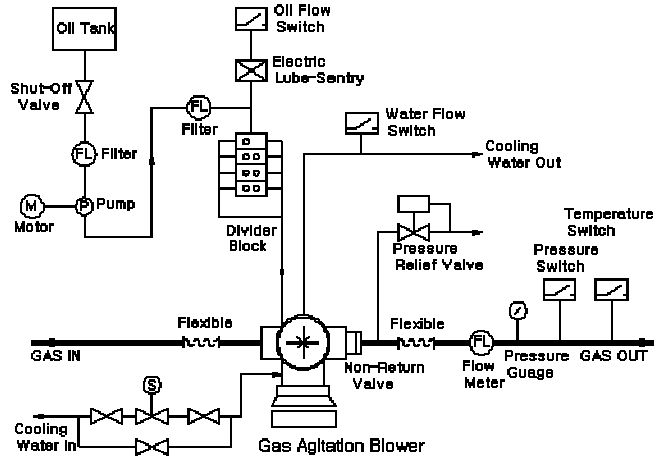
Ⅰ 펌프의 운전대수는 유입지의 수위에 의해 수동으로 **On/Off** 제어한다.

Ⅰ 펌프운전대수에 증가에 따라 전류는 해당 평균 **23.4A**씩 증가하고 운전대수가 증가할 수록 전류(A)당 유량이 증가한다. (일반적인 펌프 병렬운전과 다름)

6. 소화조 교반 송풍기 교체

가. 현황 및 문제점

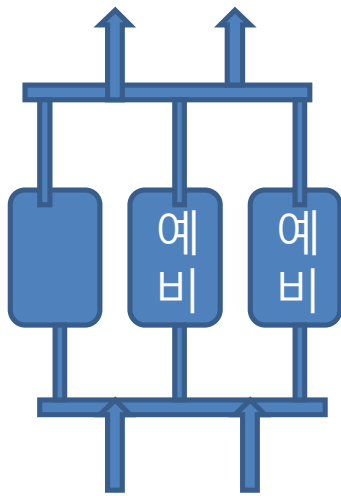
가스교반 송풍기(Gas Agitation Blower)는 바이오가스를 재순환시켜 소화조내의 슬러지를 혼합시키는 장치이며, 24시간 연속운전으로 운전관리를 하고 있다. 소화조 운영에 있어서 교반의 역할은 매우 중요하다. 교반은 소화조내의 성층화에 의한 스크럼 층 및 온도 구배의 억제, 독성물질의 분산, 미생물 효소와 유기물과의 접촉증대에 필요하다.



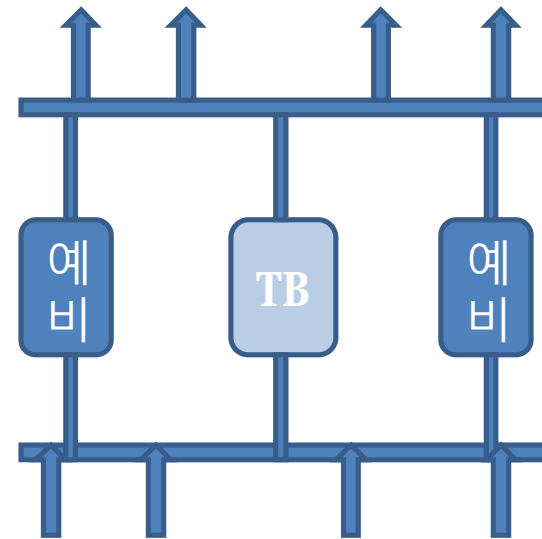
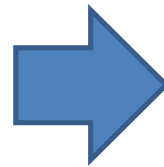
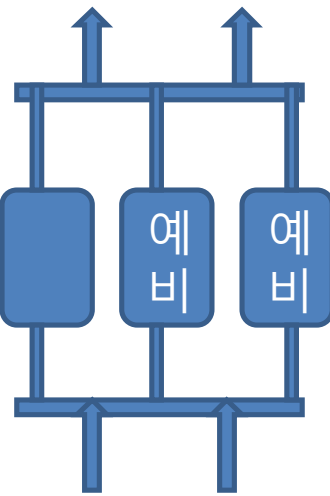
- Ⅰ 3처리장에 설치되어 있는 교반 송풍기는 소화조 2기당 3대의 송풍기가 연결이 되어 있고 1대가 가동되고 있다. (2대는 예비)
- Ⅰ 총 14기의 소화조에 21대의 교반송풍기가 설치되어 있다.
- Ⅰ 사양은 $11\text{m}^3/\text{min} \times 11500\text{kg}/\text{cm}^2 \times 50 \text{ Hp}$
- Ⅰ 바이오가스 재순환하므로 수분과 이물질, 유해가스에 대한 대책이 필요하다.

나. 개선방안 및 효과

- Ⅰ 기존의 로타리식 송풍기를 터보블로워로 대체
- Ⅰ 4기당 2대 운전하는 교반송풍기를 고효율 고속터보블로워 1대로 대체
- Ⅰ 기존의 송풍기 2대는 예비로 사용
- Ⅰ 기존 대비 효율이 20%이상 높고 진동이나 소음, 관리면에서 양호
- Ⅰ 고효율 **BLDC**모터에 공기베어링 적용



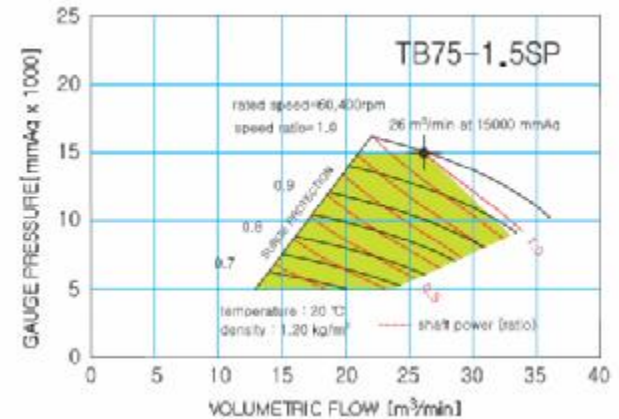
[기존 시스템]
소화조 2기당 1대의 송풍기 운전
(총 2대 운전)



[개선 시스템]
소화조 4기를 1대의 터보블로워로 운전
(기존 2대는 예비로 활용)

나. 개선방안 및 효과

항 목	단 위	기 존	변 경	비 고
용 량	kW	33	75	정격 용량 비교
정 압	mmAq	11000	11500	
용 량	m3/min	11	22	
출 력	kW	19.7	41.3	
소비전력	kW	32.3	50.0	
효 율		61.1%	82.6%	
수 량	대	2	1	
소비전력	kW	64.6	50.0	
오일쿨러	kW	7.0		
절감량	kW/h		21.60	
절감량	kW/년		189,216	
전력단가	원/kW		64.4	2007년 상반기
전기절감액	원		12,185,510	
압축오일	l/월	120		대당 20L x 6대
오일단가	원/l	2,250		SUNISO 4GS
연간오일	원/년	3,240,000		
총절감액	원/년		15,425,510	소화조 4기 1조당



터보블로워 운전점
 (22m³/1.15kg/cm², 50kW)

- ┆ 소화조 4기당 절감액은 15,425천원/년
- ┆ 3조 적용시 연간 절감액 46,276천원/년
- ┆ 투자비 65,000천원/대 x 3대 = 189,300천원
- ┆ 투자비 회수기간 4.09년

라. 기대효과

에너지명	절감량 (MWh/년)	절감액 (백만원)	투자소요액 (천원)	투자회수기간(년)
전 력	567	46.2	189	4.1

7. 전력요금제도의 효율적 운용으로 전력비 절감

가. 현황 및 문제점

● 현 황

(1) 전력요금 적용 기준 (한국전력: 2007.4.1.부 인상)

구 분	기본요금 (원/kW)	전 력 량 요 금 (원/kWh)			
		여름(7,8월)	봄, 가을		겨울(11~2월)
			6월	3~5,9,10월	
심야 시간	5,110	31.5	31.5	31.5	31.5
주간 시간		89.4	60.4	49.5	60.0
저녁 시간		60.4	49.5	60.4	72.5

◆ 전력요금 적용기준 : 산업용(을) 고압B 선택 II

- 적용기준: 300~1,000kW미만, 표준전압 154kV, 전기사용시간: 월 200~500시간

◆ 계약전력 : 22,000 kW

◆ 전력량요금 적용기준 비교

	심야시간대	주간시간대	저녁시간대
○ 연평균	: 100 %	192 %	201 %
○ 여름(7~8월)	: 100 %	284 %	190 %
○ 겨울(11~2월)	: 100 %	190 %	230 %

가. 현황 및 문제점

[산업용 전력(을) 시간대별 구분]

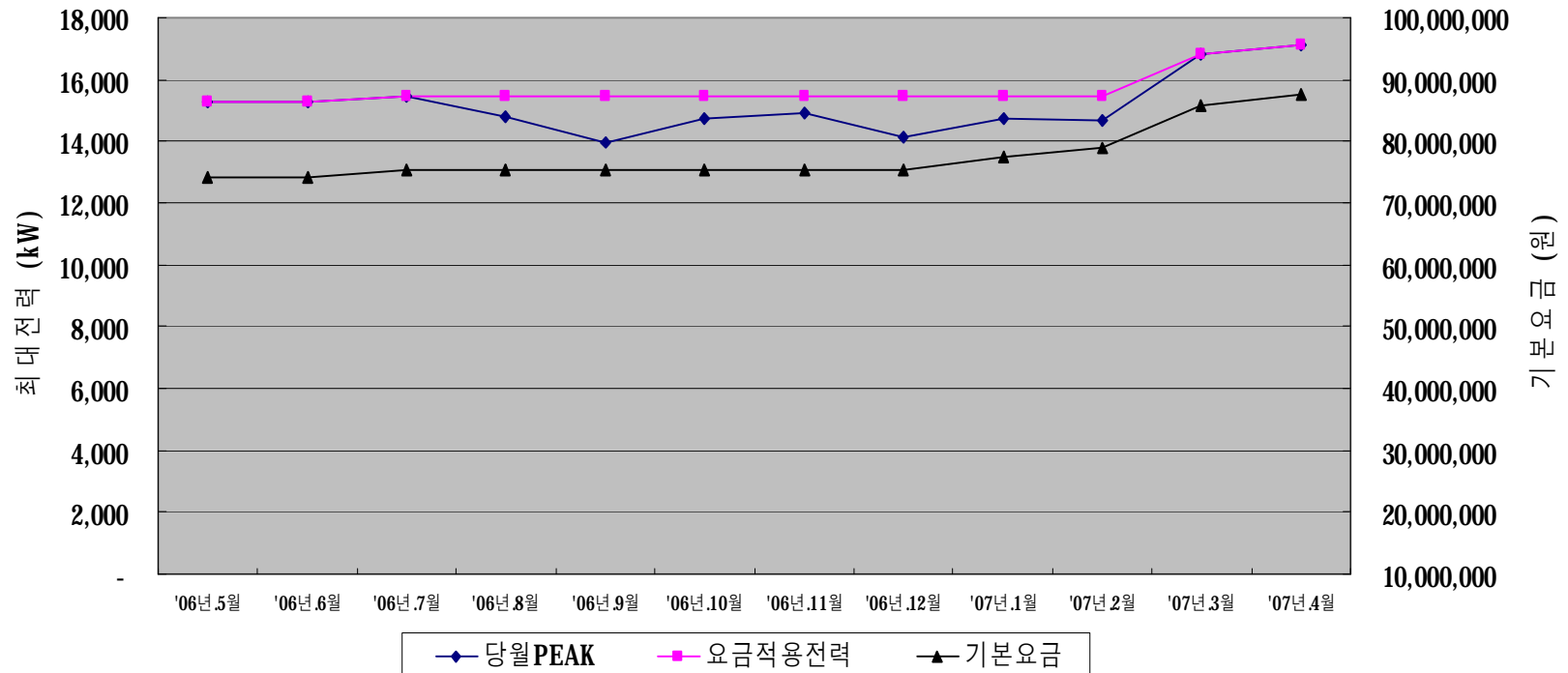
시간대별	요금적용 시간	시간 수
심야 시간	23:00 ~ 09:00	10시간
주간 시간	09:00 ~ 18:00	9시간
저녁 시간	18:00 ~ 23:00	5시간

[전력요금 구성]

- ◆ **기본요금** : 당월 최대수요전력에 기본요금 단가를 곱한 금액.
* 7,8,9월은 해당월 최대수요전력이 연중 최고치를 초과시 1년간 기준금액으로 적용.
- ◆ **사용량요금** : 시간대별 전력사용량에 해당 단가를 곱하여 합산한 금액.
- ◆ **역율요금** : 역율 90%를 기준으로 5% 증감시 1%단위로 역율요금을 가감하는 제도.
- ◆ **예비전력 기본요금** : (기본요금)의 10%
- ◆ **전력기금** : (기본요금+예비전력기본요금+사용량요금+역율요금)의 3.7%
- ◆ **부가가치세** : (기본요금+예비전력기본요금+사용량요금+역율요금)의 10%

가. 현황 및 문제점

(2) 최근 1년 기본요금 지불실적 분석



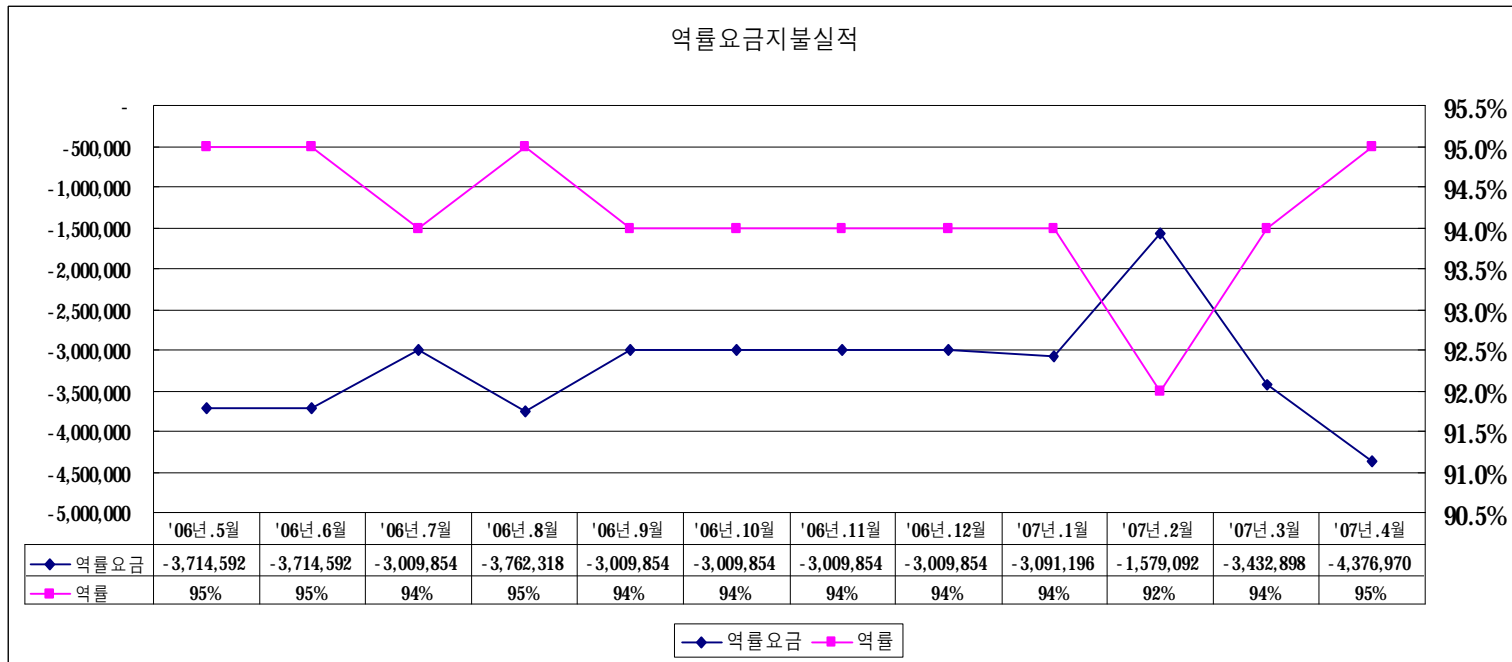
- ◆ 2006년 7월 최대수요전력 15,451kW로 12개월 적용 중.
- ◆ 2007년 3월부터 신설 고도처리설비 시운전으로 최대수요전력 급상승.

<전력 기본요금 절감 착안사항>

- ◆ 2007년 7월 이전에 고도처리설비 시운전 완료 필요.

가. 현황 및 문제점

(3) 최근 1년 역률요금 지불실적 분석



- ◆ 콘덴서 설비를 가동하고 있어 **2007년 2월**을 제외하고 **94%** 이상의 수준으로 운영됨.
- ◆ 역률개선 효과: 연평균 역률 **94%**로 기본요금의 **4%** 할인 효과를 거두고 있음.

< 역률 개선용 콘덴서 운용실태 >

- ◆ **6.6kV** 또는 **3.3kV** 모선에 대용량을 집중적으로 설치하여 운용함
- ◆ 투자비는 저렴하나 역률개선에 의한 선로손실 저감효과는 소용량을 말단설치 대비 불리함

가. 현황 및 문제점

(4) 자율절전 지원제도 활용

◆ 자율절전 지원제도란?

여름철 최대 수요전력의 발생기간 중의 **14시부터 16시** 사이에 고객이 자율적으로 일정 수준의 전력수요를 줄이는 경우 한전에서 지원금을 지급하는 제도임.

◆ 대상고객: 최대수요전력이 **100kW** 이상의 일반용, 교육용 및 산업용 고객

◆ 시행기간: **2007.7.19~27, 8.6~17**(토요일.공휴일 제외, **16일간**)

◆ 신청기간: **2007.6.1~20**, (신청양식: 자율절전신청서, 한전 홈페이지 참조)

◆ 부하조정방법:

한전과 약정한 부하조정 당일 **14시부터 16시** 사이의 평균전력을 **10시부터 12시**까지의 평균전력보다 연속 **30분 이상 20% 이상** 또는 **3,000kW** 이상을 저감하여야 함.

※ 전체 약정 기간 중 최소한 **30분 단위(1회)로 8회 이상** 이행하여야 지원금을 받을 수 있음.

◆ 지원금 산정: **30분** 단위별 부하조정전력 합계(**kW**) x kW당 단가(**140원/kW.회**)

◆ 중량물재생센터는 비상발전기를 활용하고, 일부 펌프 및 송풍기의 가동을 **2시간** 동안 최소화 함으로써 상당량의 부하조정이 가능할 것으로 사료됨

- **2006년** 자율절전 실적: **3,210kW x 4회/일 x 16일 x 140원/kW.회 (28,762 천원/년)**

. 비상발전기 **2대** 가동 : **1,200kW x 2대**

. 유입수 펌프 **2대** 정지(엔진펌프 **2대** 가동) : **185kW x 2대**

. 송풍기 **2대** 정지 : **220kW x 2대**

- **2007년** 추가 절감 가능부하 발굴 필요

나. 개선방안 및 효과

● 개선방안

(1) 자율절전 지원제도 활용으로 전력비 절감

이미 실시하고 있는 하절기 자율절전 지원제도를 최대한 활용 최대수요전력 추가저감.

자율절전 시행기간(16일간)중 오후 14:00~16:00까지 비상발전기를 최대한 가동하고 송풍기의 1/2을 정지시킨다. 과거 경험담을 근거로 송풍기 운전 대수 축소 운전이 추가로 가능할 것으로 판단됨. (시행 첫날 DO분석을 실시하여 송풍기 가동 대수 및 자율절전 계속 실행 여부를 판단한다.)

◆ 비상발전기 가동 대수 추가 증대: 4대 추가 가동 (2대 → 6대 가동)

- 1,200kW x 1대
- 846kW x 2대
- 800kW x 1대

◆ 송풍기 가동정지 대수 증대 : 2대 추가 정지 (2대 → 4대 정지)

- 550kW x 2대

나. 개선방안 및 효과

● 개선효과

(1) 자율절전 지원제도 활용으로 전력비 절감

- 오전 **10:00~12:00(2시간)** 평균 대비 오후 **2시간(30분 단위 4회) Peak** 저감전력
 = 평상시 운전 대비 **Peak**저감 운전시 저감전력
 = 발전기 증가발전전력 + 송풍기 정지에 따른 감소전력 = **3,692kW + 1100kW = 4,792kW**

- 실제 부하는 정격부하 대비 **80%** 수준을 나타내고 있으므로 예상 절감액 산출시 저감전력은 상기 산출 전력의 **80%**만 적용함.
- 절감액 = **(4,792kW x 80%) x 자율절전kW당 단가 x 일간조정횟수 x 조정일수**
 = **(3,834kW) x 140원/kW.회 x 4회/일 x 16일/년**
 = **34,349 천원/년**

다. 기대효과

에너지명	절감량 (toe,MWh/년)	절감액 (백만원/년)	투자소요액 (백만원)	투자회수기간(년)
연료	-	-	-	-
전력	0	34.3	0	0

8. 저압 동력용 변압기의 승압에 의한 전력손실 저감

가. 현황 및 문제점

● 현 황

(1) 저압 동력용 변압기 설치현황

설치위치	용량(kVA)	전 압	제작사	제작NO, 년도	선로수및길이	부하율
#2 소화조정실	1,000	3.3KV/220V,108V	금성전기	938505	20 x 100	80
#2 소화조정실	100	3.3KV/220V,108V	금성전기	930383	20 x 100	80
#1 용수공급동	500	3.3KV/220V,108V	금성전기	892983,8908	20 x 100	80
#1 송풍A동	150	3.3KV/220V,108V	금성전기	892984,8908	20 x 100	80
#1 송풍B동	300	3.3KV/220V,108V	금성전기	892982,8909	20 x 100	80
#1 농축동	300	3.3KV/220V,108V	금성전기	892981,8908	20 x 100	80
#1 발전실	100	3.3KV/220V,108V	효성	908054,9010	20 x 100	80
#1 방류동	100	3.3KV/220V,108V	금성전기	903636,9010	20 x 100	80
동부위생처리장	500	3.3KV/220V	금성전기	914642,9102	20 x 100	80

- ◆ 저압 동력용 변압기가 **220V**로 구성된 장소는 주로 #1,2 처리장에 집중. (구형 설비)
- ◆ 변압기 하위 선로의 수 및 길이는 면담결과에 의한 선로 수 및 평균 길이를 적용
- ◆ 변압기의 부하율 또한 면담결과를 적용

나. 개선방안 및 효과

● 개선방안

(1) 향후 노후 변압기 교체에 대비 **380V** 승압에 따른 절감효과 산출

향후 투자계획에는 저압계통의 승압을 통하여 배전손실을 저감하는 것은 물론 물재생센터 내의 저압계통에 일관성을 유지하여 설비 유지관리에 편의를 도모할 필요가 있다.

저압계통은 선로자료가 불충분할 뿐만 아니라 소형 변압기이므로 부하에 관한 자료 역시 불충분하여, 전기설비 담당자와의 면담을 통하여 입수한 결과를 사용하여 대략적으로 절감효과를 산출하여 보았다.

또한 전압의 승압을 위한 변압기의 교체 및 승압에 따른 전력기기(모터 및 **MCCB**등)의 교체에 소요되는 비용은 본 진단에서는 검토를 생략한다. 단지 승압에 따른 전력절감 효과가 대략 얼마 정도 되는지를 판단해보고 향후 저압전력계통의 보완 시 참고 자료로 활용하길 바란다.

나. 개선방안 및 효과

(2) 각 변압기 하위 선로의 손실전력 산출

설치위치	용량 (kVA)	전압(V)	선로수	평균선로 길이(m)	부하율 (%)	총전류 (A)	회로당 전류(A)	회로당 저항(Ω)	손실전력 (kW)
#2 소화조정실	1,000	220	40	100	80	2,099	52	0.229	76
#2 소화조정실	100	220	5	100	80	210	42	0.229	6
#1 용수공급동	500	220	20	100	80	1,050	52	0.229	38
#1 송풍A동	150	220	7	100	80	315	45	0.229	10
#1 송풍B동	300	220	15	100	80	630	42	0.229	18
#1 농축동	300	220	15	100	80	630	42	0.229	18
#1 발전실	100	220	5	100	80	210	42	0.229	6
#1 방류동	100	220	5	100	80	210	42	0.229	6
동부위생처리장	500	220	20	100	80	1,050	52	0.229	38
합 계									216

- ◆ 선로의 저항을 산출하기 위하여 모든 선로는 **CV x 600V x 3상 x 8sq** 라고 가정함.
- ◆ **CV x 600V x 3상 x 8sq** 전선의 저항은 **2.29Ω/km**를 적용함(국내 K전선사 자료 참고)
- ◆ 총전류 총전류(A) = 용량(kVA) / 전압(V) / sqrt(3) * 부하율(%) / 100 * 1000
- ◆ 회로당 전류(A) = 총전류 / 회로수
- ◆ 회로당 저항(Ω) = **2.29Ω/km x 평균 선로길이**
- ◆ 손실전력(kW) = 회선당 전력손실 x 회선수 = **3x회선당전류^2 x 회선당전항/1000x회선수**

나. 개선방안 및 효과

(3) 380V로 승압 시 각 변압기 동손 및 하위 선로의 손실전력 산출

설치위치	용량 (kVA)	전압(V)	선로수	평균선로 길이(m)	부하율 (%)	총전류 (A)	회로당 전류(A)	회로당 저항(Ω)	손실전력 (kW)
#2 소화조정실	1,000	380	40	100	80	1,215	30	0.229	25
#2 소화조정실	100	380	5	100	80	122	24	0.229	2
#1 용수공급동	500	380	20	100	80	608	30	0.229	13
#1 송풍A동	150	380	7	100	80	182	26	0.229	3
#1 송풍B동	300	380	15	100	80	365	24	0.229	6
#1 농축동	300	380	15	100	80	365	24	0.229	6
#1 발전실	100	380	5	100	80	122	24	0.229	2
#1 방류동	100	380	5	100	80	122	24	0.229	2
동부위생처리장	500	380	20	100	80	608	30	0.229	13
합 계									72

◆ 전압 승압시 손실전력 산출을 위한 모든 조건들은 승압전 조건과 동일하게 적용함.

나. 개선방안 및 효과

● 개선효과

(1) 저압 동력용 변압기의 승압에 의한 전력손실 저감

- 절감전력 (kW) = 승압전 손실전력 - 승압후 손실전력 = 216kW - 72 kW = 144 kW
- 연간 절감전력량 (kWh/년) = 144 kW x 연간가동시간(8,760h/년 x 95%)
= 1,198,368 kWh/년
- 절감액(천원/년) = 연간 전력절감량(kWh/년) x 전력단가(원/kWh) / 1000
= 1,198,368 kWh/y x 62.16원/kWh / 1000
= 74,490천원/년

다. 기대효과

에너지명	절감량 (toe,MWh/년)	절감액 (백만원/년)	투자소요액 (백만원)	투자회수기간(년)
연료	-	-	-	-
전력	1,198	74.4	산출생략	산출생략

9. 바이오가스 전용 열병합 발전기 적용

가. 현황 및 문제점

● 현 황

현재 설치되어 있는 발전기는 바이오가스와 경유 겸용으로 경유가 **23%** 사용된다.

3처리장의 경우 발전기 운영 시 일간 **200**만원의 비용이 발생한다.

발전기 노후로 인한 발전효율 저감과 경유값의 상승으로 운전비용 증가, 인건비와 부대설비 운전 비용 고려할 경우 운전 경제성이 없다.

2005년부터 발전기는 비상발전기로 운영하고 있다.

처리장		기계장비코드	용량	내구연한	제조회사	제조년월 일	수량	용도구분
발전기동	#1	발전기	800kW	20년	쌍용중공업	1992	2	전기발전
	#2	발전기	746kW	20년	RUSTON	1992	3	전기발전
	#3	발전기	1200kW	20년	NIGATA	1987	3	전기발전
합 계							8	

나. 개선방안 및 효과

● 개선 방안

현재 설치되어 있는 노후 발전기는 내구연한 경과 후 폐기
 잉여 바이오 가스 발생시 바이오가스 전용 열병합 발전기 설치

신규 설치 검토 발전기 용량 : **1,000 kW**
 열회수 용량 : **1,000 Mcal/h**

항 목		단 위	내 역	비 고
개 요	가스발전기 용량	kW	1,000	
	발전기 교체비	백만원	1,600	
	소화가스 사용량	N^{m³}/h	450	
	일간가동시간	h	12	
	평균부하율	kW	900	
	평균가스 사용량	N^{m³}/h	405	
	연간가스 사용량	N^{m³}/h	1,458,000	운전300일 기준
	연간전력생산량	kWh/년	3,240,000	
	시간당 배열회수량	kcal/h	1,000	운전300일 기준
	연간배열회수량	kcal/년	3,000,000	
	연간 절감 toe	toe	300	

나. 개선방안 및 효과

● 절감 효과 산출

소화가스 전용 열병합 발전기는 잉여바이오 가스 발생시 적용이 가능하다.
인건비와 감가상각비 적용시 투자비 회수기간은 **46.6년**으로 경제성이 없다

항 목		단 위	내 역	비 고
절감비용	연간전력생산금액	백만원	201	단가 62.16원/kW적용
	피크 감소금액	백만원	55	900kW x 5110원x 12개월
	연간 전력절감금액	백만원	257	
	연간배열회수금액	백만원	128	소화가스 기준(177원/m ³)
소 계		백만원	385	
소요비용	연간 소화가스 금액	백만원	258	758 toe
	연간 인건비	백만원	13	2명 x3시간 (시간외 수당)
	감가상각비	백만원	80	20년 내구연한 (5%)
	소 계	백만원	351	
경제성	연간 절감 금액	백만원	34	
	투자비 회수 기간	년	46.6	

다. 기대효과

에너지명	절감량 (toe, MWh/년)	절감액 (백만원/년)	투자소요액 (백만원)	투자회수기간(년)
연료	- 458 toe	34	1,600	46.6
전력	3,240 Mwh			

10. 고효율 모터 적용

가. 현황 및 문제점

● 현 황

센터에 설치된 펌프 및 모터류는 3,4처리장과 슬러지 처리장의 경우 87년도에 설치된 설비로서 노후되고 효율이 저하되어 고효율 모터로 변경 시 10%이상의 에너지 절감이 예상된다.

고효율 전동기와 펌프로의 교체시 에너지관리공단에서 절전 용량에 대해서 솔치지원비를 지원해 주고 있다.

지원제도의 활요하여 고효율 기기로의 장기계획하에 순차적으로 교체 필요하다.

3,4처리장과 슬러지 처리장을 기준으로 교체대상 모터(펌프)는 10마력 이상이 142대로 총 운전 전력은 5,170kW이다.

지원구분		설치지원금	보급장려금
고효율 전동기	지원금액	절전용량 1kW당 24만원	절전용량 1kW당 4만원
	지원대상	고효율전동기를 신규설치 및 교체 설치하는 소비자	고효율전동기에 대한 1차수요자, ESCO 또는 최종판매자
고효율 펌프	지원금액	절전용량 1kW당 12만원	-
	지원대상	고효율펌프 설치 또는 발주자	

가. 현황 및 문제점

● 현 황

저압전동기의 효율은 **KS**기준으로 아래의 표와 같다.

출력이 높을수록 전동기 효율이 높다.

저압전동기 효율 (KSC-4202)

구 분	정격출력		극수 (P)	동 기 속 도 (rpm)	효 율				
	kW	HP			보 통 농 형	특 수 농 형	특수 1종 권선형	특수농형 2종	선 정
저압 3 상유도 전동기 (E.B)종	11	15	6	1,200	-	87.0	-	-	87.0
	15	20			-	88.0	-	-	88.0
	22	30			-	89.0	-	-	89.0
	30	40			-	89.5	-	-	89.5
	37				-	90.0	-	-	90.0
	40				-	-	85.5	85.0	85.0
	50				-	-	86.5	86.0	86.0
	55	75			-	-	87.0	86.5	86.5
	60				-	-	87.0	86.5	86.5
	75	100			-	-	87.5	87.0	(87.0)
	100				-	-	88.5	88.0	88.0
	110	150			-	-	88.5	88.0	88.0
	125				-	-	89.0	88.5	88.5
	150	200			-	-	89.5	89.0	89.0
200		-	-	90.0	89.5	89.5			

가. 현황 및 문제점

● 현 황

기기 번호	부 하 명	부하특성		출력 (KW)	설치 대수			부하 전류 (A)	역률 (%)	효율 (%)	입력용량 (KVA)	비고
		상수	전압 (V)		상용	예비	계					
US중수24-1	역세펌프	3	220	56	2		2	183	95	85	139	
US중수25-1	공세송풍기	3	220	30	3		3	99.9	95	83	114	
US중수27-1	탈수동 송수펌프	3	220	15	3		3	48.2	95	86	55	
CJCO중수14-2	스크류(SCREW)펌프	3	220	23	32		32	74.9	95	83	913	
CJCP중수14-1	스크류(SCREW)펌프	3	220	30	32		32	106	95	78	1,296	
CCJ중수-9	생오니펌프	3	220	23	8		8	74.9	95	83	228	
CCJ중수-9	생오니펌프	3	220	23	8		8	74.9	95	83	228	
CCJ중수-9	생오니펌프	3	220	23	8		8	74.9	95	83	228	
CCJ중수-9	생오니펌프	3	220	23	8		8	74.9	95	83	228	
CJCS중수-14	반송오니이송	3	220	30	8		8	128	95	65	389	
2M- 04- 10	내부 반송펌프 A	3	380	26	4		4	46.7	95	89	123	
2M- 04- 11	내부 반송펌프 B	3	380	19	4		4	34.5	95	88	91	
2M- 05- 03	반송슬러지 펌프	3	380	75	5		5	138	95	87	454	
2M- 05- 04	잉여슬러지 펌프 A	3	380	8	1	1	2	14	95	86	9	
2M- 05- 08	지배수 펌프	3	380	30	1	1	2	53.6	95	89.5	35	
2M- 06- 03	처리장농축조 공급펌프	3	380	15	1	1	2	27.3	95	88	18	
2M- 05- 03	반송슬러지 펌프	3	380	75	5		5	138	95	87	454	
2M- 05- 04	잉여슬러지 펌프 A	3	380	8	1	1	2	14	95	86	9	
2M- 05- 10	잉여슬러지 펌프 B	3	380	15	1	1	2	27.3	95	88	18	
2M- 07- 02	잉여슬러지 공급펌프	3	380	19	3	1	4	34.5	95	88	68	
기존 MCC (소화조 및 소화가스 회수 설비)												
2M- 08- 05	운수 순환펌프	3	380	15	3	1	4	27.3	95	88	54	
2M- 08- 06	보일러 급수펌프	3	380	15	1	1	2	27.3	95	88	18	
2M- 08- 26	소화조 교반용 BLOWER	3	380	22	7	14	21	39.5	95	89	182	
합 계							171				5,352	

나. 개선방안 및 효과

● 개선 방안

전동기를 고효율 기기로 교체 할 경우 **10%**이상의 에너지 절감 효과가 있다.
장기적인 계획으로 저효율 모터와 펌프를 고효율 기기로 대체

에너지 절감량

대상 모터 **171**대 전체 교체 시

운전을 **50%** 로 산출 시 시간당 소비전력 **2,676 KW**

연간 소비전력 **2,676kW x 24h x 365일 = 23,441 MWh**

10% 절감 시 예상 절감소비전력 = **2,344 MWh /년**

절감 금액 **2,264MWh x 62,160 원/MWh = 145.7 백만원 /년**

다. 기대효과

에너지명	절감량 (toe, MWh/년)	절감액 (백만원/년)	투자소요액 (백만원)	투자회수기간(년)
전력	2,344 Mwh	145.7		

11. 보일러 연소조정으로 열효율 향상

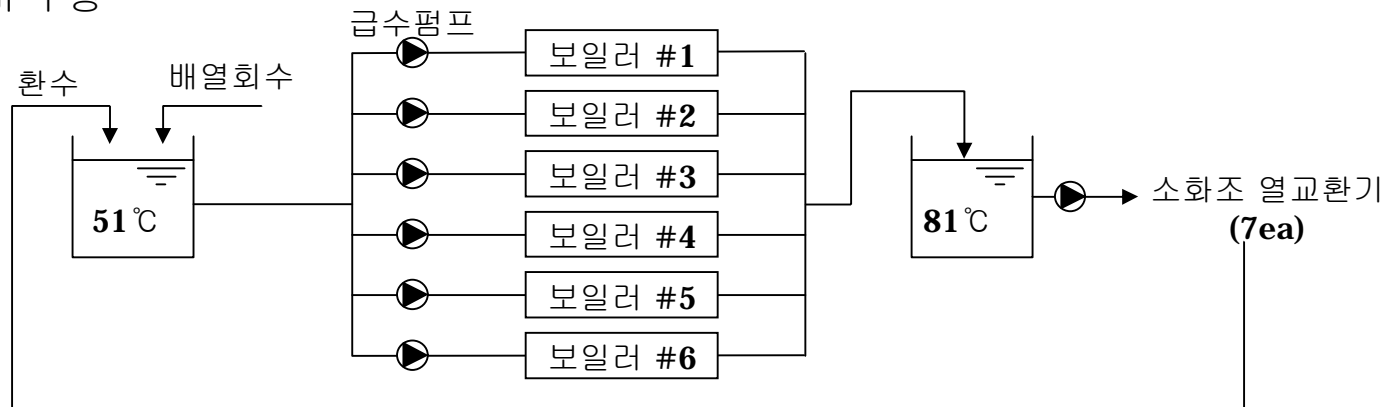
가. 현황 및 문제점

● 현 황

(1) 보일러 사양

보일러		버너	급수펌프(저온수 펌프)	
제 조 사	태화보일러	BALTURGAS	유 량	1.0~1.4 m ³ /mi n
모 델 명	TH-722	BGN300P	전 력	15 kw
용 량	2,200천kcal/h		양 정	25 m
전열면적	6.7 m ²		전 류	21~31 A
열 효 율	88 %		전 압	380 V

(2) 설비 구성



가. 현황 및 문제점

(2) 운전 현황

보일러	급수온도 (℃)	온수온도 (℃)	배가스온도 (℃)	O ₂ (%)	CO (%)	CO ₂ (%)	NO _x (ppm)
1호기	50.5	85.8	209.9	1.4	2	11.1	39
2호기	50.5	80.8	233.3	6.5	0	8.2	26
3호기	50.5	82.0	220.4	2.3	0	10.2	30
4호기	50.5	82.6	157.5	1.9	0	10.9	37
5호기	50.5	81.0	201.2	2.5	0	10.2	30
6호기	50.5	76.0	209.3	6.2	0	8.4	24

보일러는 소화조 가온용 열원으로서, 온수를 생산하여 소화조 열교환기를 통하여 소화조에 열을 공급한다. 연료는 소화조에서 발생하는 소화 가스를 사용하며 발열량은 유입하수에 따라 달라지며 본 진단에서는 **5,200kcal/Nm³** 로 검토하였다.

보일러 가동/정지는 운전자의 판단으로 결정되며 수동으로 조작한다.

각 보일러 부하는 일정하게 설정되어 있으며, 각 보일러별 연료 사용량은 **295~329 Nm³/h**로 약 **10%**의 편차를 보이고 배기가스 중 산소농도는 **3%** 미만으로 양호하나 **2호기 6호기**는 **6%**이상으로 운전되고 있다.

가. 현황 및 문제점

(3) 열효율

보일러	연료유량 (Nm ³ /h)	공급열량 (kcal/h)	온수현열상승 (kcal/h)	온수		열효율 (%)
				급수(°C)	온수(°C)	
1호기	311	1,619,280	1,376,700	50.5	85.8	85.0
2호기	329	1,709,760	1,181,700	50.5	80.8	69.1
3호기	312	1,622,400	1,228,500	50.5	82.0	75.7
4호기	295	1,535,040	1,251,900	50.5	82.6	81.6
5호기	312	1,622,400	1,189,500	50.5	81.0	73.3
6호기	306	1,591,200	994,500	50.5	76.0	62.5

● 문제점

- 연소 배가스 과잉공기 손실
- **2, 6호기**의 배기가스 중 산소농도가 각각 **6.5%, 6.2%**로서 과잉공기에 의한 손실이 발생
- **2,6호기**에 대한 연소공기 조정이 필요하다.

나. 개선방안 및 효과

● 개선방안

- 연소조정을 통하여 **2, 6**호기 산소농도를 **2%**로 낮추어 줌
- 과잉공기 **6.5%(m=1.44)**를 **2%(m=1.1)**로 낮출 경우 열효율 향상은 각각 **2.3~2.5 %**.
(단, 연료 발열량=**5,200 kcal/Nm³**, 이론공기량=**5.8 Nm³/Nm³**, 이론배가스량= **6.4 Nm³/Nm³**, 배가스 온도= **210℃**)

● 개선효과

(1) 개선효과

보일러	배가스 O ₂ (%)	공기비 (m)	과잉공기량 (Nm ³ /Nm ³)	과잉공기손실 (kcal/Nm ³)	절감 효율 (%)	비고
기 준	2.0	1.10	0.6	39	-	
2호기	6.5	1.44	2.6	169	2.5	(169- 39)/5200
6호기	6.2	1.42	2.4	156	2.3	(156- 39)/5200

나. 개선방안 및 효과

(2) 절감량 산출

- 연료절감량 = 연간 가스사용량 × 절감 효율

$$2\text{호기} = 194,376\text{Nm}^3/\text{년} \times 2.5\% = 4,859\text{Nm}^3/\text{년}$$

$$6\text{호기} = 194,376\text{Nm}^3/\text{년} \times 2.3\% = 4,471\text{Nm}^3/\text{년}$$

(연중 설정부하 동일, 2호기, 6호기 동일 연료량사용 추정)

- 연간 총 절감량 = (4,859 + 4,471)Nm³/년 = 9,930 Nm³/년 = 4.8 toe

- 연료 절감 금액 = 연간절감량 × 연료단가
 = (9,930)Nm³/년 × 177 원/Nm³
 = 1,758 천원/년

다. 투자비 산출

- 투자비 없음

라. 기대효과

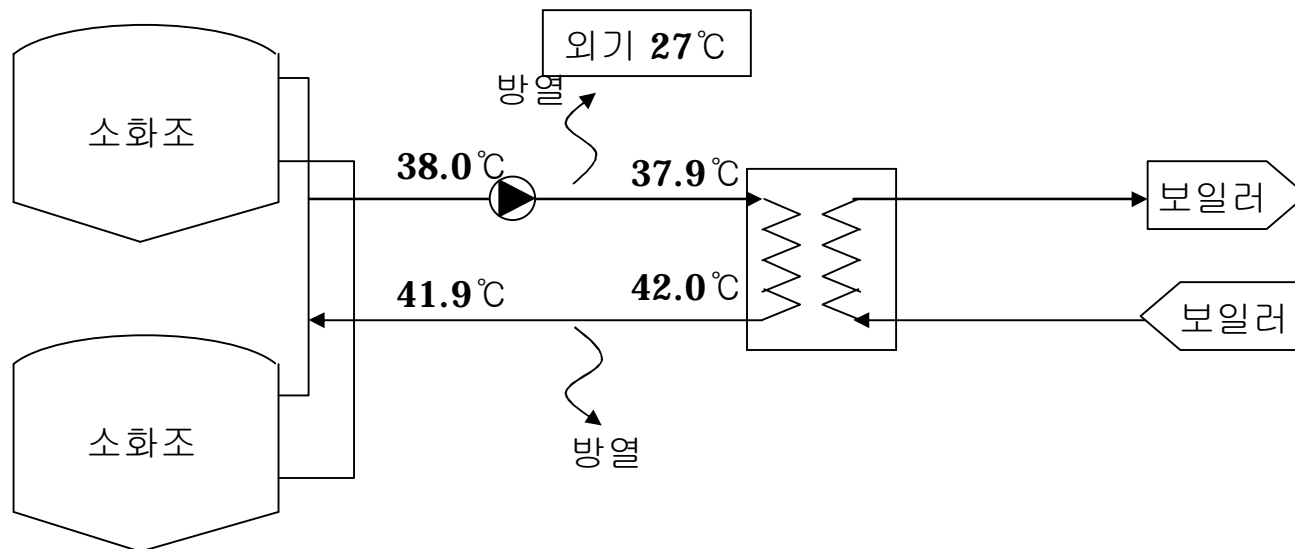
에너지명	절감량 (toe, MWh/년)	절감액 (백만원/년)	투자소요액 (천원)	투자회수기간(년)
연료	4.8 toe	1.7	-	-

12. 소화조 열교환기 오니배관 단열 실시로 방열손실 절감

가. 현황 및 문제점

● 현 황

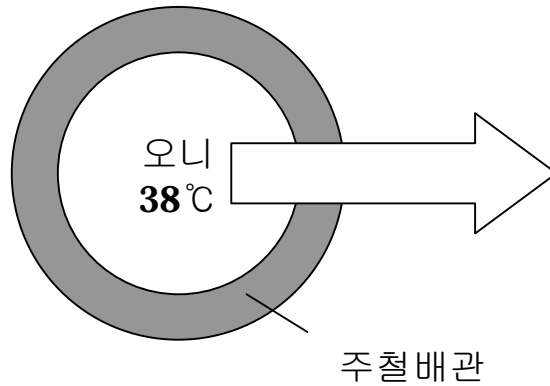
- (1) 소화조 가온용 열교환기로 공급/환수되는 오니배관이 단열되어 있지 않아 열손실 발생
- (2) 열교환기로 공급되는 오니의 온도는 평균 38°C 이고, 열교환기에서 가온되어 소화조로 공급되는 온도는 평균 42°C 로 운전되고 있다.
- (3) 측정시점 외기온도는 27°C 이며 소화조에서 열교환기로 이동하는 동안 온도는 약 0.1°C 낮아지며, 동절기에는 방열량 증가 예상.
- (4) 열교환기에서의 온도상승이 4.1°C 상승하는 조건에서 0.1°C 는 2.5% 정도로 작지 않다. 동절기 외기온도가 낮을 경우 열손실은 더 증가한다.



가. 현황 및 문제점

(4) 예상 방열량

- 오니 손실열량 = 배관표면 방열량



방열량
 $Q = U \times dT$

U : 총괄전열계수
 A : 배관표면적
 dT : 온도차

- 오니의 방열 손실량 = 오니순환량 × 비열 × 온도차
 $= 60 \text{ m}^3/\text{h} \times 1.0 \text{ kcal/m}^3 \text{ }^\circ\text{C} \times (38.0 - 37.9) \text{ }^\circ\text{C}$
 $= 6,000 \text{ kcal/h}$
 (단, 열교환기 1기 기준, 외기 27°C, 오니 비열 1.0 kcal/kg °C - 가정)
- 표면 방열량 = 총괄전열계수 × 온도차
 $= U \times (38.0 - 27.0) \text{ }^\circ\text{C} = 6,000 \text{ kcal/h}$
 $U = 545.5 \text{ kcal/h }^\circ\text{C}$

가. 현황 및 문제점

(5) 연간 방열손실량

- 외기 온도가 낮아질 수록 방열량이 증가하므로 연간 외기 온도에 따른 방열손실량 검토

기간	외기 온도 (°C)	방열량(kcal/h/ea- HE)	
		[소화조→열교환기]	[열교환기→소화조]
1월	0	20,878	23,060
2월	3	19,153	21,335
3월	7	17,063	19,245
4월	13	13,767	15,949
5월	19	10,302	12,484
6월	22	8,840	11,022
7월	23	8,175	10,357
8월	27	5,929	8,111
9월	22	8,878	11,060
10월	19	10,116	12,298
11월	11	14,974	17,156
12월	4	18,725	20,907
평균		13,067	15,249

(열교환기 1대 기준, 2006년도 월평균 온도)

- 열교환기 7대 기준 연간 총 방열량 : 1,736 Gcal/년

나. 개선방안 및 효과

● 개선방안

(1) 였니 순환 배관 단열로 방열손실 저감

- 단열재 두께 **40mm**(총 길이 약 **300m**)
- 단열재 시공 시 방열손실 극감.(※열전도도 : 주철배관 **56**, 단열재 **0.057**)
- 하절기 대비 동절기 방열손실이 약 **3**배이므로 단열시공시 동절기 효과 상승.
- 동절기 온도 강하 예상 : 최대 **0.4** °C

(2) 단열재 시공시 방열 손실량

- 방열손실 저감 : **6,000 kcal/h** → **12 kcal/h**(외기 27°C 경우)
- 개선 후 방열손실량 : **38 Gcal/년**
(총괄전열계수는 낮아지고, 방열 면적은 증가)

● 개선효과

- 방열손실 저감시 바이오가스 절감량

연간 총 방열량 = **1,698 Gcal/년**

환산 바이오가스량 = **1,698 Gcal/년** ÷ **5,200kcal/Nm³** = **326,558 Nm³/년**

절감 금액 = **326,558 Nm³/년** × **177원/Nm³** = **57,806** 천원/년

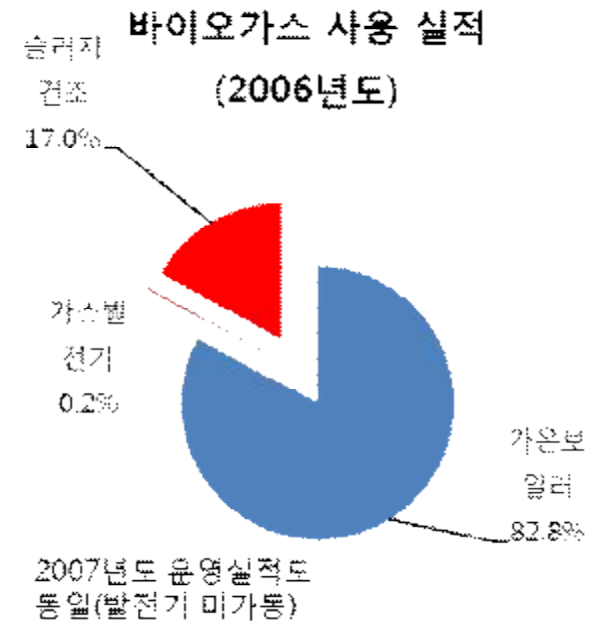
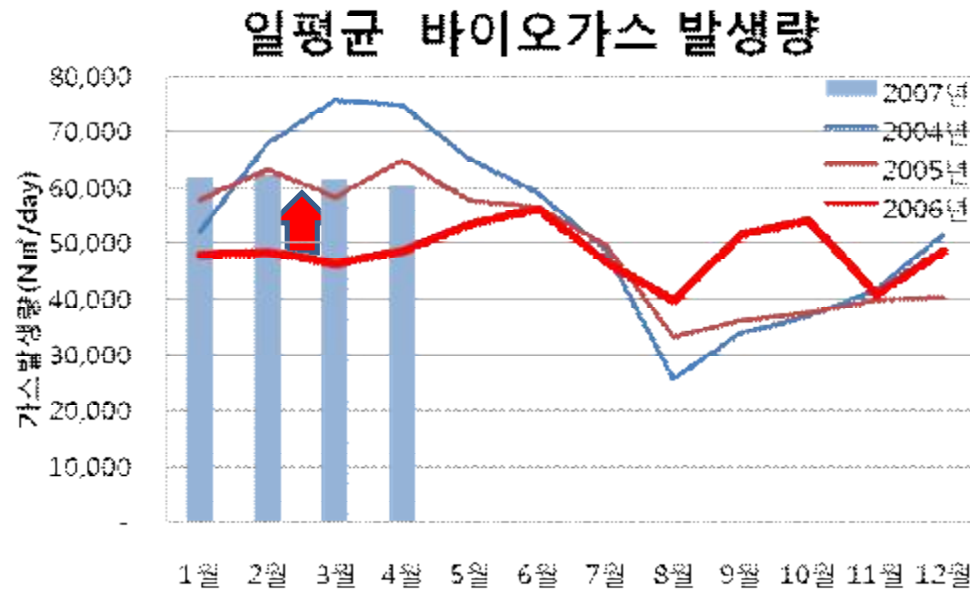
다. 기대효과

에너지명	절감량 (toe,MWh/년)	절감액 (백만원/년)	투자소요액 (백만원)	투자회수기간(년)
연료	170	57.8	30.0	0.51
전력				

13. 소화조 슬러지 배열 회수

가. 현황 및 문제점

● 현황

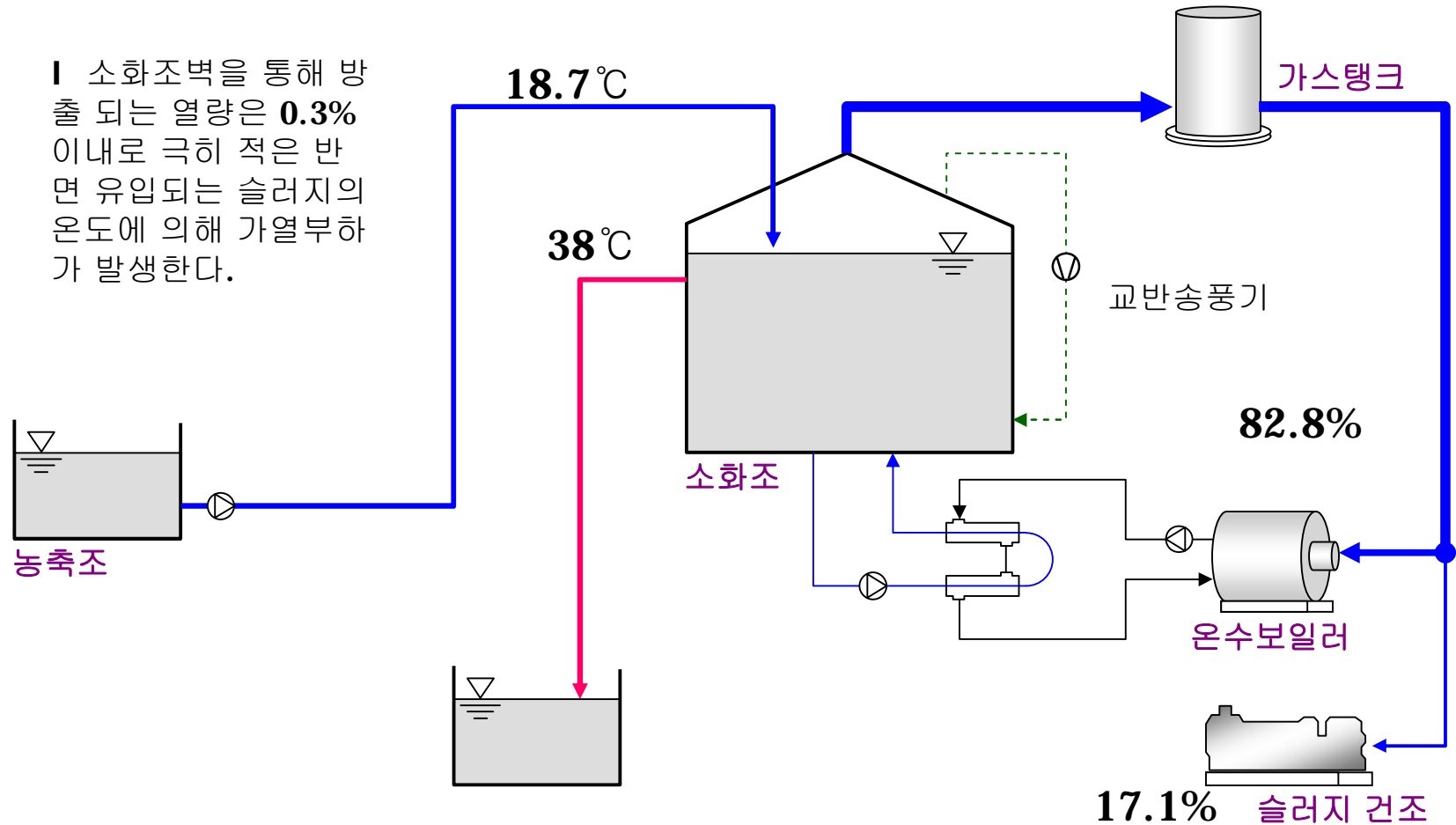


- Ⅰ 소화조에서 소화과정에서 발생에서 바이오가스 발생 (평균 발열량 5,200kcal/m³)
- Ⅰ 바이오가스의 82.8%는 소화조 가온 보일러용으로 사용되고 슬러지건조용으로 17%를 매각.
- Ⅰ 2007년도 일 평균 바이오가스 생산량은 61,500 Nm³ 이다.
- Ⅰ 가스발전기는 연료비의 상승으로 운전하지 않고 있다.

가. 현황 및 문제점

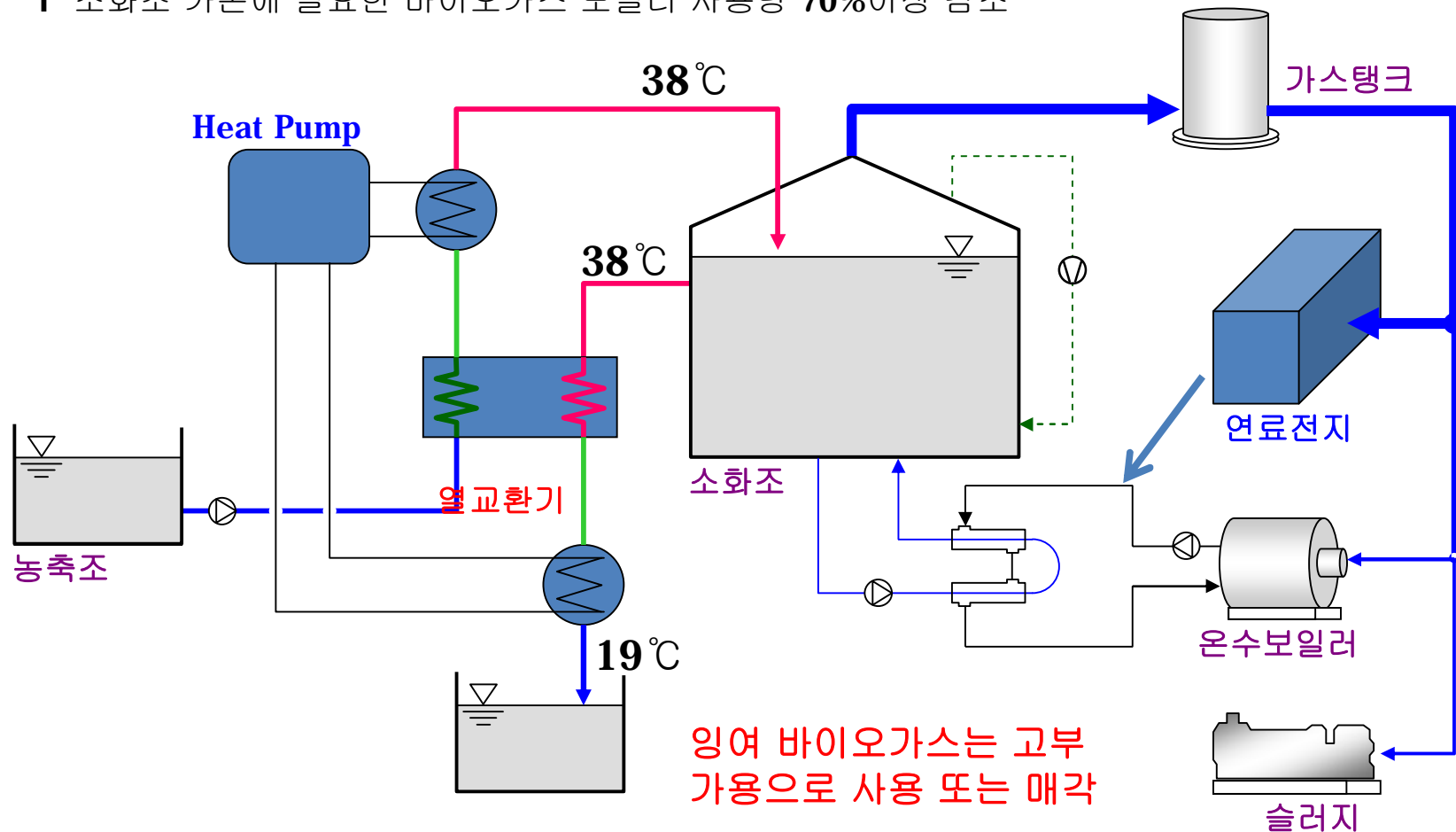
I 소화조는 38°C 이상으로 관리되고 있고 소화조에서 발생하는 바이오가스는 온수보일러에 의해 온수를 생산해서 소화조내의 슬러지와 열교환을 통해 가온을 하고 있으며, 소화조로 유입되는 슬러지는 평균 18.7°C , 배출되는 슬러지는 38°C 의 열을 갖고 방출이 된다.

I 소화조벽을 통해 방출되는 열량은 0.3% 이내로 극히 적은 반면 유입되는 슬러지의 온도에 의해 가열부하가 발생한다.



나. 개선방향 및 효과

- Ⅰ 소화조에서 배출되는 슬러지와 유입 슬러지 사이에 열교환기를 설치하여 배출 슬러지의 배열을 회수
- Ⅰ 히트펌프를 설치하여 유입 슬러지의 온도를 38°C 이상으로 가온하여 소화조 탱크에 공급
- Ⅰ 소화조 가온에 필요한 바이오가스 보일러 사용량 **70% 이상** 감소



나. 개선방향 및 효과

항 목	단위	총량	비 고
슬러지 투입량	m ³ /h	254	
열교환기 배열 회수	Mcal/h	2,540	(18- - >28℃ 가온)
히트펌프 가온량	Mcal/h	2,540	(28- - >38℃ 가온)
히트펌프 용량	USRT	850	= 가온량/3024
히트펌프 전기입력	kW	777	= 가온량/860/3.8
연간 전기사용량	MW/h	6,809	= 전기입력x24x365
연간 전기사용액	백만원/년	423	= 전기사용량 x 전기료
총 배열회수	Mcal/h	5,080	
바이오가스 절감량	m ³ /h	1,191	배열회수량 x 5200 /보일러 효율
	k m ³ /년	10,436	가온 보일러용 14,708k m ³ /년

- l 소화조 슬러지 투입량을 기초로 열교환기(2.5Gcal/h)의 배열의 회수와 히트 펌프(850USRT)의 가온에 의한 슬러지를 가온하여 소화조에 투입할 경우
- l 연간 10,436k m³의 가온 보일러용 바이오가스를 절감할 수 있다.
- l 잉여 바이오가스는 슬러지 건조 또는 연료전지용 연료로 매각 가능

나. 개선방안 및 효과

- (1) 열교환기와 히트펌프를 이용한 슬러지 배열회수로 소화조 가온용 보일러의 바이오가스 소비량을 **10,436k^{m³}/년** 줄이고, 잉여 바이오가스는 부가가치가 높은 연료전지나 슬러지 건조용으로 전용함.
- (2) 열교환기(**2.5Gcall/h**) 및 히트펌프(**850USRT**)의 투자비용은 **2,200**백만원

바이오가스 절감량 : **10,436k^{m³}/년 x 0.52 toe/m³ = 5,472 toe**
 절감액 : **10,436k^{m³}/년 x 177 천원/ k^{m³} = 1,847,172천원/년**
 히트펌프 전력분 : **6,809MW/년 x 62.16천원/MW = 423,247천원/년**

총 절감금액 = **1,423,925천원/년**

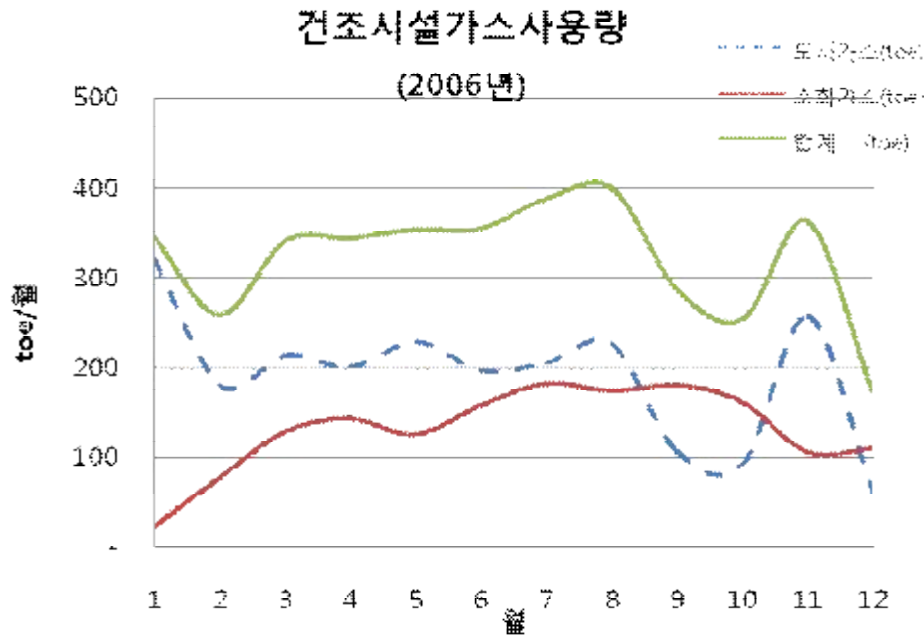
다. 기대효과

에너지명	절감량 (toe,MWh/년)	절감액 (백만원/년)	투자소요액 (백만원)	투자회수기간(년)
연료	5,472 toe	1,847	2,200	1.54
전력	- 6,809MWh	- 423		

14. 슬러지 건조시설 바이오가스 전량 대체

가. 현황 및 문제점

● 현 황



월	도시가스 (toe)	바이오가스 (toe)	합계 (toe)
1	320	24	344
2	181	78	259
3	213	128	341
4	201	143	344
5	228	125	353
6	197	158	355
7	205	182	388
8	225	174	400
9	105	181	286
10	92	161	253
11	257	105	362
12	60	111	171
합 계	2,285	1,571	3,856
비 고	59%	41%	100%
금액 (백만원)	1,254	2006년도 기준	

§ 슬러지 건조설비에 바이오가스를 적용하여 현재 바이오가스와 도시가스를 겸용으로 사용하고 있다.

§ 2007년도 소화조 설비개선과 오니처리시설의 효율적 운영으로 바이오가스 발생량이 20%증가

§ 2006년 기준으로 도시가스 59%, 바이오가스 41% 사용하고 도시가스 구입비는 연간 12.5억이다.

가. 현황 및 개선사항

§ 슬러지 건조시설 운전비 중 도시가스가 차지하는 비율이 **59%**이고 연간 **12.4억**의 비용이 발생하여 에너지 절감 필요.

§ 소화조 운영 개선에 따른 잉여가스 발생하고 있어 슬러지 건조시설에 도시가스 대체연료로 공급하는 방안 적용 필요

I 개선 사항

§ 슬러지 건조시설에 사용하는 도시가스를 전령 바이오가스로 대체

§ 도시가스는 비상시에만 운전

§ 슬러지 건조시설을 바이오가스 대체용으로 시설개선

(1) 바이오가스 공급량 확대 à 보일러 버너설비 개선

(2) 바이오가스 공급관 신설(250A) à 노후 기존 배관 대체

(3) 바이오가스 이송 및 공급용 송풍기 설치

[기 존]

도시가스 + 바이오가스
혼합운전



[개 선]

바이오가스 전용운전
(도시가스 비상시 적용)

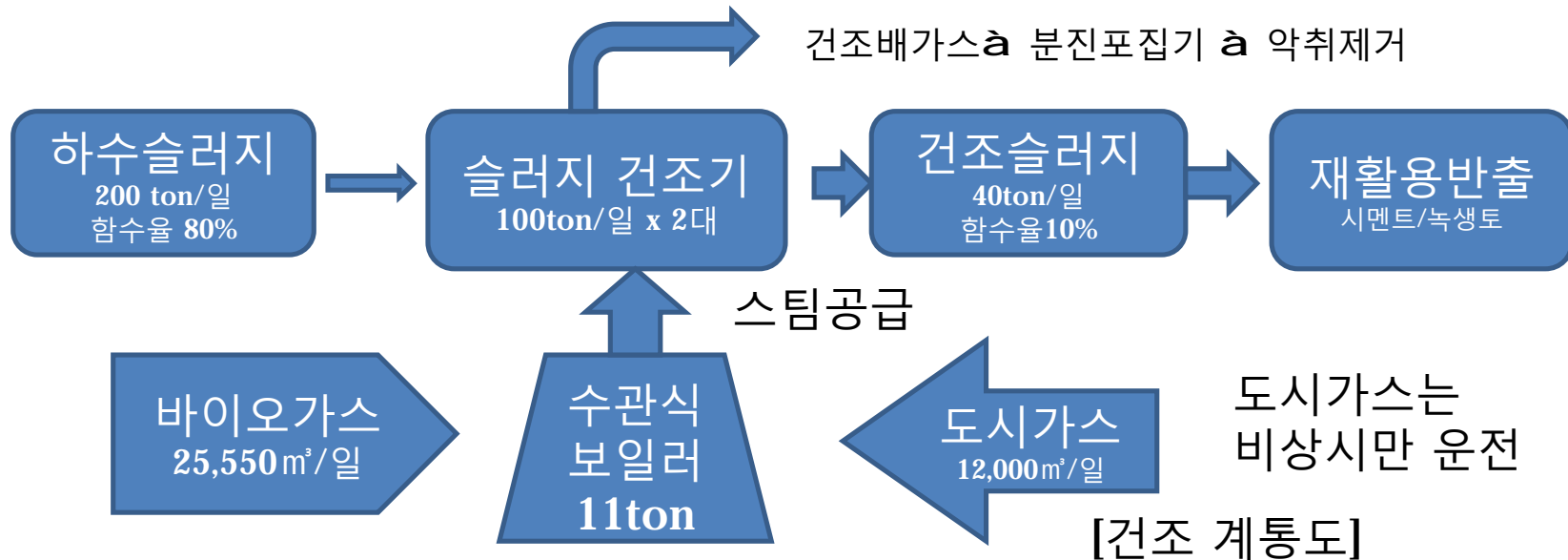
잉여바이오가스 활용
도시가스 구입비 절감
에너지 절약
대기질 개선 효과

나. 개선방향 및 효과

I 개선 효과

슬러지 건조시설 연료를 바이오가스로 전량 대체함으로써 운영비 절감
(연간 **2,039**백만원 : 2006년)

항 목	단위	2006년도	2007년도(상반기)	개선 후(년간)	비 고
바이오가스	만 m ³	303	236	849	
도시가스	만 m ³	2,165	805	0	
예산절감액	백만원	785	605	2,039	도시가스 대 체 효과



나. 개선방안 및 효과

I 소요 예산

항 목	금 액(백만원)	비 고
건조시설 바이오가스 전용 버너 개량	38	
바이오가스 공급 배관 (250A x 460m)	330	
바이오가스 부스터 송풍기 설치	107	(1)보일러 바이오가스 공급 (2) #3→ #2 처리장 이송
전기설비 및 자동제어 설비	45	
합 계	520	

다. 기대효과

에너지명	절감량 (toe/년)	절감액 (백만원/년)	투자소요액 (백만원)	투자회수기간(년)
도시가스	2,285	2,039	520	0.3

15. 슬러지 건조시설 배기열 회수

가. 현황 및 문제점

● 슬러지 시설 현황

항 목	내 용	비 고
건조용량	200ton/일(100ton x 2기)	
건조방식	스팀을 이용한 간접가열/원형 디스크형	
설치년도	2000.11~2002.09.05	
운영기간	의무운영기간 : 2002.09.05~2005.09.04 위탁운영기간 : 2005.09.05~ 현재	LG건설 한솔EMC
유입하수슬러지 건조슬러지 발생량	200 ton/일 : 함수율 80% 이내 40t on/일 : 함수율 10% 이내	운영지표

I 문제점

중량 슬러지처리 시설에서 함수율 80%의 하수슬러지를 10%로 건조시 발생하는 배기열(현열+잠열)을 별도의 회수장치 없이 방류수를 이용한 콘덴서에서 응축시킨 후 방류함에 따라 에너지 손실이 발생하고 있다.

가. 현황 및 개선사항

Ⅰ 개선 사항

- (1) 슬러지건조 배가스의 응축시 발생하는 현열과 잠열을 회수할 수 있는 폐열회수 설비를 설치하여 온수생산 발생한 온수를 센터 식당 및 관리동에 온수를 공급하고 # 2 소화조 가온용 온수로 공급할 수 있도록 시설을 개선한다.
- (2) 2007년도 슬러지 건조시설 콘덴서 개량과 연계하여 적용 추진

구 분		처리량	산출근거
건조배가스	수분증발량	154ton/일 (6.4ton/h)	하수슬러지 유입 수분 : $200\text{ton} \times 80\% = 164\text{ton/일}$ 건조슬러지 배출 수분총량 : $40\text{ton} \times 10\% = 4\text{ton/일}$ 수분증발량 : $160 - 40 = 154\text{ton/일}$
건조배가스	온도	103℃	
배가스	응축 잠열	3,456Mcal/h	$540 \text{ kcal/kg} \times 6.4\text{ton}$
	현 열	192Mcal/h	100 à 80℃
	잠열 + 현열	3,468 Mcal/h	6 ton 보일러급
회수 에너지		547 Mcal/h	열회수율 15%

§ 물유동층 폐열회수 시스템을 적용하여 배가스의 현열과 잠열을 회수할 경우 15%회수가 가능하다.

나. 개선방향 및 효과

I 개선 방향

물유동층 응축형 폐열회수장치 적용 배기열 회수

1. 물유동층에서의 전열촉진(약 **6,000W/m²K**) 및 전열과 청소기능이 있음.
2. 물유동층내의 전열관에서의 산성성분의 농축으로 인한 부식문제가 적음.
3. 배가스를 약 **40 °C** 이하로 냉각하여 열회수율 향상 및 청정온수 생산.

항 목	기존시스템	적용시스템
열 전 달 방 식	간접 접촉방식	직접 접촉방식병용
폐 열 회 수 방 식	주로 현열회수	현열&잠열 회수
열 회 수 율	약 4~ 5% 정도	약 7~15% 정도
열 이 용 방 법	공기급수가열	주로급수가열
열 전 달 율	50- 100W/m2k	약 3000W/m2k
배 가 스 출 구 온 도	80 - 150 °C	40 - 50 °C

I 절감효과

절 감 량 **547. 2Mcal/h x1000 /9540 kcal/m³ / 80% =71.7 Nm³/h (LPG기준)**

절감금액 **71.7 Nm³/h x 525.6원/ Nm³ = 37,684원/h**

37,684 원/h x 8,760h = 3330,116 천원/년(LPG기준)

322천원/년(바이오가스 기준)

나. 개선방안 및 효과

I 소요 예산

항 목	금 액(백만원)	비 고
유동층 폐열회수기 설치	500	
온수 배관	90	
합 계	590	

다. 기대효과

에너지명	절감량 (toe/년)	절감액 (백만원/년)	투자소요액 (백만원)	투자회수기간(년)
바이오가스	479	322	590	1.83

V. 신재생에너지

1. 연료전지
2. 태양광 발전
3. 소수력 발전
4. 방류수 열원 Heatpump

(1) 하수처리장의 미활용, 재생에너지 이용현황

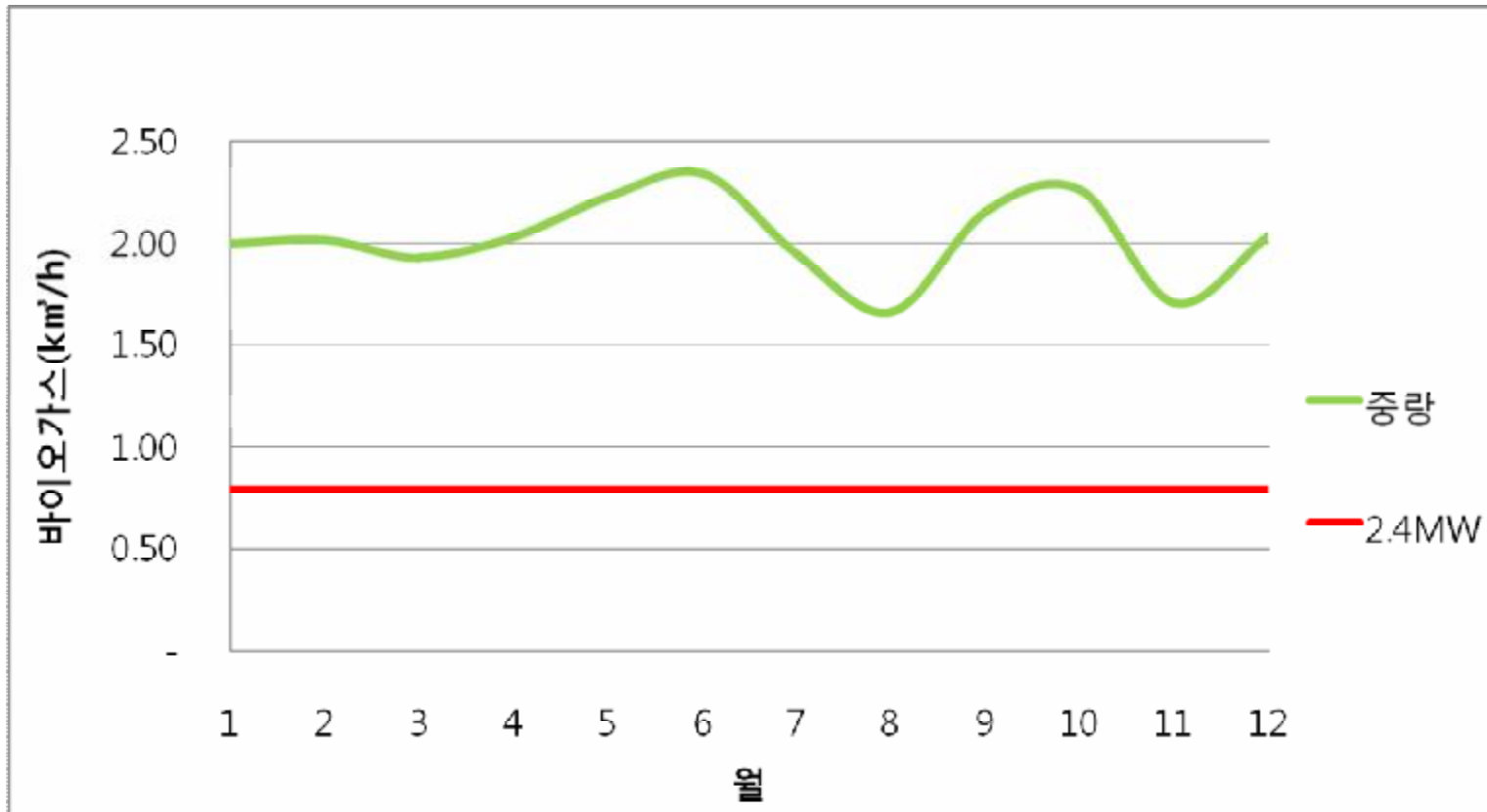
분류	이용하수처리장	적용 가능성
태양열 이용	1.. 과천시환경사업소 2. 진해하수처리장 3. 남양주 4. 구리환경사업소 5. 울진 하수처리장 6. 포항 : 흥해하수처리장	
태양광 발전	1. 진해하수처리장 2. 신천사업소(환경시설공 단) 3. 인천 : 강화수질환경사업소	고도처리장 0.5 MW 3처리장 2.0 MW
풍력 발전	없음	풍속 7m/s 이상필요
소수력 발전	1. 진해하수처리장 2. 신천사업소 3. 천안하수처리장 4. 아산 환경사업소 6. 제주시 하수처리장 6. 울산 용연하수처리장	낙차 1.5m로 경제성 없음
지열이용 냉난방	없음	
소화가스 발전	1. 구리환경사업소 2. 제천하수처리장 3. 수영하수처리장 4. 난지물재생센터	현재 경제성 없음 소화가스전용발전기 적용
하수열이용 냉난방	1. 안양석수하수처리장 2. 포항 흥해하수처리장 3. 울진하수처리장 3. 구미 하수처리장 5. 인천 슬기 수질환경사업소	장위/이문 뉴타운 지역난 방과 연계 설치 검토
슬러지 소각발전	1. 구리환경사업소 2. 전남 영암 대불사업소	
기 타	1. 대구 북부하수처리장 2. 서남물재생센터 3. 중랑하수처리장	현재 적용 중 , 도시가스 전량 소화가스 대체

(2) 센터 적용 가능 신재생에너지

	내 용	적 용 방 안	비 고
연료전지	잉여 바이오가스 이용 전력생산 à 한전매각	열교환기와 히트펌프 적용하여 잉여 바이 오가스 증가	발전사업자 바이오 가스 매각
태양광 발전	침전조 상부에 태양전지 적용 전력 생산		발전사업자 대지 임대 및 관리비 회 수
소수력 발전	방류수의 유량과 낙차를 이용하여 전력생산	현재 2m 이하의 낙차 를 2 이상으로 올려야 함. (경제성 적음)	자체투자 (정부보조 70%)
히트펌프	히트펌프를 이용하여 지역 난방의 급탕환수를 가온 하여 공급	중량물재생센터 인근 지역난방 공사 예정(SH 공사와 협의)	

1. 연료전지 발전

1) 중량물재생 바이오가스 발생량



Ⅰ 바이오가스 발생량은 하절기보다 동절기에 발생량이 많다.

Ⅰ 중량은 소화조 온도제어와 농축탈수기 개선에 의해 바이오가스 발생량이 **2006** 년도 대비 **15~25%**까지 발생량이 증가하고 있다.

1. 연료전지 발전

2) 바이오가스 사용처

항 목	단 위	중 량	비 고
연간 바이오가스 발생량	km ³ /년	17,763	
보일러 연간 바이오가스 사용량	km ³ /년	14,708	82.8%
가 스 발 전 기	km ³ /년	35	0.2%
슬 러 지 건 조	km ³ /년	3,021	17.0%
기 타 (소각)	km ³ /년	-	

- Ⅰ 바이오가스의 **82.8%**는 소화조 가온 보일러에 사용되고 슬러지 건조 공정에 **17%**를 매각하고 있다.
- Ⅰ 가스발전기는 현재 운영을 하고 있지 않다.
- Ⅰ 바이오가스 생산량은 농축탈수기의 개선과 소화조 온도 상승제어에 따라 **2006년 대비 15%이상** 증가하고 있다.

1. 연료전지 발전

항 목	단 위	총 량	비 고
슬러지 투입량	m ³ /h	254	
열교환기 배열 회수	Mcal/h	2,540	(18- - >28℃ 가온)
히트펌프 가온량	Mcal/h	2,540	(28- - >38℃ 가온)
히트펌프 용량	USRT	850	= 가온량/3024
히트펌프 전기입력	kW	777	= 가온량/860/3.8
연간 전기사용량	MW/h	6,809	= 전기입력x24x365
연간 전기사용액	백만원/년	423	= 전기사용량 x 전기료
총 배열회수	Mcal/h	5,080	
바이오가스 절감량	m ³ /h	1,191	배열회수량 x 5200 /보일러 효율
	km ³ /년	10,436	

Ⅰ 소화조의 경우 열전도에 의한 열손실은 거의 없고(0.3%예상) 투입 슬러지에 의한 열부하가 90%가 넘기 배열회수 열교환기(10℃회수) + 히트펌프를 적용 할 경우 투입슬러지의 배열을 회수하는 효과로 동절기 이외에는 별도의 가온보일러 사용이 불필요하다.

Ⅰ 히트펌프의 경우 별도의 전력을 필요로 한다.

1. 연료전지 발전

3) 장비별 에너지 단가 비교(1 Gcal/h기준)

1 Gcal/h 생산기준 에너지 비용 비교

항 목	단위	LNG 보일러	기름보일러	바이오가스보일러	히트펌프(1)
효 율	%	85%	85%	85%	380%
열 당 량	kcal	9,530	8,200	5,120	860
연료 단가	원	539	917	177	62
에너지 비용	원	66,539	131,564	40,671	18,972
비 교		기 준	197.7%	61.1%	28.5%
				보조연료 고려안함.	

I 위의 표는 **1Gcal/h**를 생산하는데 필요한 에너지비용을 비교한 것이다.

I 보일러의 경우 입력열원의 **100%**이상의 효율을 나타내는 것은 불가능하나, 전기를 에너지원으로 하는 히트펌프의 경우 입력의 **380%**이상의 효율(**COP**)를 갖기 때문에 **LNG**대비 **28.5%**의 에너지 비용이 들고 바이오가스를 사용하는 것보다도 **50%**이하의 비용이 든다.

1. 연료전지 발전

4) 투자 경제성 검토

항 목	단위	증량	비 고
배열회수장치 투자비	백만원	2,500	서울시 투자 / 탈황설비 포함
잉여바이오가스 판매금액	백만원/년	1,379	177원/㎥ 기준
바이오가스판매액 - 전기료	백만원/년	956	
투자비 회수기간	년	2.62	
연료전지 용량	MW	2.40	
연료전지 전기생산량	MW/년	19,973	
연료전지 전기판매단가	원/kW	234.53	
연료전지 전력판매금액	백만원/년	4,684	
전력판매 - 바이오가스구입비	㎥/년	3,305	
연간유지비	백만원/년	1,072	스택 교체 및 운영비
연간 이익	백만원/년	2,234	
연료전지 설치비용	백만원	18,900	발전사업자 투자
투자비 회수기간		8.5	

- ┆ 서울시의 경우 배열회수장치에 대한 투자 및 히트펌프 및 탈황설비에 대한 투자 필요
- ┆ 발생한 잉여가스를 연료전지 발전사업자에 판매 (판매 단가는 협의 필요)
- ┆ 발전사업자는 연료전지 설치 후 바이오가스를 매입하여 한전에 발전차액 지원금액으로 판매
- ┆ 3년/5년마다 발생하는 스택 교체 및 운영은 발전사업자 부담
- ┆ 서울시는 바이오가스의 공급과 품질(황 0.1ppm이하)과 15년간 사업보장 필요하다.

1. 연료전지 발전

5) 연료전지 적용시 바이오가스 사용처 비교

구분	항 목	단 위	총량	비 고
	연간 바이오가스 발생량		17,763	
연료전지 적용	연료 전 지	k ^m /년	7,789	43.84%
	슬러지 건조	k ^m /년	3,021	17.00%
	가온 보일러:	k ^m /년	4,271	24.04%
	여 유 분	k ^m /년	2,681	15.09%
기 존	가온 보일러	k ^m /년	14,708	82.8%
	가스 발전기	k ^m /년	35	0.2%
	슬러지 건조	k ^m /년	3,021	17.00%
	기 타(소각)	k ^m /년	-	

- ┃ 연료전지 적용 시의 바이오가스 사용처를 항목별로 분석
- ┃ 연료전지를 적용할 경우 바이오가스의 **43.8%**를 연료전지가 사용하게 된다.
- ┃ 연료전지 및 슬러지 건조에 바이오가스 발생량의 **60%**이상을 매각

1. 연료전지 발전

6) 투자전후 에너지비용 분석

에너지원		연간 소비량	단위	소비 용도	열량 분석		금액 분석	
					열량	구성비	금액	구성비
					(toe)	(%)	(백만원)	(%)
전기	구입	117,174	Mwh	설비, 조명	25,192	68%	7,283	83%
	생산	0		설비, 조명	-	-	-	-
연료	경유	372	kl	발전기/보일러	342	1%	286	3%
	LNG	2,166	kNm³	슬러지건조	2,276	6%	1,169	23%
	가스	17,763	kNm³	보일러, 발전기	9,237	25%	-	-
계		-		-	37,048	100%	8,738	100%

에너지원		단위	당초 (A)		개선 (B)		증감 (B-A)	
			소비량	구입금액	소비량	구입금액	소비량	구입금액
전기	구입	Mwh	117,174	7,283	123,982	7,706	6,809	423
	생산	Mwh	-	-	-	-	-	-
연료	경유	kl	372	286	61	47	-311	-239
	LNG	kNm³	2,166	1,169	2,166	1,169	-	-
	가스	kNm³	17,763	-	7,292	-1,379	-10,471	-1,379
합 계		toe	34,772	8,738	30,504	7,544	-4,267	-1,194

2. 태양광 발전

1) 태양광 발전 시스템



태양광 발전 시설

- Ⅰ 설치장소 : 제1 침전지 or 제2침전지
- Ⅰ 필요면적 : 35,000 m²/MW
- Ⅰ 사업비 : 955만원/kW (고시단가)
- Ⅰ 1,2처리장 1차, 2차 침전지에 0.5MW씩 총 2MW 설치 가능
- Ⅰ 고도처리장 2차 침전지 상부에 0.5MW 설치 가능

2. 태양광 발전

2) 태양광 발전 시스템의 특징

태양광발전시스템의 특징

태양광발전의 장점

- 환경 적합성 : 배가스, 폐열 등 환경 오염과 소음이 없음
(석탄화력발전 대비 약 240 g-carbon/kWh 절감)
- 연료, 냉각수 불필요 : 에너지-자원 보존, 입지상의 제약이 적음
- 모듈화 : 발전용량의 신속성, 발전시설의 유동성
- 단기간설기간 : 수요증가에 신속 대응 가능
- 부하 패턴 적합성 : 첨두부하 경감, 공급예비력 감소에 효과적 대응
- 무보수성, 고신뢰성 : 무인 자동화 운전 가능, 운전 비용 절감

태양광발전의 단점

35,000 m² /MW

- 대면적 필요 : 일사량에 의존, 대규모 발전에 대면적이 필요
- 이용률 낮음 : 야간, 우천시에 발전 불가능
- 불안정성 : 일사량 변동에 따라 출력이 불안정
- 고 출력 불가능 : 공급가능 출력에 한계, 급격한 전력수요 대응 불가

高價

발전차액 지원대상 전원 및 기준가격

전원	대상	구분	기준가격(원/kWh)		한정가액	비고
			고정가격	변동가격		
태양광	3kW 이상	30kW 이상	677.38	-	716.4	감소율 4% (3년 이후)
		30kW 미만	711.25	-		

- 주) 1. 정부 무상보조금의 비율이 30% 미만인 사업자용
 2. SMP(계통한계가격 : System Marginal Price) : '05년 평균 61.59원/kWh
 3. 국내설비용량기준 태양광은 100MW까지 지원
 ※ 기준가격이 SMP보다 낮은 경우에는 SMP가격 보장 : 법 제 17조

2. 태양광 발전

3) 태양광 발전사업 추진 방향(0.5MW 기준)

1. 자체 투자 => 생산전기 자체 소비

- | 정부보조금 **70%** 지원 / 지자체 **30%** 투자(총 투자비 **47.7**억원)
- | 생산된 전기는 자체 소비
- | **2006**년 기준 전력단가 **62.16**원/kW(중량)
- | 연간 생산전력 **36.7**백만원으로 연간 투자비 회수기간 **39**년
- | 경제성 없음

2. 발전 사업자 => 대지 임대 사업

- | 발전사업자 자체 자금으로 설치 운영
- | 한전에 발전차액 지원금액으로 판매
- | 서울시는 발전사업자에게 대지 임대료 및 관리비 받음
(15년간 가능 수익사업) è 임대료 및 관리비는 별도 계약
- | **15**년 발전차익 지원기간 이후 설비 서울시에 기증

2. 태양광 발전

4) 태양광 발전 사업 추진 내역

품 명	사 양	단 위	수 량	단가(원)	소요금액(백만원)
설계 및 감리/인허가		식	1		255
구매					
태양광 모듈	175wP	장	2,880	1,020,000	2,937
인버터	50kW	대	10	48,000,000	480
변압기	50kW	대	10	10,000,000	100
모니터링		식	1	40,000,000	40
공사					
건축공사					
구조물설치공사	500kW급	식	1	718,000,000	718
송전선로공사		식	1	250,000,000	250
합 계					4,775

- ┃ 위의 소요금액은 고시단가를 기준으로 한 것이다.
- ┃ 물재생센터의 경우 구조물 위에 설치하는 관계로 건축공사 및 기타공사가 불필요하여 공사비용 감소 예상.

2. 태양광 발전

5) 태양광 발전 설계안 (0.5MW기준)

설치위도	37.3도	발전기 용량	태양광 500.kW
적용방식	계통연계형		
송전율	100%	인버터 용량	50kW x 10대
발전량	평균	상한 값	하한 값
태양광 발전량	590MW/년	1057MW년	156MW년
태양광 발전량	1,616 kW/day	2,896 kW/day	427 kW/day

* 일사량 및 기온 관측 지점 : 서울

- l 물재생센터의 경우 서울 기준으로 일사량과 기온을 기준으로 **0.5MW**용량의 태양광 발전시설을 설치할 경우,
- l 최대 연간 **1,057MW**, 최소 **156MW**, 평균 연간 **590MW**의 발전이 가능하며 일간 평균 발전량은 **1,616kW/day(3.2시간)**가 예상된다.
- l 난지 : 침전지 (1/2차) 설치 시 : **2MW**가능
- l 중랑 : 고도처리장 2차 침전지 **0.5MW** 설치 예정 (**3처리장 2MW** 설치 가능)

2. 태양광 발전

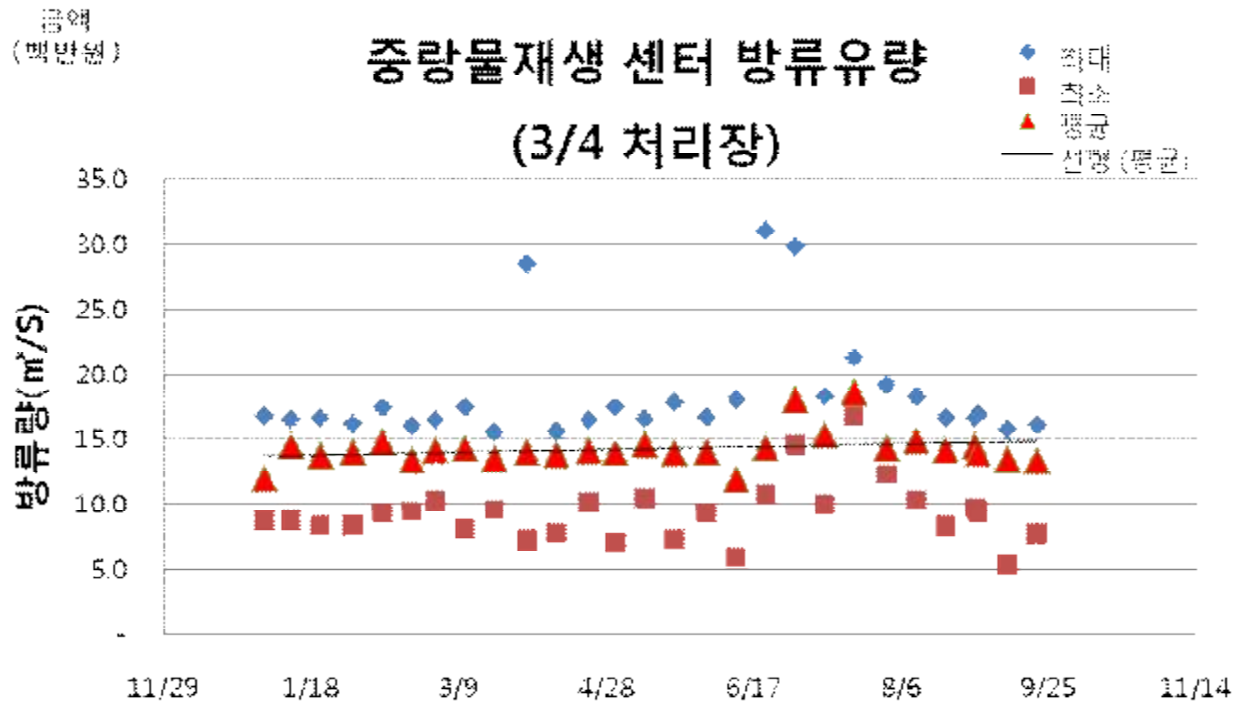
6) 태양광 발전 경제성 분석

항 목	단위	서울시 자체 투자	발전사업자	비 고
총 사업비	백만원	4,775	4,775	
지 자체 부담	백만원	1,433	0	
정부 보조금	백만원	3,342	0	
년간 생산전력	MW	590	590	
자가소비 절감액	백만원	36.67		62.16 원/kW
발전사업자 판매	백만원		399.65	677.38 원/kW
투자비회수	년	39.07	11.96	
임대 및 관리비	백만원	?	?	서울시 수익
* 투자비는 07년도 고시단가 955만원/kW 기준, 정부보조 70%, 지자체 부담30%				

- ┃ 지자체 자체 태양열발전설비에 투자해서 생산된 전기를 자체 소비할 경우 자가소비 절감액은 연간 **36.7**백만원으로 투자금액의 **0.77%**의 회수가 가능하다.
- ┃ 발전사업자가 발전사업을 진행할 경우 생산전력을 한전에 판매할 때 회수기간은 **12**년임.
- ┃ 서울시 자체에서 투자하는 경우 정부보조를 **70%** 받는다 해도 투자에 대한 경제성 없음. 투자회수기간 **39.07**년.(정부보조금 지원의 경우)

3. 소수력 발전

1) 중량 물재생센터 방류유량 현황



단위	시설용량	평균	최대	최소
m ³ /h	52,083	51,668	66,586	33,829
m ³ /s	14.47	14.35	18.50	9.40

3. 소수력 발전

2) 방류수를 이용한 소수력 발전 검토

수차용량의 결정

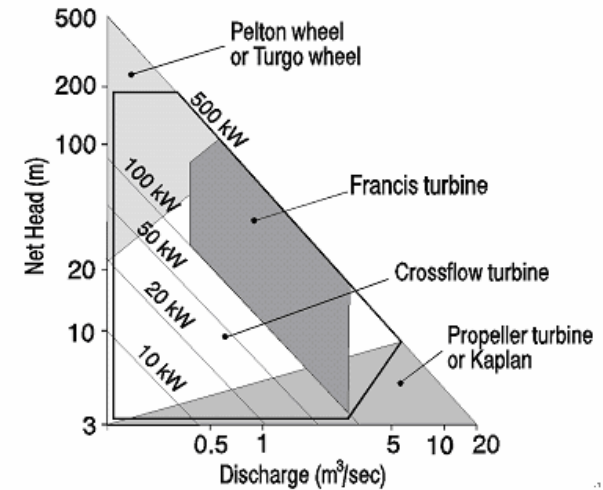
$$P = 9.8 \times Q_r \times H_e \times \eta_s$$

Q_r : 설계유량 (m^3/s)

H_e : 유효낙차(m) 2m 적용

η_s : 시스템 효율(85%)

- 방류동의 방류수를 이용한 소수력 발전 검토
- 방류수 : 낙차 2m
- 방류수량
- 방류장 낙차와 유량을 이용한 소수력 발전기
- 기존 소수력 발전은 환경 및 이물질 등 문제 발생
- 물재생센터의 방류수의 경우 협잡물이 없고 수질도 양호하며 환경파괴문제 없음.
- 유효낙차가 낮아 보완 필요 (2~3m 이상)



3. 소수력 발전

3) 소수력 발전 용량

구 분	단위	중량(3/4처리장)	비 고
설계 방류량	만톤/일	125	
유효낙차	m	2(2.5~3)	
발전설비용량	kW	230	
터빈타입		입형 프로펠라	
최대방류 수량	m ³ /s	18.5	
평균방류수량	m ³ /s	14.4	
유효낙차	m	2	
수차효율	%	78	
예상출력	kW	221	
발전단 예상출력	kW	219	
이용율	%	89.1	
연간예상발전량	MWh	1,710	

- Ⅰ 평균 방류량을 기준으로 산출
- Ⅰ 유효 낙차는 최소 **2m** 이상으로 보완 필요

3. 소수력 발전

4) 소수력 발전 경제성

구 분	단위	중량 3/4처리장	비 고
연간예상발전량	MWh	1,710	
발전단가	원/kWh	63.00	
발전금액	백만원/년	108	
투자비(보조70%)	백만원	510	
투자비 회수	년	4.7	정부 보조/자가소비
투자비(보조 0%)	백만원	1,700	
발전단가	원/kWh	72.80	
발전금액	백만원/년	124	
투자비 회수	년	13.7	자체투자/한전판매

- ┃ 소수력발전에 대한 투자는 정부보조금을 받고 생산전기를 자체에서 소비할 경우 투자비 회수기간은 **4.7년**
- ┃ 투자비 전액을 자체투자하고 한전에 발전차액지원 금액으로 판매할 경우 투자비 회수기간이 **13.7년**으로 경제성이 적다.
- ┃ 낙차가 최소한 **2m**이상이어야 함. 낙차 미확보 시 적용 어렵다.

4. 수열원 히트펌프

1) 방류수 열원 히트펌프

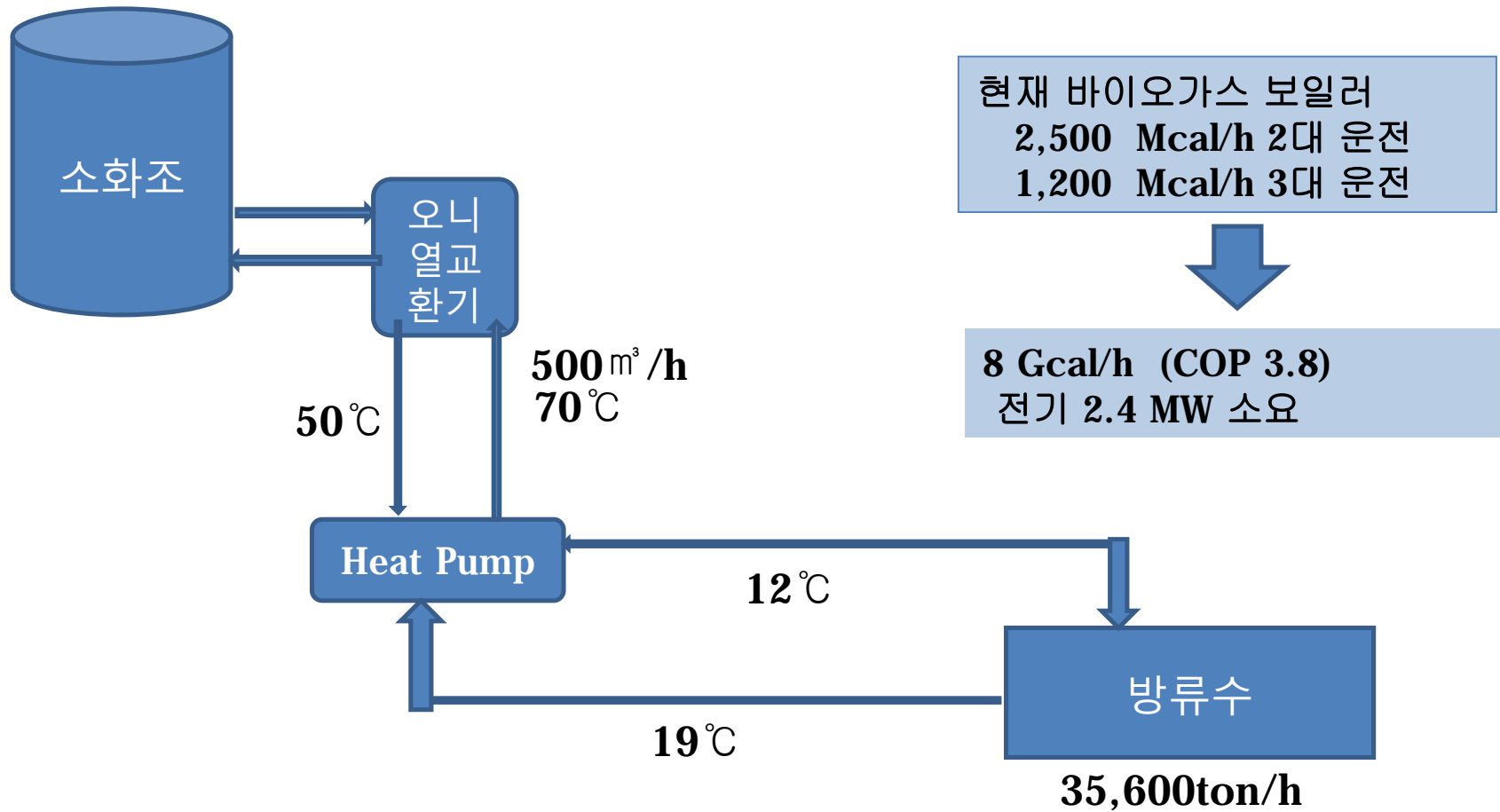
- I 방류조의 방류수량(3/4처리장)은 5,380 m³/h이고 수온은 겨울철은 평균 11℃, 여름철은 25℃ 정도로 연평균 19℃의 처리수가 방류되고 있다.
- I 저온 폐열을 열원으로 히트펌프를 이용하여 열을 회수하여 난방열원으로 활용이 가능하다.
- I 지열과 마찬가지로 수열을 회수하여 난방을 할 경우 COP 3.8이상의 출력이 가능하다.
- I 생산된 온수는
 - (1) 소화조의 가온 (바이오가스 보일러 대체)
 - (2) 지역난방공사에 온수의 공급이 가능하다.
(지역난방에 온수 판매)

서울시 뉴타운 계획안

항 목	단위	장의 지구	이문 지구
면 적	km ²	1,827	1,014
입주세대	세대	26,550	17,634
설비용량	Gcal/h	132	81

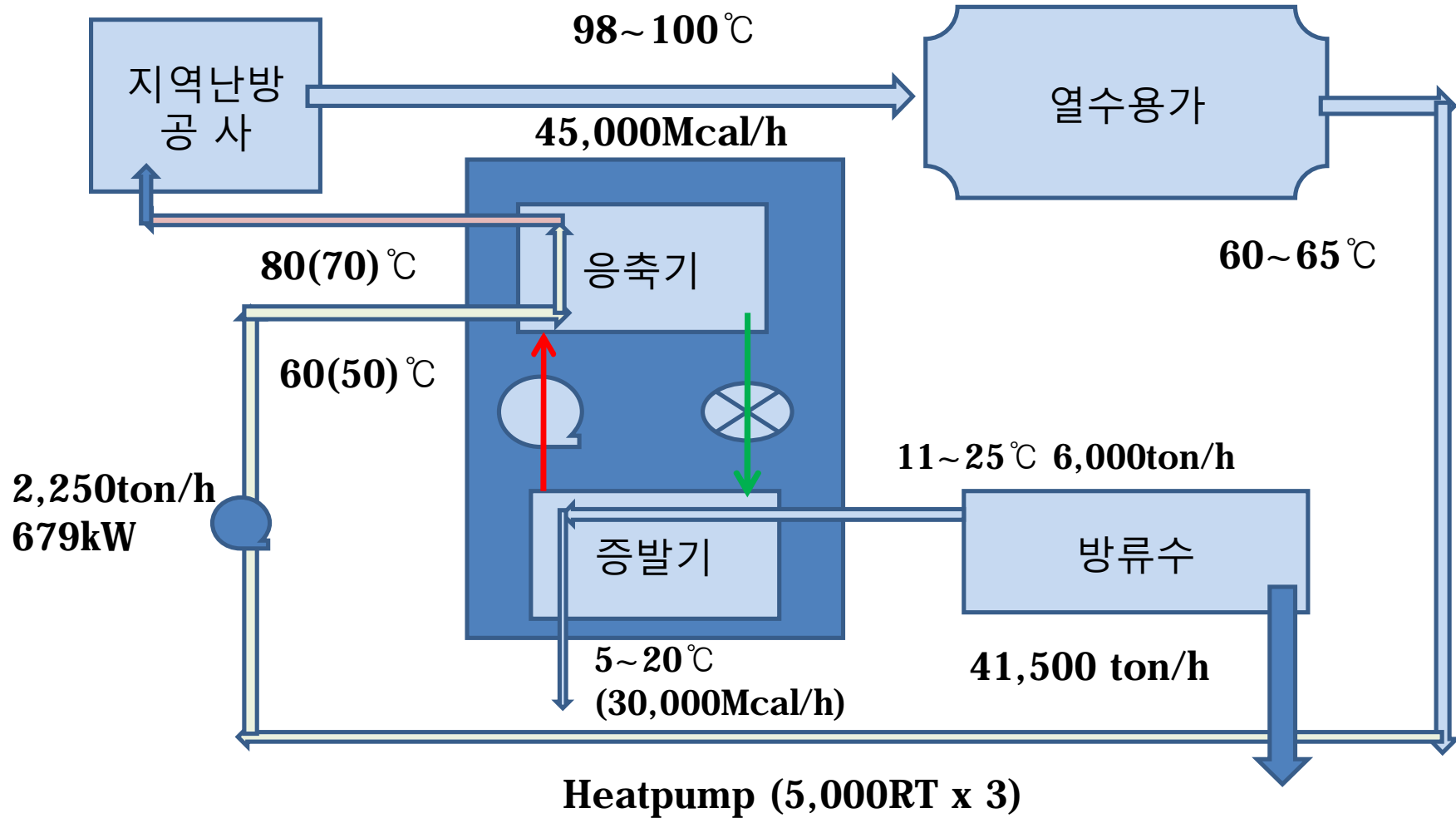
4. 수열원 히트펌프

2) 방류수를 이용한 소화조 가온



4. 수열원 히트펌프

3) 방류수를 이용한 온수 생산 판매



4. 수열원 히트펌프

4) 45 Gcal/h 기준 수열히트펌프 용량 산출

항 목	단 위	내 역	비 고
용 량	Gcal /h	45	기준 용량
온수회수온도	℃	60	열수용가-->
온수공급온도	℃	80	지역-->
온수 유량	ton/h	2,250	
온수펌프	kW	679	
Heatpump 용량	USRT	15,000	
방류수 열교환유량	ton/h	6,000	
방류수 입구온도	℃	19.0	
방류수 출구온도	℃	13.5	
방류펌프	kW	1,438	? (양정)
히트펌프 입력	kW	13,770	COP3.8기준
총 입 력	kW	15,887	히트펌프 + 온수펌프/방류수 펌프
전력단가	원/kW	62.16	
전력비용	백만원/h	1.00	
전력연간비용	백만원/년	7,807	년 7800시간운전 기준
투 자 비	백만원	37,000	

4. 수열원 히트펌프

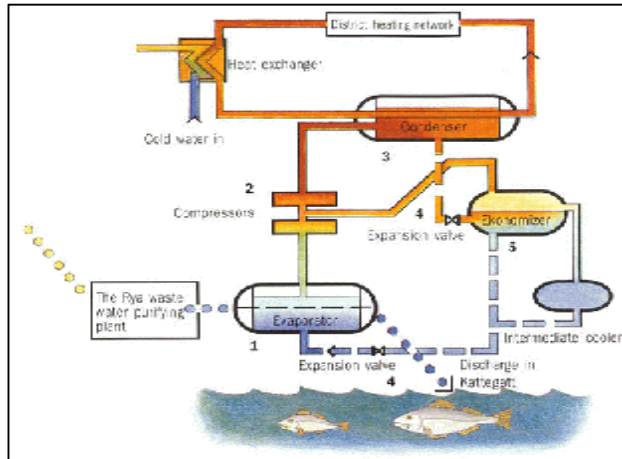
5) 경제성 분석

LNG 기준	LNG 사용량	kNm ³ /년	33,113	년 7800시간운전 기준/ 보일러효율 90%
	LNG 단가	원/Nm ³	576	
	총수익금액	백만원/년	19,073	
	순이익	백만원/년	11,266	총수익-전력연간비용
	투자비 회수기간	년	3.28	투자비 370억 기준
지역난방 온수생산 단가기준	지역난방열기준		1Gcal = 40,000원	지역난방 온수 생산단가
	시간당 수익	천원/h	1,800	
	연간 수익	백만원/년	14,040	년 7,800시간 운전기준
	순 이익	백만원/년	6,233	총수익-전력연간비용
	투자비회수기간	년	5.94	

- l 45Gcal/h급의 수열원 히트펌프 적용할 경우
- l 지역난방공사에 온수를 가온하여 공급
- l LNG 가격을 기준으로 할 경우 순이익은 연 **112**억 / 투자비 회수기간 **3.28**년
- l 지역난방 온수생산단가 기준으로 할 경우 투자비 회수기간은 **5.94**년
- l 지역난방 및 SH공사와 협의 필요

적용 사례 : 하수이용 히트펌프 지역 냉·난방 시스템 (독일Göteborg시)

- ◇ Göteborg Energ : AB는 Göteborg 시 지역 분산형 에너지 공급시설 보유
 - 지역 난방공급 : **약 170,000세대, 배관길이 410km**
 - 열공급 시설규모 : 14개소 2,205MW(1,742Gcal/h) 열공급 시설 보유
 - 열공급시설 : **소각시설 폐열, 제련공장 및 Volvo 공장 폐열이용, Rya 하수처리장 하수열 이용 등**
- ※ 1980년 까지 에너지 소비 **90%이상 기름 등 화석연료 사용**, 1990년 이후 **기름 거의 사용 안 함**
- ◇ Rya 하수열원 히트펌프 플랜트 ('82~86 설치)
 - 히트펌프 4기설치, Göteborg 시 지역난방의 **21%감당** (연료 70,000kl/년 절감)
 - **히트펌프 용량 160MW**, 3호기 열출력 **50MW(11,000RT규모) 단일설비로 세계최대규모**
 - 하수열 이용 : **온도 5~8°C**, 유닛별 유량 1,000~1,950kg/s
 - 지역 난방 공급 : **환수 48~70°C, 공급 80~85°C** (열출력 유닛당 15~52MW)



【Rya 하수처리장 히트펌프 시스템의 개념도】



【압축기】

6. 참고자료

1. 고효율 터보블로워
2. 발전용 연료전지
3. 소수력 발전
4. 고효율 펌프
5. 물유동층 응축형 폐열회수장치
6. 열량식 유량계
7. 고효율 조명기기

1. 고효율 터보블로워

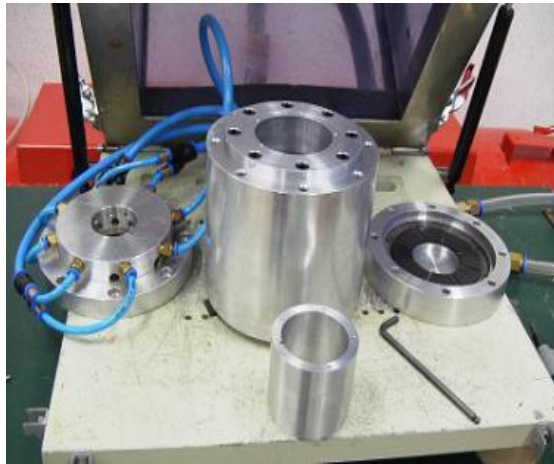
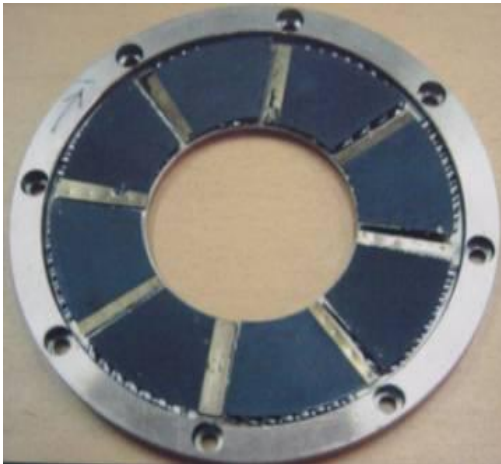
구 분	기 술 개 요
가. Foil Air Bearing 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 축이 회전할 때 발생하는 공기속도에너지로 압력장을 형성시켜 회전체를 지지 - 물리적 접촉이 없어 마찰에 의한 에너지 손실이 없는 이상적 베어링 - 반영구적으로 사용가능 - 현재 세계적으로 MTI, Capstone등 3~4업체 기술 보유
나. 고속 BLDC Mtor & Mtor Drive (Inverter) 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 대용량(20~300HP급) Brushless DC Mtor (무정류자 직류전동기) - 20,000 ~ 200,000 rpm 의 고속운전 가능 - 상용화된 고효율 대용량 고속모터
다. Impeller 정밀주조 기술	<ul style="list-style-type: none"> - Turbo 기계류에 있어서 임펠러는 핵심요소부품 - 난형상 임펠러 제조에 적합한 새로운 Rubber Mold Lost Wax 주조기술 적용
라. 공기역학 설계/해석	<ul style="list-style-type: none"> - 1차원/2차원 설계 , 3차원 유동 해석기술 - 열전달/응력 해석기술

- 고강성 동압 에어베어링 : 최소 3% 효율증가
- BLDC 고효율 고속모터 : 최소 12% 효율증가
- 고효율 정밀주조 임펠러 : 최소 20% 효율증가

1. 고효율 터보블로워

고강성 동압 에어베어링

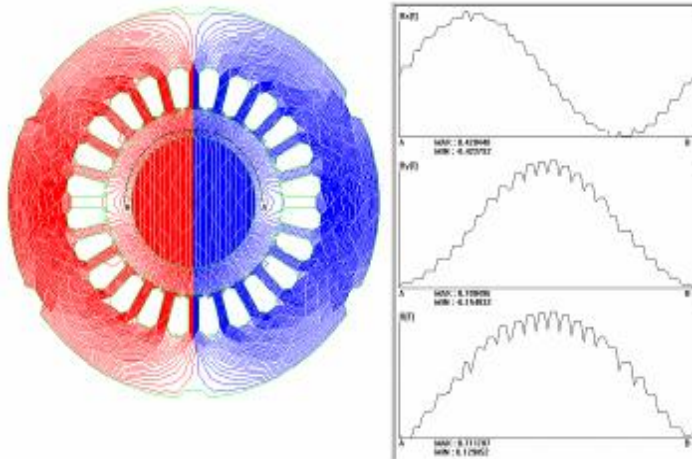
- 축이 회전할 때, 축 주변에 공기속도가 발생
- 공기속도를 적절한 구조물로 압력으로 변환하여 축을 지지
- 기동 정지 시에 마모가 있으므로, 내마모 코팅과 낮은 회전수에서 부양시키는 기술이 수명을 결정함.
- 기동 및 정지 횟수 : 약 10만회 (현재 2만회 반복시험 완료)



1. 고효율 터보블로워

고효율 고풍력 고속 모터

- **Brushless DC Motor(무정류자 직류 전동기)**
 - 5 hp ~ 300 hp / 40,000 rpm ~ 200,000 rpm
 - 95% 이상의 고효율
- **Sensorless BLDC Inverter**
 - 고온에서 안정 동작
 - 품질 안정화



1. 고효율 터보블로워

고효율 정밀 주조 임펠러

q Lost- Wax Methods with Rubber Molds

Ø Cost- Effective

Ø High Quality

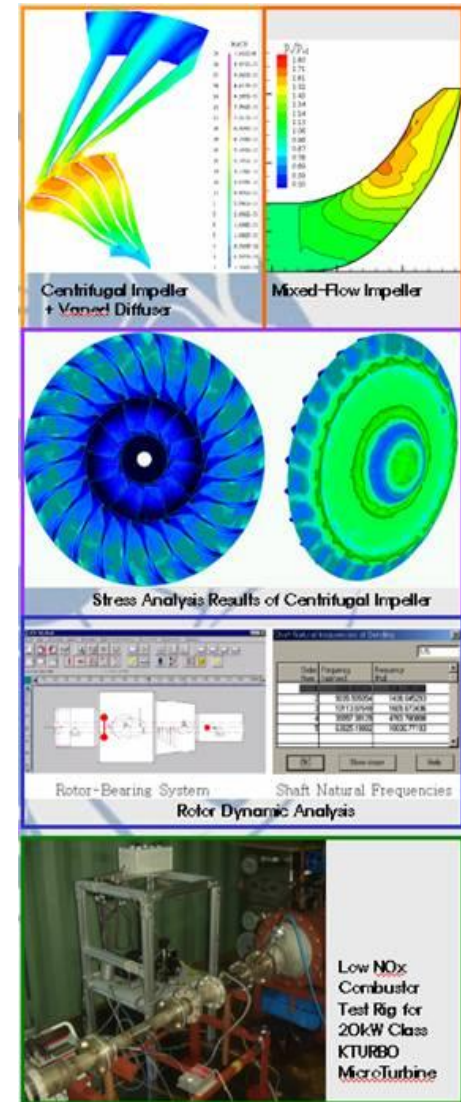
Ø SUS, Aluminum, Titanium, etc.



1. 고효율 터보블로워

공기역학 설계 해석 테스트

- q Aerodynamic Design/Analysis(공기역학 해석)
- q Structural Analysis(구조해석)
- q Heat Transfer Analysis(열전도 테스트)
- q Mechanical Design(기계적 구조)
- q Compressor/Turbine/Pump Performance Test
- q Combustor Performance Test
- q Gas Turbine Engine Test



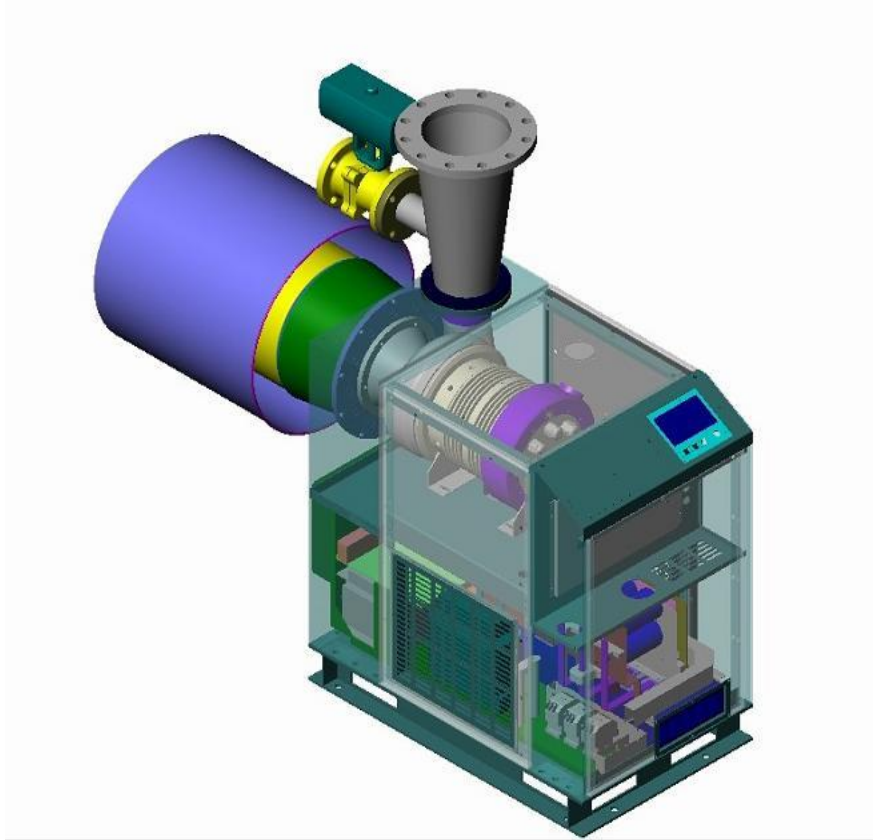
1. 고효율 터보블로워

제품 제원 및 특징

TB75, TB150, TB300	
제원	<ul style="list-style-type: none"> Ø Mtor : 40HP / 75HP / 100HP / 150HP / 200HP / 300HP Ø 토출압력 : 0.5 ~ 1.5 Bar Ø 토출유량 : 33 ~ 200 m³/min Ø 전동기 및 인버터 : BLDC / Sensorless Driver Ø 회전속도 : 20,000 - 60,000rpm Ø 소음 : 75dB 이하
용도	<ul style="list-style-type: none"> Ø 분체이송 (식품공장, 시멘트공장, 화학제품공장등) Ø 오페수처리 폭기용 (섬유공장, 염색공장, 화학제품공장, 전자제품공장, 하천, 강 오페수 처리장) Ø 제철공장 / 섬유공장 / 발효공장 / 소각로 / 양식장등 Process Air 주입용
특징	<ol style="list-style-type: none"> 1. 전력절감(기존제품 대비 30% 이상) : 부분부하운전 / 고효율 구성품(베어링/임펠러) 2. 환경 친화 : 무오일/무소음/무진동 3. 반영구적 수명 및 최소유지보수비용 4. 소형화

1. 고효율 터보블로워

제품 투시도 및 주요 구성 부품



q 주요 구성 부품

- ü 무정류자 직류전동기
- ü 인버터 (Sensorless Type)
- ü 콘트롤러
- ü 임펠러
- ü 흡입 필터 & 소음기
- ü 토출 디퓨저
- ü BOV (Blow Off Valve)

폭기 송풍기 고효율 터보블로워로 교체 검토

● 개선효과

구 분	터보블로워		고효율 고속 터보블로워		비 고
	기존 터보블로워	x 2EA	고속터보블로워	x 3EA	
풍량 (m ³ /mi n)	300	600	200	600	100.0%
정압 (mmAq)	6,500	6,500	6,500	6,500	
소비전력 (Kw)	400	800	240	720	
종합효율 (%)	79.66%	79.66%	88.51%	88.51%	8.85%
가동시간 (h/년)	8,760		8,760		운전시간 동일
연간소비전력 (kWh/년)	3,504,000	7,008,000	2,102,400	6,307,200	90.0%

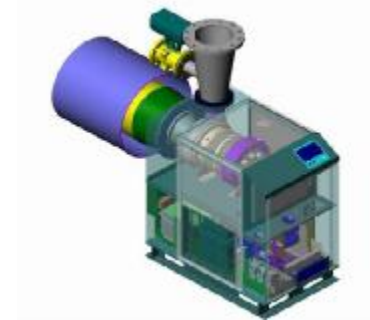
- 향후 송풍기의 증설 및 교체 시 기존의 터보블로워 대신 고효율 고속터보블로워를 적용할 경우 효율의 증가로 기존 방식대비 10%정도의 소비전력 절감효과가 있다.
- 고효율 블로워의 경우 인버터가 내장되어 있어 풍량의 제어가 가능하여 향후 유량 및 DO에 따른 비례제어의 적용이 가능하다.
- 해당 설치비용이 400Hp 기준으로 200백만원으로 기존의 터보블로워에 인버터를 적용하는 비용보다 저렴하다.

1. 폭기 송풍기 고효율 터보블로워로 교체 검토

● 터보블로워 특징

- 에어베어링 적용 => 무오일/ 저소음
- 인버터 내장으로 부분부하 운전 가능.
- 크기가 작고 설치 면적이 적어 포기조상부에 설치도 가능
(배관길이 단축으로 배관저항 감소)

● 투자비 산출 대당 설치비 **200,000,000(원/대)** : **400Hp** 기준 (부대설치비 포함)



2. 발전용 연료전지

1) 발전용 연료전지 (용융탄산염형-MCFC) 도입배경

<사회적 측면>

- ✓ 석유기반 경제의 한계에 의한 새로운 에너지 기반사회 도래
 - 저유가 시대의 종언 (공급불안 가중, 강대국 들의 에너지 확보경쟁 가속화)
 - 온실가스 배출 규제 (교토 의정서 발효)
- ✓ 화석에너지 체제의 한계를 극복할 미래의 대안으로 수소경제 혁명 진행 중
 - 수소에너지 기반 사회의 도래

<경제적 측면>

- ✓ 화력발전 대비 높은 발전효율 (화력발전 : 20~40%, 연료전지 : 40~60%)
- ✓ 친환경적 발전시스템 (저 Nox < 0.3 ppm, 저 Sox < 0.01 ppm, 저소음 < 65db)
- ✓ 미 활용에너지의 활용가능 (하수처리 발생가스, 매립지 가스, 부생가스 등)
- ✓ 맞춤형 분산발전 시스템 구성가능

2. 발전용 연료전지

2) 발전용 연료전지의 특징 및 장점

- ✓ 300kW, 1.2MW, 2.4MW급 연료전지 (다양한 시스템 구성가능)
- ✓ 장시간 시장에서의 검증
(2003년 이후 미국, 일본, 독일 등 선진국에서 성능 검증완료)
- ✓ 높은 발전효율 (47%)
- ✓ 열병합 발전 가능 (열병합 운전시 효율 80% 이상)
- ✓ 무인운전 및 Web 을 통한 원격감시 가능
- ✓ 미활용 에너지의 활용 (하수처리 발생가스, 매립가스 등)
- ✓ 도심이나 지하에 설치 가능
- ✓ 낮은 운영비
- ✓ 발전 차액 보전제도 적용대상 (2006년 10월부터 기준단가 282.54원/kWh 적용)
- ✓ RPS 제도 적용대상
 - ※ Renewable Portfolio Standards (발전의무 비율 할당제)
 - > 전체 발전량의 일정규모를 신재생에너지 (연료전지 포함)로 의무 발전하는 제도


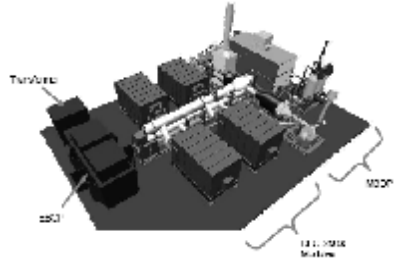

2. 발전용 연료전지

3) 발전용 연료전지의 주요사양(1)

구분		300kW	1.2MW	2.4MW
크기 (높이 x 폭 x 길이)		4.3m x 3m x 8.6m	7.5m x 20m x 14m	8.4m x 20m x 18m
설계기초자료	설치규모	가로 10.5m x 세로 8.6m 바닥면적 90.3 m ²	가로 20m x 세로 21.5m 바닥면적 430 m ²	가로 20m x 세로 25.5m 바닥면적 510 m ²
	기계반입구	2.5m x 4.6m = 12m ²	8m x 4m = 32 m ²	12m x 4.3m = 52m ²
	기계기초	2.3 톤/m ²	2.5 톤/ m ²	3.0톤 / m ²
	LNG공급라인	60 Nm ³ /hr	240 Nm ³ /hr	480 Nm ³ /hr
	흡입공기통로	1,233 Nm ³ /hr	4,930 Nm ³ /hr	9,860 Nm ³ /hr
	배기가스통로	배기가스온도 330 ℃ 배기가스량 1.3톤/hr	배기가스온도 330 ℃ 배기가스량 5.2톤/hr	배기가스온도 330 ℃ 배기가스량 10.4톤/hr
출력	전력	300 kW	1,200kW	2,400kW
	전압	480 VAC, 50~60 Hz	480 VAC, 50~60 Hz	13.8 kVAC, 50~60 Hz
	열	180,000 kcal/hr	720,000 kcal/hr	1,440,000 kcal/hr
효율	발전	47%	47%	47%
	열	33%	33%	33%
배출가스 온도	배열회수 전	270~370 ℃	270~370 ℃	270~370 ℃
	배열회수 후	80~130℃	80~130℃	80~130℃
배출가스 유량		2,500 Nm ³ /hr	10,000 Nm ³ /hr	20,000 Nm ³ /hr

2. 발전용 연료전지

3) 발전용 연료전지의 주요사양(2)

구분		300kW	1.2MW	2.4MW
물 소비량		0.45 톤/시간	1.13 톤/시간	1.21 톤/시간
물 배출량		0.23 톤/시간	0.68 톤/시간	0.51 톤/시간
소음		60 dB @ 3m	60 dB @ 3m	72 dB @ 3m
배출가스 농도	NOx	< 0.1 ppm	< 0.3 ppm	< 0.3 ppm
	SOx	< 0.01 ppm	< 0.01 ppm	< 0.01 ppm
	CO	< 10 ppm	< 10 ppm	< 10 ppm
	NMOC	< 10 ppm	< 10 ppm	< 10 ppm
CO2 발생		배출가스량의 6%	배출가스량의 6%	배출가스량의 6%
외형 및 배치도				

2. 발전용 연료전지

4) 발전용 연료전지 도입시 기대효과

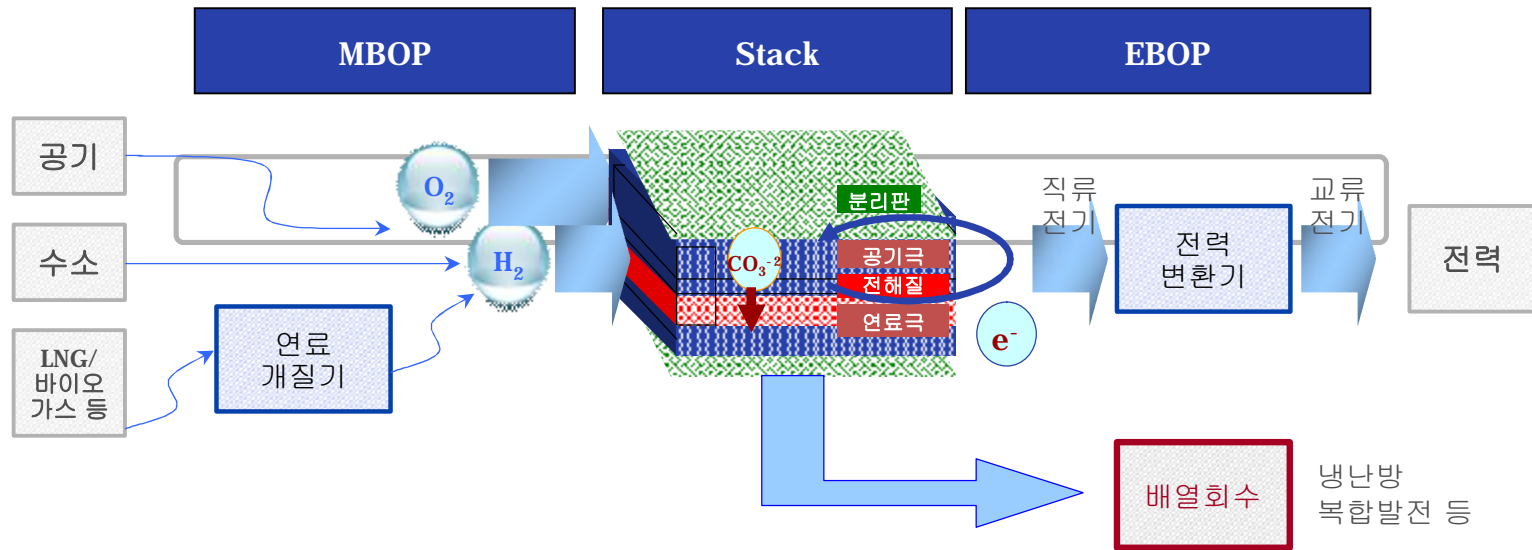
- ✓ 에너지 절감 (화력발전 대비 10~20% 효율증대)
- ✓ 미 활용 에너지의 효율적 활용으로 원가절감 및 환경개선
- ✓ 유해 배출가스 저감 (환경부담금 저감)
- ✓ 24시간 기저부하로 활용함으로써 한전 정전시 대비 가능
- ✓ 정부지원 혜택 (발전차액보전, 법인세 10% 감면)
- ✓ 유지비 (인건비, 정비비) 저감
- ✓ 향후를 대비한 단계별 발전능력 확장가능

2. 발전용 연료전지

5) 발전용 연료전지 시스템 구성

연료전지 구성도

- * MBOP: Mechanical Balance of Plant
- * EBOP: Electrical Balance of Plant



MBOP

기계적 장치를 통칭하며, 연료와 산소를 공급하기 위한 **Gas desulfurizer, Gas heater, Water tank, Fuel humidifier, Air Blower** 등으로 구성

스택 (Stack)

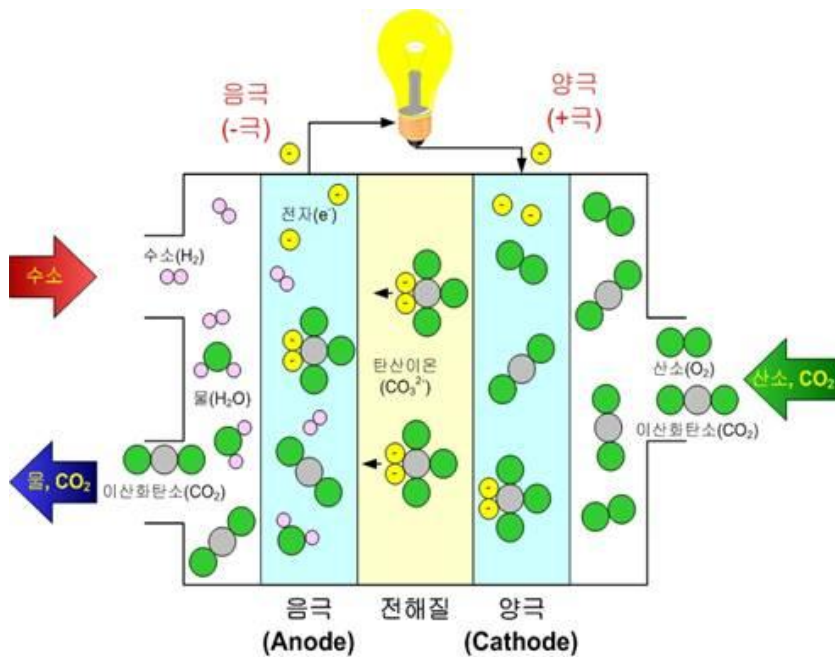
전극 및 전해질, 그리고 분리판으로 이루어진 **Cell** 이 적층되어 있고, 수소와 산소의 전기화학적 반응으로 전기 생산

EBOP

스택에서 생산되는 직류(DC)를 교류(AC)로 변화시켜주는 **Inverter** 및 **Converter** 등과 **Control Panel** 등으로 구성

2. 발전용 연료전지

6) 발전용 연료전지 시스템 반응원리 반응 원리



■ 음극 (연료극, Anode)

- 수소와 탄산이온이 결합하여 물과 이산화탄소 형성
- 전자는 외부 회로를 거쳐 전기에너지 발생

■ 양극 (공기극, Cathode)

- 산소와 이산화탄소, 전자가 결합하여 탄산이온 형성
- 탄산이온은 전해질을 통하여 음극으로 이동

■ 반응식

- 음극 : $\text{H}_2 + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + 2\text{e}^-$
- 양극 : $\frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{CO}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-}$
- 전체 : $\text{H}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{전력} + \text{열}$

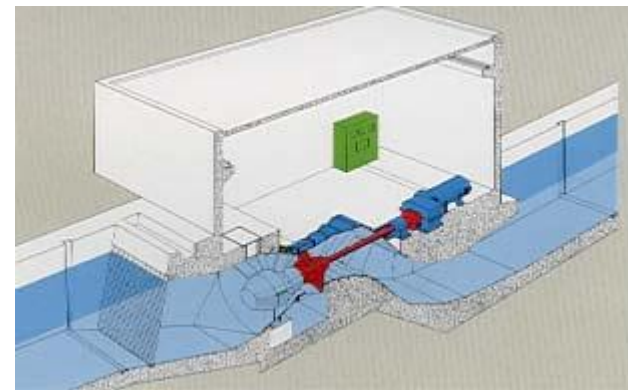
3. 소수력 발전 소개

1). 내 용

- 소수력 발전은 물의 유동을 이용한 시설용량 **10,000kW**이하의 소규모수력발전을 말함.
(대체에너지개발 및 이용보급촉진법시행규칙 개정 **2003. 1. 3**)
 - 미국 : 시설용량 **15,000kW**이하
 - 중국 : 시설용량 **25,000kW**이하를 소수력 발전으로 정의하고 있음
- 국내 소수력 발전은 '82년 이후 정부의 지원으로 현재까지 **31**개 지역에(용량 약 **42,860kW**) 설치되었으며, 연간 전력생산량은 약 **1억 kWh**에 달하고 있음.
- 소수력 발전은 전력생산 외에 농업용 저수지, 농업용 보, 하수처리장, 정수장, 다목적댐의 용수로 등에도 적용할 수 있어 개발 잠재량이 풍부하며, 청정자원으로서 개발 가치가 큰 부존자원으로 평가 받고 있음.

2). 시스템 구성

댐 => 취수구 수로 => 수압관로 => 수차발전기
=> 제어시스템 변압기 한 전 => 계통선 수요자



3. 소수력 발전 소개

3). 종류 : 설비용량, 낙차, 발전방식에 따른 분류

- 소수력발전은 소규모 하천의 물을 인공적으로 유도하여 저낙차 터빈을 이용한 발전방식으로 설비용량, 낙차 및 발전방식에 따라 다음 표와 같이 분류될 수 있음.
- 수로식은 하천을 따라 완경사의 수로를 결정하고 하천의 급경사와 굴곡 등을 이용하여 수로에 의해 낙차를 얻는 방식으로 하천경사가 급한 상·중류에 적합한 형식임.
- 댐식은 주로 댐에 의해서 낙차를 얻는 형식으로 발전소는 댐에 근접해서 건설하고 하천경사가 작은 중·하류로서 유량이 풍부한 지점이 유리하며, 하천의 구배가 완만하나 유량이 풍부한 곳과 낙차는 크나 하천의 수위변동이 심한 지역을 택함.
- 터널식은 댐식과 수로식을 혼합한 방식으로 지형상 지하터널로 수로를 만들어 큰 낙차를 얻을 수 있는 곳에 설치하게 되므로 수로식 소수력 발전의 변형이라 할 수 있음.

분 류			비 고
설비용량	Micro hydropower Mini hydropower Small hydropower	100kW 미만 100 ~ 1,000kW 1,000 ~ 10,000kW	국내의 경우 소수력발전은 저낙차, 터널식 및 댐식으로 이용 (예: 방우리, 금강 등)
낙차	저낙차(Low head) 중낙차(Medium head) 고낙차(High head)	2 ~ 20m 20 ~ 150m 150m 이상	
발전방식	수로식(run-of-river type) 댐식(Storage type) 터널식(Tunnel type)	하천경사가 급한 중·상류지역 하천경사가 작고 유량이 큰 지점 하천의 형태가 오메가(Ω)인 지점	

3. 소수력 발전 소개

□ 소수력의 가장 중요한 설비는 수차(turbine)이며, 설비별 특징은 다음과 같음

<수차의 종류 및 특징>

수 차 의 종 류			특 징
수차	충격 수차	펠톤(Pelton)수차 튜고(Turgo)수차 오스버그(Ossberger)수차	-수차가 물에 완전히 잠기지 않는다 -물은 수차의 일부방향에서만 공급되며, 운동에너지만을 전환한다.
	반동 수차	프란시스수차(Francis)수차	-수차가 물에 완전히 잠긴다
		프로펠러 수차	카플란(Kaplan)수차 튜브라(Tubular)수차 벌브(Bulb)수차 림(Rim)수차

3. 소수력 발전 소개

4). 소수력 발전의 장점과 단점

장 점	단 점
<ul style="list-style-type: none">- 풍부한 국내 부존자원 활용 전력생산- 비교적 짧은계획, 설계 및 시공기간- 저렴한 설비를 포함한 낮은 투자비용- 민간 및 지자체 주도의 투자참여로 지역개발 효과- 사회적 이점 및 환경피해 최소화- 발전소 수명이 길고 운영비 저렴	<ul style="list-style-type: none">- 출력이 기상과 계절의 영향을 받음

4. 고효율 펌프

1) 제품의 개요 및 인증 적용범위

주재질이 회주철인 일반펌프에 비해 스테인레스 재질로 이루어진 고효율 펌프는 효율이 높을 뿐만 아니라 일반펌프 대비 저소음, 긴 수명이 특징.

인증제품의 적용 범위는 급수형 원심 펌프로서 토출관의 호칭 구경 **200mm**이하, 규정 토출량이 **15 m³/min** 이하인 것

2) 주요 인증 기술기준

인증 기술기준 중 펌프의 효율 최고값(A)과 규정 토출량(B)은 다음과 같음.

토출량(m ³ /min)	0.03	0.1	0.5	1.0	3.0	6.0	15.0
A효율(%)	42.0	50.0	70.0	74.0	78.0	80.0	81.5
B효율(%)	30.0	35.5	55.0	60.0	65.5	68.5	70.0

고효율에너지 기자재제품 참조

에너지 관리공단 [<http://kempia.kemco.or.kr/estar/view/HEViewProductList.aspx>]

고효율기기 장려금(Rebate) 지원 사업

지원구분		설치지원금	보급장려금
고효율 전동기	지원금액	절전용량 1kW당 24만원	절전용량 1kW당 4만원
	지원대상	고효율전동기를 신규설치 및 교체설치하는 <u>소비자</u>	고효율전동기에 대한 <u>1차수요자, ESCO 또는 최종판매자</u>
고효율 인버터	지원금액	절전용량 1kW당 19만원	-
	지원대상	고효율인버터를 <u>설치 또는 발주한</u> 자, 자체비용으로 설치한 경우의 <u>시공사</u>	-
고효율 펌프	지원금액	절전용량 1kW당 12만원	-
	지원대상	고효율펌프를 설치 또는 발주한 자	

Ⅰ 에너지관리공단에서는 에너지절약형 고효율기기의 초기시장 창출과 보급 확산을 위해 고효율기기 소비자 및 판매자에게 설치지원금 및 보급장려금을 지원해 드리고 있습니다

고효율기기 장려금(Rebate) 지원 사업

고효율 전동기란? .

- ◇ 고효율전동기란 전압600V이하의 삼상유도전동기(0.4 ~200kW)로서 KS C 4202 규정 이상의 고효율기준을 만족하는 전동기를 말하며, 국내 대부분의 사업장에 설치된 표준 전동기보다 손실을 20~30%정도 감소시켜 효율이 4~10%(운전부하기준 평균 6%)정도 높고 제품수명은 10~15년 정도임

- ◇ 고급재료 사용 등으로 표준전동기 대비 15~30%정도 비싸지만, 대부분 설치후 6개월이내에 절전금액으로 그 차액에 대한 투자회수가 가능하며, 전기요금 절감액만을 고려한 고효율제품가격에 대한 투자회수기간은 2.5 ~ 4.5년 수준임

- ◇ 전동기의 수명은 10~15년 정도이므로 투자회수기간 이후에는 사용자에게 순이익이 되므로 투자경제성이 높음

5. 물유동층 응축형 폐열회수장치

배기열회수기 특성과 필요성

보일러로부터 배출되는 배가스의 출구온도는 약 200~250 ° C 정도이며 다량의 수증기를 포함하고 있다. 열교환기 출구온도는 약 30~50 ° C 사이에서 배출함으로써 배가스로부터 현열과 잠열을 충분히 회수하는 것을 알 수 있으며 보일러 배가스 폐열회수시스템의 경제성이 향상되었다.

이러한 폐열회수기를 설치함으로써 연료사용량을 약 7~15%정도를 절감하여 연료경비를 줄일 수 있다. 그러나, 현재 보일러 배가스의 산성성분에 의한 저온부식등의 문제로 열교환기의 보급율은 비교적 낮은 것이며 일반열교환기의 경우, 산성성분의 농축에 의한 부식문제가 나타난다. 첨단에너지(주)의 물유동층 열교환기에서는 물유동층에서 배가스와 물이 직접 접촉하여 열교환하므로 문제점을 해결 하였다.

물유동층 열교환기의 특징은 다음과 같다.

- 물유동층에서의 전열촉진(약 6,000W/m²K) 및 전열과 청소기능이 있음.
- 물유동층내의 전열관에서의 산성성분의 농축으로 인한 부식문제가 적음.
- 배가스를 약 40 ° C 이하로 냉각하여 열회수율 향상 및 청정온수 생산.

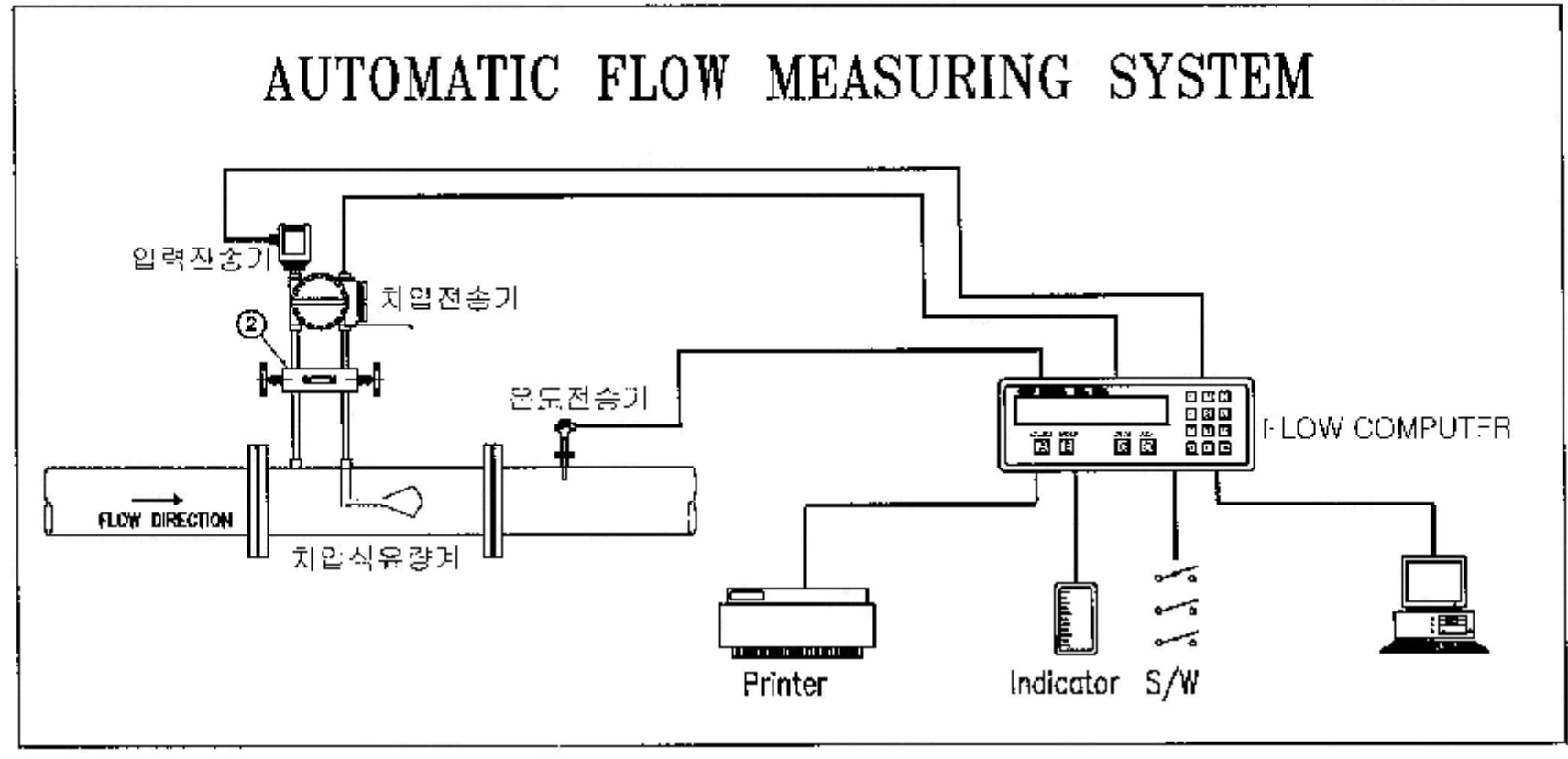
항 목	기존시스템	적용시스템
열 전 달 방 식	간접 접촉방식	직접 접촉방식병용
폐 열 회 수 방 식	주로 현열회수	현열&잠열 회수
열 회 수 율	약 4~ 5% 정도	약 7~15% 정도
열 이 용 방 법	공기급수가열	주로급수가열
열 전 달 율	50- 100W/m ² k	약 3000W/m ² k
배 가 스 출 구 온 도	80 - 150 ° C	40 - 50 ° C

6. 열량식 유량계

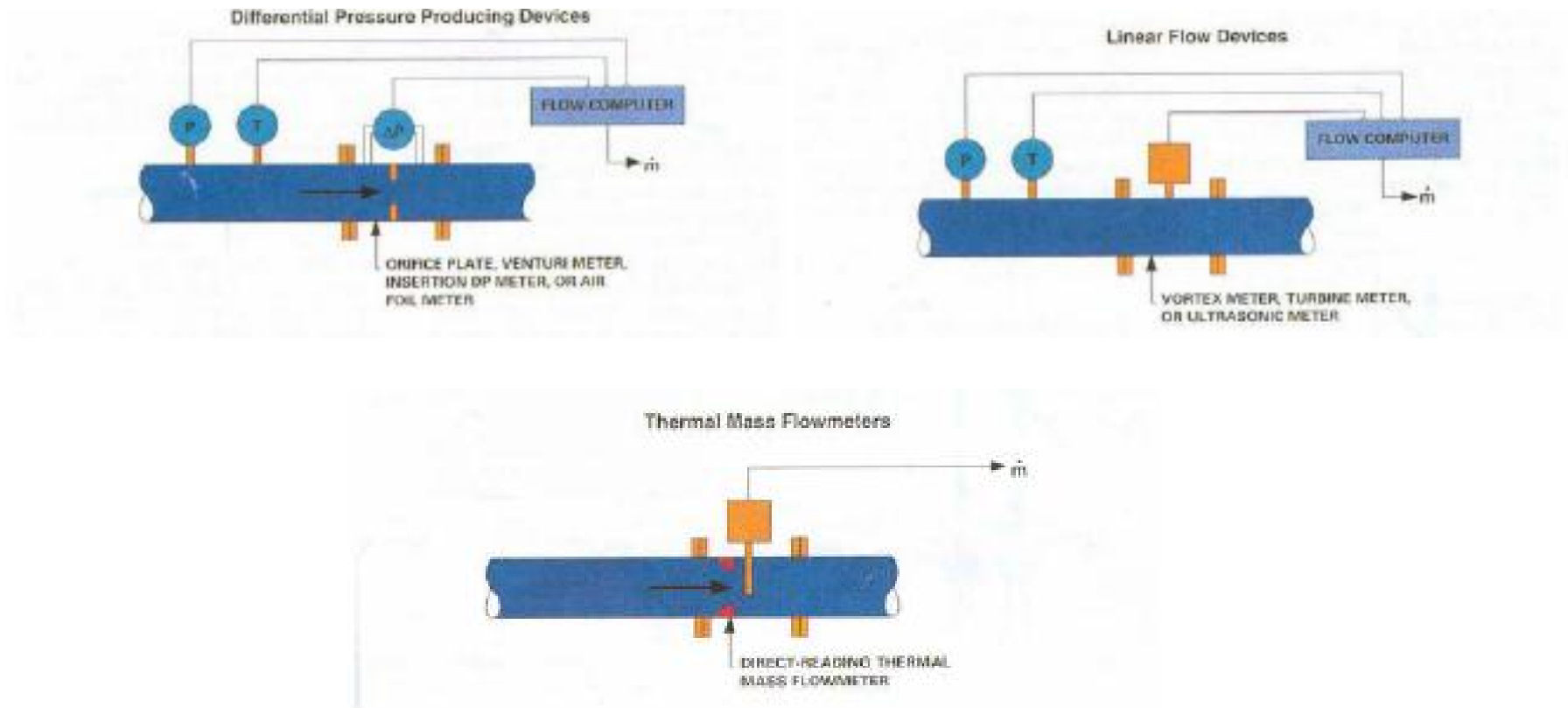
열질량식 유량계는 체적유량비를 측정하는데 가능하다. 이러한 유량계들은 유량측정을 위하여 압력게이지 또는 센서의 연결을 요구하게 된다. 만일 질량유량 출력이 요구된다면 차압유량계는 추론적인 질량유량에 대하여 부가적인 판독을 요구하게 된다. 절대 압, 차압, 온도 및 점도 판독과 같은 물리적 공정 측정에 따르는 수통 또는 컴퓨터에 의한 계산은 실제유량을 얻기 위하여 출력신호에 대하여 반드시 적용 되어야 한다. 오리피스 또는 오리피스 플레이트, 노즐 또는 유량 노즐, 유량 벤츄리 또는 벤츄리 튜브, 피토티 튜브 또는 피토티 스택 튜브, 엘보 또는 유량 엘보, 루프 또는 루프 유량계들은 모두 차압식 유량계이다. 이것들에 대한 변형은 소닉 노즐과 소닉 벤츄리 이다. 차압식 유량계는 전형적으로 10 : 1의 부하 조정비를 갖는다. 그리고 부대설비의 과도한 구매비용, 설치 및 유지보수비 과다 발생, 다수의 계기로부터 누적되는 오차 발생, 저 유량에서의 정확도 저하가 단점으로 작용된다. 그리고 직관부가 확보되지 않을 경우 정확한 유량 값을 얻을 수 없다.

아래 그림은 지금까지 사용되어 오고 있는 체적식으로 절대압, 차압, 온도 및 점성도와 같은 다른 물리적 공정측정에서 얻어낸 계산을 통하여 질량유량을 추론하는 즉 직접질량유량 측정에 반대되는 추론 질량 유량계이다.

6. 열량식 유량계



6. 열량식 유량계



질량유량측정에서의 체적유량계와 **Thermalmass Flowmeter**(열식질량유량계) 비교표

6. 열량식 유량계

일반적인 유량계에서는 부피유량을 측정하고 있다. 그러나 이 부피유량은 유체의 온도 및 압력이 변하면 따라서 변한다.

특히 측정 유체가 압축성 유체, 기체인 경우에는 그 변하는 정도가 매우 심하다. 이 부피 유량을 질량유량으로 변환하려면 측정 유체의 온도 및 압력을 알아 밀도를 구하여 부피유량에 곱해 주면 질량유량을 구할 수 있는 것이다.

또한 특히 기체의 경우 온도 및 압력만의 보상만으로는 부족한 경우가 있다. 온도가 매우 높거나 또는 압력이 매우 높은 경우에는 온도 및 압력 보상만으로는 충분하지 않으며 소위 압축계수라고 z 값을 구하여 추가로 보상에 주어야 하는 경우가 흔히 있다.

부피유량을 구하고 온도, 압력의 측정을 통하여 질량유량을 구하는 것은 매우 번거롭다. 따라서 질량유량을 직접 구할 수 있다는 것은 매우 편리하다.

질량유량을 직접 구하는 방법에는 지금까지 알려진 바로는 통상 2가지 방법이 있다.

즉 액체용 코리올리스 질량유량(**coriolis mass flow meter**)계 및 기체용 열식 질량유량계(**thermal mass flow meter**)가 바로 그것이다.

6. 열량식 유량계

다음은 열식 질량 유량계의 특징을 설명하고 있다.

- * 온도, 압력변화의 영향을 받지 않고 유체의 질량 유량 측정이 가능하다.
- * 주로 기체 유량 측정용으로 많이 사용된다.
- * 저유량의 유량 측정도 가능하다.
- * 응답속도가 매우 빠르다.
- * 보수, 점검이 쉽다.
- * 측정범위가 넓다. (100: 1)
- * 마이크로프로세서를 사용하므로 자기 진단 기능이 있으며, 적용에 유연성이 있다.
- * 특히 오리피스유량계에서 요구하는 직관부의 확보가 어려운 경우에도 사용이 가능하다.

여러 산업분야에서 정확한 가스의 유량측정을 위하여 질량 유량계를 사용하는 추세가 급속도로 증가하고 있다.

현재 운전비용의 절감이 절실히 필요로 하기 때문에 **Process**의 단순화와 정확성으로 한층 더 사용자의 요구조건을 충족시키고 있다.

앞으로 산업현장은 기체 역시 액체 질량 유량계와 같이 가스(수소, 질소, 아르곤, 공기, 도시가스 등) 질량 유량계 보급이 더욱 확산되면서 산업 현장에 에너지 절감 뿐만 아니라 정확한 유량 측정 등으로 많은 기여와 발전을 도모할 수 있을 것이다.

차압식 유량계와 열량식 유량계의 비교표

구분	ORIFICE	THERMALMASS
정확도	$\pm 5\%$ F.S.	$\pm 0.5\%$ F.S.
출력	ANALOG 4-20mA	ANALOG 4-20mA DIGITAL RS232C, 485
부하조정비	10:1	100:1
측정유량	체적유량	질량유량
설치 / 부대설비	설치장소가 넓고 배관(FRANGE) 용접을 위해 절단 / 복잡	설치장소가 적고 배관절단 없이 설치 가능(삽입) / 간단
압력손실	많음	적음
직관부	1OD	5~7D
유지 보수	과다비용 발생	극히 적음
장점	가격이 저렴	압력, 온도 보상 없이 질량유량 측정이 가능하고 구동부가 없어 고장이 없다.

7. 고효율 조명기기

구분	방법
백열등	<ul style="list-style-type: none"> - . 절전형 형광램프 교체 백열등은 소비전력에 비해 조명 효율이 매우 낮으므로 동일 조도를 유지하면서 약 1/3의 전력을 소비하는 고효율 절전형 삼파장 형광등으로 교체 *교체시 주의 사항 - .일 점등시간이 긴 개소부터 우선 교체하고 점등시간이 짧은 개소는 고장시 교체하는 것이 경제적임 - . 제품 선정시에는 가격보다는 품질 및 신뢰성에 비중을 둘 것.
메탈할라이드	<ul style="list-style-type: none"> - . 절전형 고효율 메탈할라이드등으로 교체 소비전력이 적으면서 광속이 많은 절전형 메탈할라이드등으로 교체
형광등 및 안정기	<ul style="list-style-type: none"> - . 고효율 절전형 조명기기로 교체 • 저효율 40W형광등과 자체 전력 손실이 큰 재래식 안정기가 설치되어 있어 조명 전력의 증대를 초래하고 있다. • 근래 절전형으로서 크게 보급되고 있는 고효율 32W(26W)형광등과 전력손실이 거의 없는 전자식 안정기로의 교체가 요망된다.
고용량수은등, 할로겐등, 나트륨등	<ul style="list-style-type: none"> - . 메탈할라이드등으로 교체 전력소모가 적고 자연광에 가까우며 광속량이 많은 절전형 메탈할라이드등으로 교체
고천장용 반사갓	<ul style="list-style-type: none"> - .메탈할라이드등이나 고용량 수은등 • 고천장용으로 광원을 사용하는 반사갓 설치 • 배광 특성 곡선을 참조하여 기구효율을 최대화 시킬 것.

7. 고효율 조명기기

- .형광램프 비교

구분	형광등 40W	고효율 절전형 32W	비고
소비전력(W)	49	32.5	안정기포함
광속(lm)	2,660	3,050	
평균연색평가수(Ra)	65	84	
효율(lm/W)	54	93.8	
수명(hr)	8,000	16,000	
형광막 도포	일반 형광체	보호막코팅+ 삼파장 형광체	

- .형광램프 교체 시 효과 금액 계산

구분	현재	교체후	비고
개수	1156	1156	2등용
입력전력(W)	98	65	2등용
조명교체 주기(h)	8,000	16,000	
점등시간(h/일)	10	10	20시~익일06시
연간 평균 유지비용(백만원/년)	7.9	4.0	3,650(h/년)/조명교체주기×조명수량×단가(15,000원)
연간 전력사용량(kWh/년)	413,501	274,261	3,650(h/년) × 소비전력(W) × 조명수량 × (1/1,000)
연간 전력절감량(kWh/년)		139,240	현재 연간 사용량- 교체후 연간 사용량
전력 단가(원/kWh)		61.5	

7. 고효율 조명기기

연간전력 절감액(백만원/년)	8.6	
유지비용 절감액(백만원/년)	3.9	현재유지비용- 교체후 유지비용
절감총액(백만원/년)	12.5	
투자비(백만원)	46.2	조명설비 교체비용(1156개 * 40,000원)
투자비 회수기간(년)	3.6	

- 고압 방전등을 고효율 메탈할라이드 등으로 교체
 - .대상 : 일반 메탈할라이드등, 고압 할로겐등, 고압 나트륨등, 고압 수은등
 - .램프 비교

구분	일반 메탈할라이드등 (250W)	고압 나트륨등 (250W)	고효율 메탈할라이드등 (200W)	비고
소비전력(W)	280	280	220	60W절감
광속(lm)	17,000	25,000	25,300	
평균연색평가수(Ra)	65	28	80	
효율(lm/W)	85	88	112	
수명(hr)	6,000	9,000	12,000	
안정시간(분)	4~5분		1분20초	

8. 우수 개선 사례

◇ 운전개선 내용 요약 ◇

중량하수처리장 슬러지건조시설의 가동연료인 도시가스(LNG)를 혐기성소화조에서 발생하는 소화가스로 대체하여 수입증대 및 유지관리비용을 저감시킴으로서 경영관리 효율을 고양하였음.

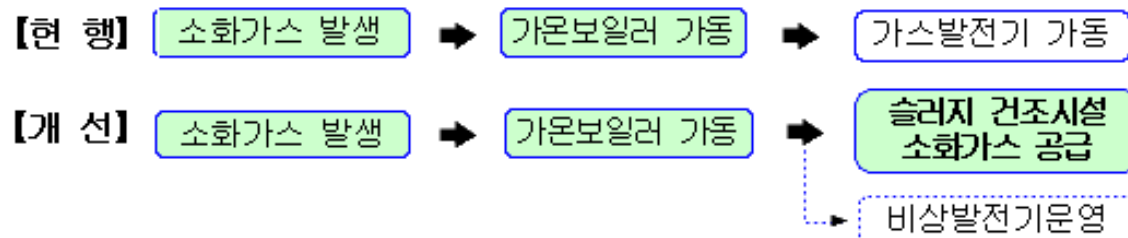
1) 운전개선 원리

슬러지 건조시설의 보일러 연료를 도시가스(LNG) 사용에서 “소화가스+도시가스”를 동시에 사용할 수 있는 소화가스 공급시설과 건조 보일러설비 개량

2) 운전개선 내용

가. 소화가스 공급방법 개선

가스발전기 가동용 소화가스를 건조시설 도시가스 대체연료로 공급



소화가스발전기를 상용운전에서 비상용 발전기로 전환

나. 소화가스 공급방법 개선

(단위: m³/일)

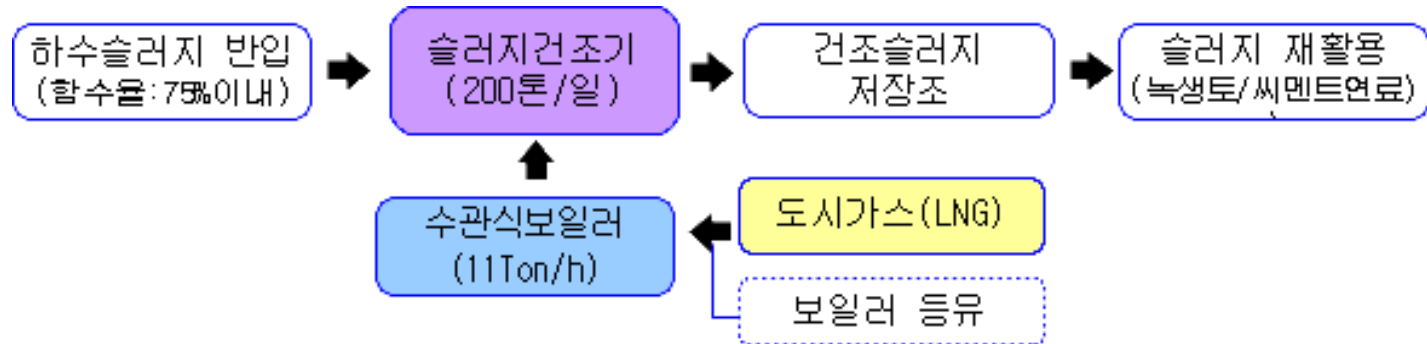
구 분 년도	소화가스 발 생 량	가온보일러 사 용 량	슬러지건조시설 공급범위			비고
			최 소	평 균	최 대	
2004년 기준	53,983	43,419	10,564	14,546	18,529	발생량의 26% 공급

다. 소화가스 공급량에 따른 운전방법 개선

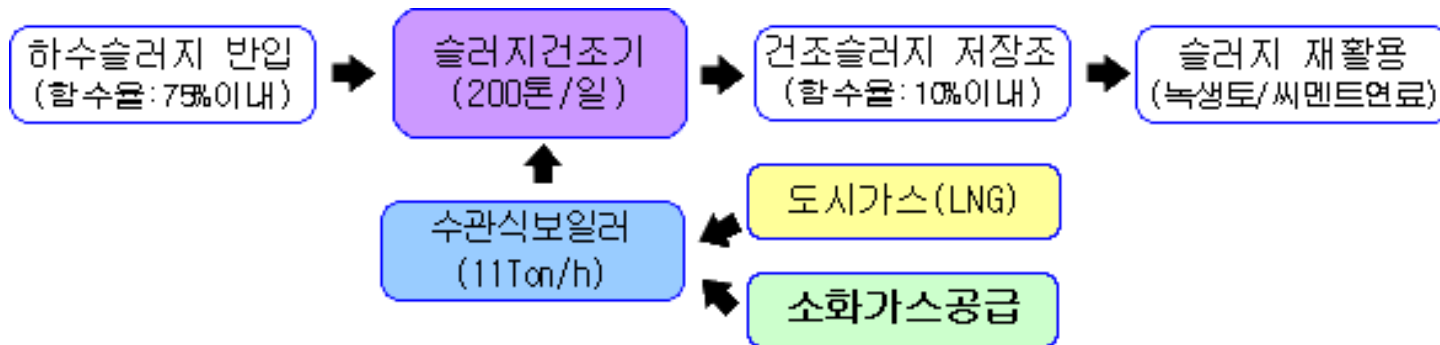
슬러지건조설비에서 사용되는 연료를 소화가스 발생량에 따라 자동운전이 가능하고, 동시 연소(소화가스+도시가스)가 가능한 혼소형 버너로 개량

연소단계	보일러 용 량	시간당 사용량 (m³/h)		일 사용량 (m³/일)		운전형태
		소화가스	도시가스	소화가스	도시가스	
1단계 운전	11 Ton/h	1,167	0	28,000	0	소화가스 전용 운전
2단계 운전	"	817	150	19,600	3,600	동시연소 운전
3단계 운전	"	606	240	14,546	5,766	"
4단계 운전	"	233	400	5,600	9,600	"
5단계 운전	"	0	500	0	12,000	도시가스 전용 운전

3) 개선 공정도



【 개선 전 】



【 개선 후 】

4) 개선 전후 경제성 비교

구분	개선 (전)	개선 (후)	절감량(액)	비고
소화가스 공급량(m ³ /일)	0	14,546	0	
LNG 사용량(Nm ³ /일)	12,000	5,766	6,234	
운영비(원/일)	4,972,800	2,389,430	2,583,370	
	년 절감액	860,139천원		

구분	개선 (前)	개선 (後)
소화가스 사용범위	14,546 (Nm ³ /일)	14,546 (Nm ³ /일)
개선내용	<u>가스발전기 가동</u> 으로 전력생산	<u>슬러지건조시설 연료로 사용</u>
회수비용	961,021(원/일)	2,583,370(원/일)
일 회수비용 차	1,622천원	
년 예산절감 예상액	540,126천원	

5) 2005년 예산절감액 : 405,270천원

구분	2004년 예산편성내역	2005년 예산편성내역	예산절감액	비고
예산 절감액			▼405, 270	
발전기 가동용 경유비 예산절감 편성	369, 278	62, 865	▼306, 413	
발전설비 부품구입비 예산절감 편성	203, 500	100, 000	▼103, 500	

6) 2006년도 기준

도시가스 절감액 : 7억 이상 절감

2007년도 바이오가스 전용으로 개선할 경우 도시가스 절감 비용 20억이상 예상 됨.

(2008년도)

Thank You !

에너지 절약은
환경 사랑의 시작이며
경쟁력 향상의 기본입니다.