

電力設備 에너지 診斷結果



시행기관 : 한국전력공사 (2)
진단기관 : 대한전기협회

4. 업체별 세부진단내용 (계속)

S 통 상

가. 수배전 설비관리

○현황 및 문제점

- 변압기 부하 측정 현황(표 1)
- 변압기 동력# 1·2 3φ 300kVA 부하율이

각각 32%, 46%로 경부하 운전하고 있기 때문에 변압기의 무부하 손실발생 및 전력 요금과다

○개선대책

- 동력# 1 변압기 3φ 300kVA를 폐지, 동력# 2 변압기 3φ 300kVA로 배선변경

○개선효과

- 전력요금의 기본요금 경감(표 2)
- 절감금액 : $(3,200,700 - 2,566,200) \times 12월$
= 7,614,000원 / 년
- 변압기 무부하 손실절감
- 절감전력량 : $1,038W \times 24H \times 365일 \times 10^{-3}$
= 9,092kWh/년
- 절감금액 : $9,092kWh/년 \times 45.77원/kWh$
= 416,000원 / 년

〈표 2〉

구 분	변압기용량 (kVA)	요금적용전력 (kW)	기본요금 (원)
현 행	1,500	1,135	3,200,700
개선후	1,200	910	2,566,200

〈표 1〉

구 분	용 량 (kVA)	전 력		측 정 치		부하율 (%)	누설전류 (A)
		전압 (V)	전류 (A)	전압 (V)	전류 (A)		
동력# 1	3φ 300	22900 / 220	787.3	232	251	32	0.06
" # 2	3φ 300	"	787.3	227	360	46	0.07
" # 3	3φ 500	"	1312.2	227	794	62	0.08
폐수동력	3φ 300	22900 / 220 110	787.3	213	468	60	
전 등	1φ 100	"	476	240 / 120	124	26	

-총절감금액(7,614,000+416,000)=8,030,000
원/년

○투자비 : 약간

나. 역률관리

○현황 및 문제점

-부하(기계실 및 폐수처리장 제외)의 역률

보상용 콘덴서를 배전반 모선에 일괄 설치
운영함으로써 부하측 역률 저조

-부하 선로 전력손실 및 전압강하 발생

-주요 부하별 측정현황(표 3)

○개선대책

-배전반측 역률보상용 콘덴서를 부하측으로
이설

〈표 3〉

부 하 명	전압(V)	전류(A)	유효전력(kW)	무효전력(KVAR)	역률(%)	전선규격(mm ²) 및 공장(m)
1 공 장	217	149	43	36	77	100×100
기 계 실	"	635	222	87	93	
제 빵 터 널 오 본	225	202	55	56	70	150×130
α - 콘	222	149	44	37	77	150×100
보일러, 앙금(1층)	218	24	4	-8	45(전상)	100×150
앙 금(2층)	222	68	18	20	69	100×150
1·2호 우 물	225	40	14	7	89	38×200
정 수 장	223	77	21	21	71	150×200
폐 수 처 리 장	213	381	139	12	99	
제 빵 5·6호 오 본	225	16	6	1	99	

〈표 4〉

부 하 명	콘덴서용량(μF)	비 고
1 공 장	1,200	〈콘덴서용량 산출식〉 $Q = P(\tan\theta_1 - \tan\theta_2)$ $= P \left(\frac{\sqrt{1-\cos^2\theta_1}}{\cos\theta_1} - \frac{\sqrt{1-\cos^2\theta_2}}{\cos\theta_2} \right) = 2\pi fcv^2 \times 10^{-9} \text{ (kVA)}$ $C = \frac{Q}{2\pi fV^2} \times 10^{-9} \text{ (}\mu\text{F)}$ $P = \text{유효전력 (kW)}$ $\cos\theta_1 = \text{개선전 역률}$ $\cos\theta_2 = \text{개선후 역률, } V = \text{전압 (V), } f = \text{주파수 (Hz)}$
제빵터널오븐	2,000	
α - 콘	1,200	
1, 2호오븐	150	
앙금(2층)	800	
정수장	750	
계	6,100	

〈콘덴서 용량산출 예 : 1공장〉

$P = 43\text{kW, } \cos\theta_1 = 0.77 \quad \cos\theta_2 = 0.95$

$V = 217\text{V, } f = 60 \text{ 일때}$

$\theta = 43 \left(\frac{\sqrt{1-0.77^2}}{0.77} - \frac{\sqrt{1-0.95^2}}{0.95} \right)$

$= 43(0.83 - 0.33) = 21.5 \text{ (kVA)}$

$C = \frac{21.5}{2 \times 3.14 \times 60 \times 217^2} \times 10^9 = 1,200 \text{ (}\mu\text{F)}$

-진상역률 부하의 콘덴서를 개폐기(Mg, SW)
2차측에 설치하여 무부하시는 개방되도록
개선

-부하별 콘덴서 이설용량(역률 95% 개선시)
(표 4)

○개선효과

-부하선로 전력손실 및 단자 전압강하 예방

-부하별 선로 절감 전력량(표 5)

-절감전력량

· $1,945(W) \times 24H \times 354일 \times 10^{-3} = 16,524$
(kWh/년)

-절감금액

· $16,524kWh/년 \times 45.77원/kWh = 756,000원$
/년

○투자비 : 약간

다. 조명관리

○현황 및 문제점

-오븐 점검용 백열등 점검에 관계없이 계속

점등으로 전력손실 : $60W \times 6등$

-폐수처리장 효율이 낮은 수은등 사용 : $20W$
 $\times 15등, 300W \times 10등$

-창측 형광등(발효실, 슈즈실, 양금 1층, 세
척장, 진처리장, α 콘) 조도에 관계없이 계
속 점등으로 전력손실 : $40W \times 90등$

○개선대책

-오븐 점검용 백열등 현점멸 스위치와 병렬
로 Timer Switch를 설치하여 점검후 소등
자동화

-수은등을 메탈할라이드 등으로 교체 : $175W$
 $\times 25등$

-창측 형광등 회로분리하여 점멸 스위치와
병렬로 선 스위치를 설치하여 점멸 자동화

○개선효과

-전력손실 절감

-절감 전력량

· 오븐 점검용 백열등 : $60W \times 6등 \times 24H \times 354$
 $일 \times 50\% \times 10^{-3} = 1,529(kWh/년)$

<표 5>

부 하 명	절감전력량 (W)	비	고
1 공 장	386	〈절감전력량 산출식〉 $P_i = 3(I_1^2 - I_2^2) \cdot R = 3 \left\{ \left(\frac{P}{\sqrt{2} E \cos \theta_1} \right)^2 - \left(\frac{P}{\sqrt{3} E \cos \theta_2} \right)^2 \right\} \cdot R$	
제빵터널오븐	836		
α - 콘	250	$\cdot R = \frac{P^2 \times R}{E^2} \left(\frac{1}{\cos^2 \theta_1} - \frac{1}{\cos^2 \theta_2} \right) [W]$	
1, 2호우물	50		
양 금(2층)	210	I_1 : 개선전 전류(A) I_2 : 개선후 전류(A) R : 선로저항 = $\frac{1}{58} \cdot \frac{l}{S} [\Omega]$	
정 수 장	180		
로일러, 양금(1층)	33	S : 전선단면적(mm ²) l : 전선공장(m) P : 유효전력(W) E : 전압(V) $\cos \theta_1$: 개선전 역률 $\cos \theta_2$: 개선후 역률	
계	1,945		

〈절감전력량 산출 예 : 1공장〉

$P = 43[kW]$ $E = 217[V]$ $\cos \theta_1 : 0.77$ $\cos \theta_2 : 0.95$

$S = 100[mm^2]$ $\alpha : 100[m]$ 일때

$$R = \frac{1}{58} \cdot \frac{100}{100} = 0.017[\Omega]$$

$$P_i = \frac{(43 \times 10^3)^2 \times 0.017}{217^2} \left(\frac{1}{0.77^2} - \frac{1}{0.95^2} \right)$$

$$= 386[W]$$

· 수은등 → 메탈할라이드 등 교체 : $\{ (300 - 175) \times 10 + (200 - 175) \times 15 \} W \times 10H \times 365일 \times 10^{-3}$
 $= 5,931 (kWh/년)$

· 창측형광등 : $46W \times 90등 \times 24H \times 344일 \times 30\% \times 10^{-3} = 10,552 (kWh/년)$

· 계 : $(1,529 + 5,931 + 10,552) = 18,012 (kWh/년)$

- 절감금액

· $18,012 kWh/년 \times 45.77원/kWh = 824,000원/년$

○ 투자비 : 1,040,000원 (Timer Switch, Sun Switch, 메탈할라이드 등 구입비)

○ 회수기간 : 1.3년

라. 냉동설비 관리

○ 현황 및 문제점

- EVA Con Fan 온도와 계절에 관계없이 계속 운전함으로써 전력손실발생 : (5HP × 2대) × 2 SET

○ 개선대책

- Thermo Relay를 설치하여 적정온도에 전

동기 가동토록 자동제어회로 개선

○ 개선효과

- 절감 전력량

· $3.75kW \times 80\% \times 2대 \times 2 Set \times 24H \times 180일$
 (동절기 120일 + 춘추 120일 / 2) = 51,840 (kWh/년)

- 절감 금액

· $51,840 kWh/년 \times 45.77원/kWh = 2,372,000원/년$

○ 투자비 : 228,000원 (Thermo Relay 구입비)

○ 회수기간 : 0.1년

마. 전동기 운전관리

○ 전동기 부하율이 낮아 비효율적임

○ 부하 측정현황 (표 6)

○ 개선대책

- 부하용량에 적절한 전동기 용량 선정

- 부하변동이 심한 전동기 (펌프, 송풍기 등)에 V. V. V. F 설치

○ 개선효과

〈표 6〉

부 하 명	정격용량 (HP)	정격전압 (V)	정격전류 (A)	운전전류 (A)	부하율 (%)
폐수처리장 Blower # 1	5.0	220	121	102	84
" # 2	"	"	"	98	81
" # 4	"	"	"	105	87
" # 5	"	"	"	108	89
정 수 장 냉 각 수	7.5	"	20.4	12.3	60
가 압 Pump	2	"	6	2.9	48
a 콘 배 핑 기	20	"	56.1	36.4	65
" 분 썰 기	30	"	74	41	55
양 금 1송 교 반 기	5	"	14	9.5	68
양 금 2송 분 썰 기 1	7.5	"	21	16.2	77
" " 2	"	"	21	11.6	55
" 분 리 기 1	5	"	14	5.6	40
" " 2	"	"	14	8.8	63

〈표 7〉

현 황 및 문 제 점	개선대책 및 효과												
<p>○배전반 Knife Switch 열화</p> <p>- 수 량</p> <table border="1"> <tr> <td>3 P 1000A</td> <td>3 P 500A</td> <td>3 P 300A</td> <td>3 P 200A</td> <td>3 P 100A</td> <td>3 P 200A</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>8</td> </tr> </table> <p>- 콘덴서용 Knife SW : 145℃</p> <p>- 전력손실</p> <p>- 안전사고 우려가 있음</p>	3 P 1000A	3 P 500A	3 P 300A	3 P 200A	3 P 100A	3 P 200A	1	5	6	2	2	8	<p>○배선용 차단기로 교체</p> <p>- 전력손실 절감</p> <p>- 안전사고 예방</p>
3 P 1000A	3 P 500A	3 P 300A	3 P 200A	3 P 100A	3 P 200A								
1	5	6	2	2	8								
<p>○특고압기기 애자류 애자부분에 시험봉인 부착 (5 개소)</p> <p>○MOF 중성선 단자와 외함 접지단자와 미접속</p> <p>○변압기 호흡기 호흡변 절연유 과충유</p> <p>○폐수처리장 변압기 3φ 300kVA (Y결선 : 2.2kV/220 · 110) 제 2 중접지 T상에 접속</p> <p>○폐수처리장 역률계 불량</p>	<p>○애자류 절연내력 유지</p> <p>○공동접속하여 안전사고 예방</p> <p>○절연유 적정량 충유로 변압기 절연 내력 유지</p> <p>○중성점에 제 2 중접지선 접속</p> <p>○역률계 교체로 적정한 역률관리</p>												

S 산 업

- V. V. V. F 설치할 경우 소비전력 20% 이상 절감 및 속도조절 가능
- 절감전력량 : $(2.9 + 41 + 11.6 + 5.6) A \times 220 V \times \sqrt{3} \times 0.8 \times 20\% \times 354 \text{일} \times 24H = 31,648 \text{ kWh/년}$
- 절감금액
· $31,648 \text{ kWh/년} \times 45.77 \text{원/kWh} = 1,448,000 \text{ 원/년}$
- 투자비 : 5,500,000원 (V. V. V. F 구입비)
- 회수기간 : 3.8년

바. 설비관리(표 7)

가. 수배전 설비관리

○현황 및 문제점

- 변압기 부하측정 현황(표 8)
- 변압기용량검토(표 9)
- 저압승압기 현황(표 10)
- 수전 변압기 1φ 250kVA × 3 대는 용량과다
- 저압 승압기 사용으로 전력손실 발생

○개선대책

- TR 1φ 250kVA × 3 중 1대 폐지후 V결선

〈표 8〉

구 분	용량 (kVA)	정 격		측 정 치		부하율 (%)	누설전류 (A)
		전압 (V)	전류 (A)	전압 (V)	전류 (A)		
동 력	3 φ 1000	22900/220	2624.3	222	1,734	67	0.04
동력, 전동	750 (1 φ 250 × 3)	22900/220	1968.2	226	869	45	0.26

으로 운전

-저압승압기 철거후 TR 3φ 100kVA (22900/380, 220V) × 1대 신설 : 테트라팩 기계용

〈표 9〉

설비용량 (kVA)	계약용량 (kW)		연간Peak 전력 (kW)	이용률 (%)
	최 대	최 저		
1,750	1,750	1,323	1,123	64

〈표 10〉

구 분	수 량	전압[V]	용 도
10 kVA	4	220/380	테트라팩 기계용
35 kVA	3	"	"

○개선효과

-최저 계약전력이 낮춰져 전력요금 절감
(1,323kW → 1,160kW)

· 절감금액 : 2,820원 × 163kW × 12월
= 5,516,000원/년

-테트라팩용 저압승압기 철거로 손실 절감

· 용량별 손실 (표11)

· 절감 전력량

〈표 11〉

용 량 (kVA)	대 수	무부하손 (W)	부하손 (W) 50%시
10	4	115	348
35	3	314	949

〈표 12〉

부 하 명	전압 (V)	전류 (A)	유효전력 (kW)	무효전력 (KVAR)	역률 (%)	비 고
AIR Comp 8 번	222	247	94	10	99	
냉동기 5, 6 번	"	137	52	9	99	
UHT 6	"	10	4	0	100	
AIR Comp A번	"	303	106	47	91	
멸 균 기	"	94	1	-35	3 (진)	
냉동실부대설비	"	115	34	28	77	100㎡ × 40m
보 일 러	"	73	16	-23	57 (진)	
냉 동 실	"	329	124	26	98	
테트라팩 기계	"	161	54	30	87	300㎡ × 150m
S D I	"	13	5	1	98	
부 대 설 비	"	214	75	34	91	
신축건물 H 동	223	29	11	2	98	
UHT 1호	226	20	2	-7	57 (진상)	
UHT 3호	"	88	29	19	84	150㎡ × 40m
UHT 5호	"	26	10	2	98	
D R Y	"	38	5	14	34	150㎡ × 60m
1 호 전 물	"	22	6	-6	71 (진상)	
UHT 2호	"	102	26	30	65	150㎡ × 40m
냉동실 3, 4호	"	104	40	8	98	
냉동실 1, 2호	"	100	39	0	100	
UHT 4호	"	7	2	-2	71 (진상)	
폐 수 장	223	105	37	17	91	

$$\{[(115 \times 4) + (314 \times 3)] \times 24H \times 365\text{일} \times 10^{-3}\} + \{[(348 \times 4) + (949 \times 3)] \times 16H \times 365\text{일} \times 10^{-3}\} = 37,037\text{kWh/년}$$

- 절감금액 : 37,037kWh/년 × 56.02원/kWh = 2,075,000원/년
- 테트라팩 기계용 특고압 변압기 설치로 선로 손실 절감
- 선로손실 절감량 = $3I^2R = 3 \times 68^2 \times 0.0086 = 119\text{[W]}$
- 절감전력량 = $119\text{[W]} \times 16H \times 365\text{일} \times 10^{-3} = 696\text{kWh/년}$
- 절감금액 = $696\text{kWh/년} \times 56.02\text{원/kWh} = 39,000\text{원/년}$
- 총절감금액 : $(5,516,000 + 2,075,000 + 39,000) = 7,630,000\text{원/년}$

○ 투자비 : 3,500,000원

○ 회수기간 : 0.46년

나. 역률관리

○ 현황 및 문제점

- 주요 부하특정현황 (표 12)
- 기기 가동률이 낮아 진역률부하 발생 : 5개 부하

- 역률이 저조하여 전력손실 발생 : 5개 부하

○ 개선대책

- 진역률 부하는 콘덴서를 개폐기 (Mg SW) 2차에 설치
- 낮은 역률의 부하는 콘덴서를 부하측에 설치 (표 13)

○ 개선효과

- 전력손실 절감
- 부하별 절감량 (표 14)
- 절감전력량
- $327\text{W} \times 16H \times 365\text{일} \times 10^{-3} = 1,900\text{kWh/년}$
- 절감금액
- $1,900\text{kWh/년} \times 56.02\text{원/kWh} = 106,000\text{원/년}$

○ 투자비 : 40,000원

○ 회수기간 : 3.7년

다. 조명관리

○ 현황 및 문제점

- 저효율 동기구 사용
- 수은등 200W × 23등 수은등 300W × 2등

〈표 13〉

부 하 명	콘덴서량 (μF)	비	고
냉동실부대설비	900	〈콘덴서 소요량 산출식〉 $Q = P (\tan \theta_1 - \tan \theta_2) = P \left(\frac{\sqrt{1 - \cos^2 \theta_1}}{\cos \theta_1} - \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \theta_2}}{\cos \theta_2} \right) = 2\pi fcv^2 \times 10^9$ $C = \frac{Q}{2\pi fv^2} \times 10^9 [\mu F]$ P : 유효전력 (kW) cos θ ₁ : 개선전 역률 cos θ ₂ : 개선후 역률 f : 주파수 (Hz) V : 전압 (V)	
테트라팩 기기	700		
UHT 3호	500		
D R Y	650		
UHT 2호	1,150		
계	3,900		

〈산출예 : 냉동실 부대설비〉

P : 34 (kW) cos θ₁ : 0.77 cos θ₂ : 0.95 f : 60 (Hz) V : 222 (V) 일 때

$$C = \frac{34(0.83 - 0.33)}{2 \times 3.14 \times 60 \times 222^2} \times 10^9 = 900 [\mu F]$$

- 수은등 400W × 6 등
- 포장반 사무실 창측 형광등 조도에 무관하게 상시 점등
- 40W × 2 × 8 등
- 우유 탱크 점검용 백열등 상시 점등
- 60W × 30 등

○개선대책

- 수은등 → 메탈할라이드등 175W × 31 등으로 교체
- 창측 형광등은 점멸 스위치와 병렬로 선 스위치를 설치하여 점멸자동화
- 우유 탱크 점검등 점검 후 자동소등토록 점멸 스위치와 병렬로 Timer SW 설치

○개선효과

- 고효율 등기구 사용으로 작업 환경 개선
- 절감 전력량
- 메탈할라이드등 사용시 : $1,725W \times 10H \times 365일 \times 10^{-3} = 6,296kWh/년$
- 선 스위치 부착시 : $(46W \times 8) \times 10H \times 365일 \times 10^{-3} = 2,686kWh/년$
- 우유 탱크 점검등 : $60W \times 30등 \times 16H \times 0.5 \times 365일 \times 10^{-3} = 2,628kWh/년$
- 계 : $(6,296 + 2,686 + 2,628) = 11,610kWh/년$
- 절감금액
- $11,610kWh/년 \times 56.02원/kWh = 650,000원/년$

○투자비 : 1,180,000원

○회수기간 : 1.8년

라. 공기압축기 관리

○현황 및 문제점

- 전체 소비전력의 25% 정도인 200kW 소비
- 높은 압력으로 운전 : $9 kg/cm^2$

○개선대책

- 운전압력 하향조정 : $1 kg/cm^2$

○개선효과

- 전력손실 6% 정도 절감
- 절감 전력량
- $200kW \times 0.06 \times 16H \times 365일 = 70,080kWh/년$
- 절감금액
- $70,080kWh/년 \times 56.02원/kWh = 3,925,000원/년$

○투자비 : 없음

마. 냉동부하 관리

○현황 및 문제점

- 냉동기 Eva Con Fan 수동운전으로 동절기에 불필요한 전력손실 발생 : $3kW \times 3대 \times 3Set$

○개선대책

- Eva con fan에 Thermo relay를 설치 자동제어회로 개선, 적정온도에 전동기 운전

移 設 案 內

本協會 資料室(電氣技術情報센터)을 1991年 1月부터 電氣會館 2층(202, 203호실)에서 同建物 4층으로 擴張 移設하였는 바, 倍前의 利用을 바랍니다.

大韓電氣協會 資料室

〈표 14〉

부 하 명	전력절감량 (kW)	비 고
냉동실부대설비	94	$P_t = 3(I_1^2 - I_2^2) \cdot R = 3 \left[\left(\frac{P}{\sqrt{3} E \cos \theta_1} \right)^2 - \left(\frac{P}{\sqrt{3} E \cos \theta_2} \right)^2 \right] \cdot R = \frac{P^2 \times R}{E^2} \left(\frac{1}{\cos^2 \theta_1} - \frac{1}{\cos^2 \theta_2} \right) [W]$ <p> I_1 : 개선전 선로전류 I_2 : 개선후 선로전류 P : 유효전력 [W] E : 전압 (V) $\cos \theta_1$: 개선전 역률 $\cos \theta_2$: 개선후 역률 </p>
테트라팩 기기	108	
UHT 3호	23	
D R Y	77	
UHT 2호	327	
계		

R : 선로저항 = $\frac{1}{58} \cdot \frac{\ell}{S}$ [Ω] S : 전선단면적 (mm²) ℓ : 전선공장

〈산출 예 : 냉동실 부대설비〉

P : 34×10^3 [W] V : 222 (V) $\cos \theta_1$: 0.77 $\cos \theta_2$: 0.95 S : 100 [mm²] ℓ : 40 [m] 일때

R : $\frac{1}{58} \cdot \frac{40}{100} = 0.0069$ [Ω]

P_t : $\frac{(34 \times 10^3)^2 \times 0.0069}{222^2} \left(\frac{1}{0.77^2} - \frac{1}{0.95^2} \right) = 94$ [W]

〈표 15〉

현황 및 문제점	개선대책 및 효과
○TR 250kVA 제 2종접지 미설치	○제 2종 접지설치 - 고저압 혼축시 안전사고 예방
○변압기 호흡기 호흡변 미충유	○절연유 적정량 충유로 변압기 절연내력 유지
○Int SW 애자부분 시험봉인 미제거	○시험봉인 제거로 주수섭락거리유지, 애자류절연내력유지
○냉장창고 제품출구 (4개소) 냉·온차단막 미설치	○차단막을 설치하여 냉·온방기기 효율향상
○배선반내 Knife SW 열화	○배선용 차단기로 교체 - 전력손실 절감 - 안전사고 예방

○개선효과

- 전력손실 절감

- 절감 전력량

$\cdot 3 \text{ kW} \times 9 \text{ 대} \times 12\text{H} \times 50\% \times 365 \text{ 일} = 59,000$
 kWh/년

- 절감금액

$\cdot 59,000 \text{ kWh/년} \times 56.02 \text{ 원/kWh} = 3,305,000 \text{ 원}$
 /년

○투자비 : 171,000원

○회수기간 : 0.05년

편집자 주 : 업체별 세부진단내용중 기타업체
 기재 생략

바. 시설관리(표 15)

〈연재 끝〉