

전기난방기구의 경제성 분석 비교

(Economic analysis of Electric heating appliances)

김용하* · 이광성** · 남김현** · 박남철* · 우성민* · 김미예* · 임현성*

인천대학교*, (주)에너지코리아**

(Yong-Ha Kim · Kwang-Sung Lee · Kim-Hyun Nam · Nam-Chul Park · Sung-Min Woo · Mi-Ye Kim · Hyun-Sung Lim)

Abstract

Many kinds of electric heating appliance is used by user interface and desire. Far infrared ray heating system can use a kind of main heating appliance. This paper gives energy saving amounts, energy curtailment money and payback period between far infrared ray heating system and existing electric heating appliance - EHP, electric air heater, electric radiator, electric floor heating system - from economy analysis

1. 서론

현재 전기난방시장은 사용자의 편의와 욕구에 따라서 많은 종류의 전기난방 기구가 사용되고 있다. 대형건물에 전기난방을 주난방으로 사용하는 기존 전기난방기구는 EHP(Electric Heat Pump), 전기온풍기, 전기Radiator, 전기온돌이 주로 사용된다. 이때 원격외선전기복사난방 기구도 일종의 주난방기구로서 사용가능 하다.[1]

본 논문에서는 원격외선복사난방기구와 기존전기난방기구인 EHP, 전기온풍기, 전기Radiator, 전기온돌과의 경제성 분석을 통하여 에너지절감량, 에너지 절약률, 단순투자회수기간을 도출한다.

2. 경제성 분석

2.1. 경제성 분석 절차

경제성 분석절차는 그림 1과 같다.

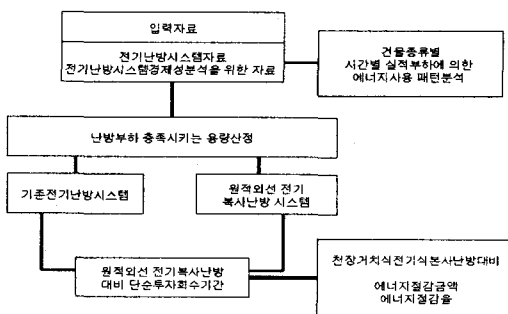


그림 1. Flow chart
Fig 1. Flow chart

2.2. 사전 조사 자료

서울도시가스공사에서 실제로 사용중인 자료를 근거하여 건물용도별 연간 전력소비량 및 연간 열소비량을 원단위로 표 1과 같고, 월간 시간별 에너지 사용 패턴은 그림 2 ~ 그림 11과 같다.[2]

표 1. 건물의 연간 전력소비량 및 연간 열소비량 원단위

Table 1. Electric demand and heating demand per years

구분	단위	사무실	병원	호텔	백화점	복합 건물
전력부하량	kWh/m ² · y	156	170	200	226	171
열부하량	Mcal/m ² · y	64	86.0	93.0	40.7	64

(1) 사무실

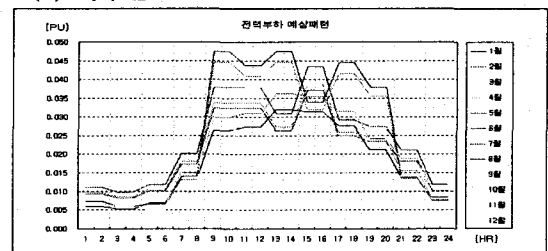


그림 2. 월간 시간별 사무실 전력부하 패턴
Fig 2. Pattern of office power demand per hour

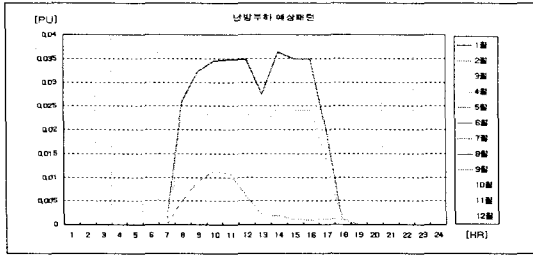


그림 3. 월간 시간별 사무실 난방부하 패턴
Fig 3. Pattern of office heating demand per hour

(2) 병원

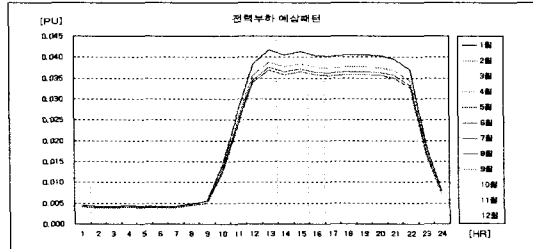


그림 4. 월간 시간별 병원 전력부하 패턴
Fig 4. Pattern of hospital power demand per hour

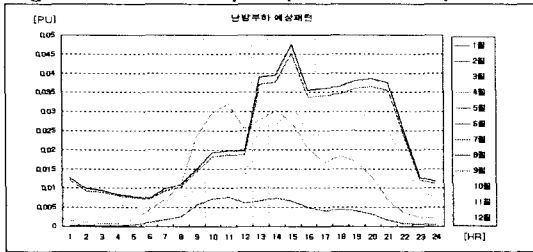


그림 5. 월간 시간별 병원 난방부하 패턴
Fig 5. Pattern of hospital heating demand per hour

(3) 호텔

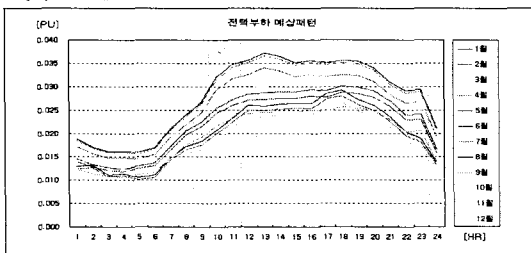


그림 6. 월간 시간별 호텔 전력부하 패턴
Fig 6. Pattern of hotel power demand per hour

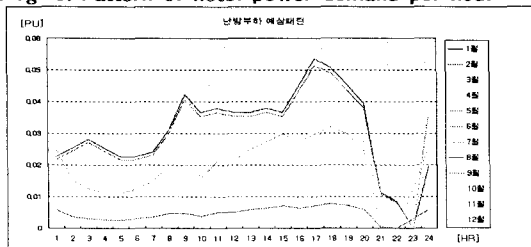


그림 7. 월간 시간별 호텔 난방부하 패턴
Fig 7. Pattern of hotel heating demand per hour

(4) 백화점

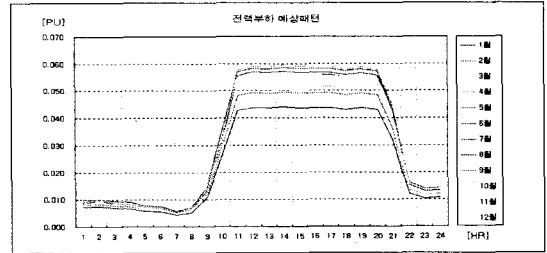


그림 8. 월간 시간별 백화점 전력부하 패턴
Fig 8. Pattern of department store power demand per hour

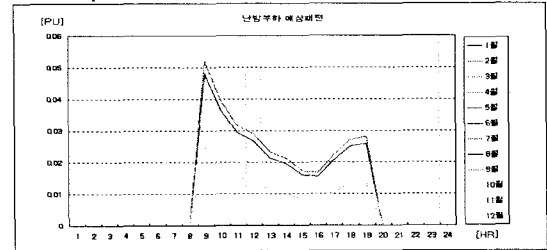


그림 9. 월간 시간별 백화점 난방부하 패턴
Fig 9. Pattern of department store heating demand per hour

(5) 복합건물

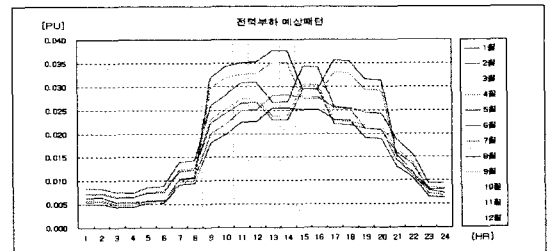


그림 10. 월간 시간별 복합건물 전력부하 패턴
Fig 10. Pattern of composition building power demand per hour

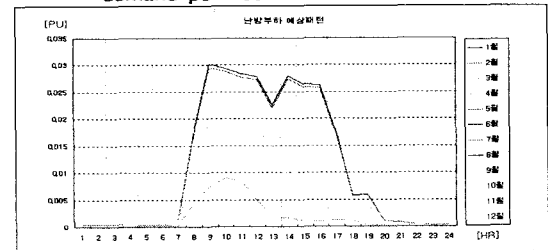


그림 11. 월간 시간별 복합건물 난방부하 패턴
Fig 11. Pattern of composition building heating demand per hour

2.3. 경제성 분석을 위한 입력자료

입력자료는 다음 표 2와 같다.

표 2. 경제성 분석을 위한 입력자료
Table 2. Input date of economic analysis

구분	경제성분석입력요소	단위	적용근거	
적용대상 건물자료	건물의 종류		사무실, 병원, 호텔, 백화점, 복합건물	
	연면적	[m ²]	건축행정정보시스템, 잠재량자료적용	
	난방면적	[m ²]	사무실 : 84[%] 병원 : 96[%] 호텔 : 120[%] 백화점 : 74[%] 복합건물 : 90[%]	
	건물의 단위면적당 연간 전력소비량 및 연간 열 소비량	[kWh/m ² ·y]	건물종류별 600시간의 시간별 실적자료	
	건물의 연간 월별 전력 및 열부하 사용 Factor	[%]	건물종류별 600시간의 시간별 실적자료	
	건물의 계절별 하우의 시간별 전력 및 열부하 사용 Factor	[%]	건물종류별 600시간의 시간별 실적자료	
	전기난방 시스템자료	효율	원적외선	[%]
EHP			[%]	150
전기온풍기			[%]	95
전기 Radiator			[%]	80
전기온돌			[%]	80
소비난방능력		원적외선	[kcal/h]	632
		EHP	[kcal/h]	713
		전기온풍기	[kcal/h]	735
		전기 Radiator	[kcal/h]	1,032
		전기온돌	[kcal/h]	908
소비전력	원적외선	[kW]	0.735	
	EHP	[kW]	0.750	
	전기온풍기	[kW]	0.900	
	전기 Radiator	[kW]	1.500	
	전기온돌	[kW]	1.320	
경제성 분석자료	전기요금		[원/kWh]	일반용 요금
	설치가격	원적외선	[원]	400,000
		EHP	[원]	350,000
		전기온풍기	[원]	320,000
		전기 Radiator	[원]	120,000
	전기온돌	[원]	300,000	

2.4. 경제성 분석 항목

경제성 분석 항목은 다음과 같다.

표 3. 전기난방시스템의 경제성분석(1)
Table 3. Economic analysis of electric heating appliance(1)

구분	단위	1월	2월	...	12월	합계	
유량 선정	원적외선	갯수	시간별에너지패턴의 최대열부하[kcal/h] / (1개당 원적외선난방 소비능력[(kcal/h)/갯수]×효율[%])				
	EHP	kW	시간별에너지패턴의 최대열부하[kcal/h] / (1개당 EHP 난방 소비능력[kWh/(kcal/h)/갯수]×효율[%])				
	전기온풍기	kW	시간별에너지패턴의 최대열부하[kcal/h] / (1개당 전기온풍기 난방 소비능력[kWh/(kcal/h)/갯수]×효율[%])				
	전기 Radiator	kW	시간별에너지패턴의 최대열부하[kcal/h] / (1개당 전기 Radiator 난방 소비능력[kWh/(kcal/h)/갯수]×효율[%])				
	전기온돌	kW	시간별에너지패턴의 최대열부하[kcal/h] / (1개당 전기온돌 난방 소비능력[kWh/(kcal/h)/갯수]×효율[%])				
전력 부하	월전기소비량	건물의 월전기소비량[kWh]					
난방 부하	사용열량		건물의 월난방소비량[kcal] × 월간에너지패턴분석비율[%]				
	월 난방 전기 소비량	원적외선	kWh	원적외선 난방시스템 갯수×소비전력[kW]×월가동시간[h]			
		EHP	kWh	EHP 갯수×소비전력[kW]×월가동시간[h]			
		전기온풍기	kWh	전기온풍기 갯수×소비전력[kW]×월가동시간[h]			
		전기 Radiator	kWh	전기 Radiator 갯수×소비전력[kW]×월가동시간[h]			
		전기온돌	kWh	전기온돌 갯수×소비전력[kW]×월가동시간[h]			
원적외선	원	[(((건물의시간별소비전력[kW] + (건물의시간별난방소비량[kcal] × 원적외선난방의 난방소비량에 대한소비전력[kW/kcal] / 효율[%]))의 계산치중 Peak치 소비전력[kW]) × 전기기본요금] - (건물의 시간별전기소비량[kWh]의 계산치중 Peak치 소비전력[kW]×전기기본요금)] + ((건물의시간별난방소비량[kcal]×원적외선 난방의 난방소비량에 대한소비전력[kW/kcal] / 효율[%]) × 전력량요금)					
EHP	원	[(((건물의시간별소비전력[kW] + (건물의시간별난방소비량[kcal] × EHP의난방소비량에 대한소비전력[kW/kcal] / 효율[%]))의 계산치중 Peak치 소비전력[kW]) × 전기기본요금] - (건물의 시간별전기소비량[kWh]의 계산치중 Peak치 소비전력[kW]×전기기본요금)] + ((건물의시간별난방소비량[kcal]×EHP의 난방소비량에 대한소비전력[kW/kcal] / 효율[%]) × 전력량요금)					
전기온풍기	원	[(((건물의시간별소비전력[kW] + (건물의시간별난방소비량[kcal] × 전기온풍기의 난방소비량에 대한소비전력[kW/kcal] / 효율[%]))의 계산치중 Peak치 소비전력[kW]) × 전기기본요금] - (건물의 시간별전기소비량[kWh]의 계산치중 Peak치 소비전력[kW]×전기기본요금)] + ((건물의시간별난방소비량[kcal]×전기온풍기의 난방소비량에 대한소비전력[kW/kcal] / 효율[%]) × 전력량요금)					
전기 Radiator	원	[(((건물의시간별소비전력[kW] + (건물의시간별난방소비량[kcal] × 전기 Radiator의 난방소비량에 대한소비전력[kW/kcal] / 효율[%]))의 계산치중 Peak치 소비전력[kW]) × 전기기본요금] - (건물의 시간별전기소비량[kWh]의 계산치중 Peak치 소비전력[kW]×전기기본요금)] + ((건물의시간별난방소비량[kcal]×전기 Radiator의 난방소비량에 대한소비전력[kW/kcal] / 효율[%]) × 전력량요금)					
전기온돌	원	[(((건물의시간별소비전력[kW] + (건물의시간별난방소비량[kcal] × 전기온돌의 난방소비량에 대한소비전력[kW/kcal] / 효율[%]))의 계산치중 Peak치 소비전력[kW]) × 전기기본요금] - (건물의 시간별전기소비량[kWh]의 계산치중 Peak치 소비전력[kW]×전기기본요금)] + ((건물의시간별난방소비량[kcal]×전기온돌의 난방소비량에 대한소비전력[kW/kcal] / 효율[%]) × 전력량요금)					

표 4. 전기난방시스템의 경제성분석(2)

Table 4. Economic analysis of electric heating appliance(2)

구분		단위	1월	2월	...	12월	합계	
에너지 절약량	원적외선 난방 과 EHP	kWh	EHP월전기소비량-원적외선 난방월전기소비량					
	원적외선 난방 과 전기온풍기	kWh	전기온풍기월전기소비량-원적외선 난방월전기소비량					
	원적외선 난방 과 전기 Radiator	kWh	전기Radiator월전기소비량-원적외선 난방월전기소비량					
	원적외선 난방 과 전기온돌	kWh	전기온돌월전기소비량-원적외선 난방월전기소비량					
에너지 절감 금액	원적외선 난방 과 EHP	kWh	원적외선 난방월전기요금-EHP월전기요금					
	원적외선 난방 과 전기온풍기	kWh	원적외선 난방월전기요금-전기온풍기월전기요금					
	원적외선 난방 과 전기 Radiator	kWh	원적외선 난방월전기요금-전기Radiator월전기요금					
	원적외선 난방 과 전기온돌	kWh	원적외선 난방월전기요금-전기온돌월전기요금					
에너지 절약율	원적외선 난방 과 EHP	kWh	(EHP월전기소비량-원적외선 난방월전기소비량) /EHP월전기소비량					
	원적외선 난방 과 전기온풍기	kWh	(전기온풍기월전기소비량-원적외선 난방월전기소비량) /전기온풍기월전기소비량					
	원적외선 난방 과 전기 Radiator	kWh	(전기Radiator월전기소비량-원적외선 난방월전기소비량) /전기Radiator월전기소비량					
	원적외선 난방 과 전기온돌	kWh	(전기온돌월전기소비량-원적외선 난방월전기소비량) /전기온돌월전기소비량					
단순 투자 회수 기간	원적외선 난방 과 EHP	년	(원적외선 난방설치비-EHP설치비) /년간에너지절감금액					
	원적외선 난방 과 전기온풍기	년	(원적외선 난방설치비-전기온풍기설치비) /년간에너지절감금액					
	원적외선 난방 과 전기 Radiator	년	(원적외선 난방설치비-전기Radiator설치비) /년간에너지절감금액					
	원적외선 난방 과 전기온돌	년	(원적외선 난방설치비-전기온돌설치비) /년간에너지절감금액					

표 4의 경제성 분석 항목을 통하여 원적외선전기난방 시스템과 다른 전기난방기구의 에너지 절약량, 에너지, 절감금액, 에너지 절약율, 단순투자회수기간을 도출한다.

2.5. 사례연구

(1) 표준 면적 모델

건설교통부 건축행정정보시스템의 Database로부터 우리나라 전체 2000[m²]이상의 대형건물 건축연면적을 통해 건물별 평균 면적을 도출하였다.

사무실은 7175[m²], 병원은 6693[m²], 호텔은 7715[m²], 백화점은 14047[m²], 복합건물은 5115[m²]이다.

(2) 경제성 분석 결과

표 2의 입력자료를 적용하여 표 3, 표 4의 경제성 분석 항목을 통하여 용도별 경제성 분석 결과는 다음과 같다.

표 5. 용도별 표준면적 경제성 분석 결과

Table 5. Economic analysis results of standard area

구분	단위	면적별 결과				
		사무실 7175[m ²]	병원 6693[m ²]	호텔 7715[m ²]	백화점 14047[m ²]	복합건물 5115[m ²]
용량 선정	원적외선 [갯수]	873	837	952	1713	641
	EHP [kW]	774	742	844	1518	568
	전기온풍기 [kW]	1077	1033	1176	2114	791
	전기Radiator [kW]	1518	1456	1657	2980	1115
	전기온돌 [kW]	1519	1456	1657	2981	1115
전력	전력사용량 kWh	1119300	1338600	1311550	3174622	874490
난방	사용열량 Mcal	385728	755686	636950	665266	294603
	원적외선 kWh	448592	878844	740757	773687	342616
월난방 전기 소비량	EHP kWh	540993	1059869	893339	933052	413188
	전기온풍기 kWh	753301	1475806	1243922	1299221	575341
	전기Radiator kWh	1061839	2080267	1753409	1831357	810990
	전기온돌 kWh	1062026	2080634	1753718	1831679	811133
월전기 요금	원적외선 만원	4321.57	7376.86	6648.35	6763.45	3197.18
	EHP 만원	4819.13	8438.79	7505.96	7648.08	3587.17
	전기온풍기 만원	7281.25	12395.63	11178.44	11730.96	5385.59
	전기Radiator 만원	10278.12	17477.45	15785.44	16887.44	7630.25
에너지 절약량	전기온풍기 kWh	304710	596962	503165	525533	232725
	전기Radiator kWh	613247	1201423	1012652	1057669	468373
	전기온돌 kWh	613435	1201790	1012961	1057992	468516
	EHP kWh	497.56	1061.94	857.61	884.63	389.99
에너지 절감 금액	전기온풍기 만원	2959.68	5018.77	4530.08	4967.51	2188.40
	전기Radiator 만원	5956.55	10100.60	9117.08	10123.99	4433.07
	전기온돌 만원	5957.12	10101.25	9117.82	10124.98	4433.48
에너지 절감율	EHP %	17.08				
	전기온풍기 %	40.45				
	전기Radiator %	57.75				
단순 투자 회수 기간	전기온돌 %	57.76				
	EHP 년	10.92	4.77	6.82	12.03	9.94
	전기온풍기 년	2.94	1.62	2.06	3.43	2.83
	전기Radiator 년	5.11	2.81	3.59	5.89	4.90
	전기온돌 년	1.82	1.00	1.28	2.10	1.75

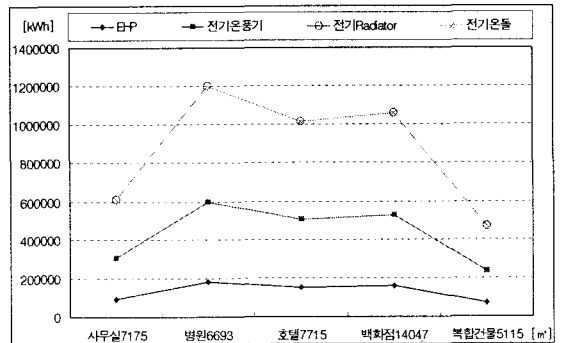


그림 2. 원적외선 전기복사난방 설치의 경우 용도별 표준면적별 타 전기난방기구의 연간에너지 절감량

Fig 2. A year of energy curtailment amounts from other heating appliances in case of installing far infrared ray heating system

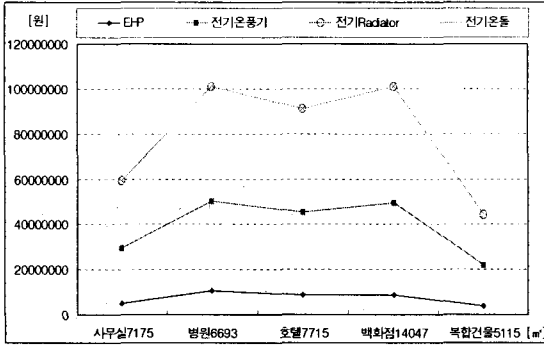


그림 3. 원적외선 전기복사난방 설치의 경우 용도별 표준면적별 타 전기난방기구와의 연간에너지 절감금액

Fig 3. A year of energy curtailment money from other heating appliances in case of installing far infrared ray heating system

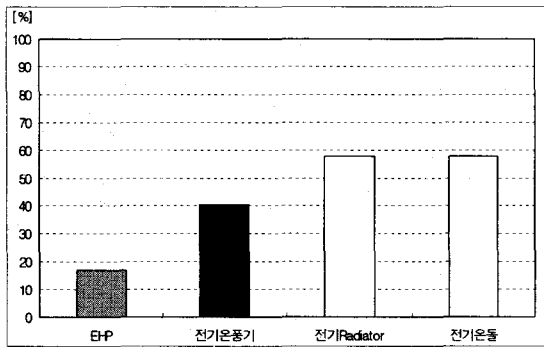


그림 4. 원적외선 전기복사난방 설치의 경우 용도별 표준면적별 타 전기난방기구와의 에너지 절약율

Fig 4. A year of energy saving rate from other heating appliances in case of installing far infrared ray heating system

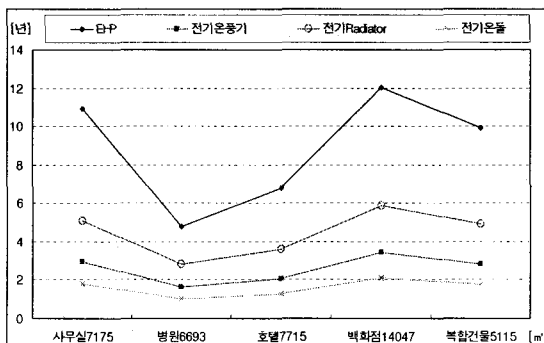


그림 5. 원적외선 전기복사난방 설치의 경우 용도별 표준면적별 타 전기난방기구와의 투자회수기간

Fig 5. A year of payback period from other heating appliances in case of installing far infrared ray heating system

3. 결론

에너지 절약율을 비교하여 보면 원적외선난방기구로 설치하는 경우가 EHP에 비해 약 17[%], 전기온풍기 약 40[%], 전기라지에타와 온돌 약 58[%]의 에너지가 절감되었다. 이는 원적외선난방기구가 다른 전기난방기구를 대체할 경우 국가적으로 큰 이익이 될 수 있다는 사실을 입증하고 있다.

에너지 절감금액을 비교하면 사무실을 기준으로 할 경우 원적외선난방기구로 설치하는 경우가 EHP에 비해 약 497만원, 전기온풍기 약 2959만원, 전기 Radiator 약 5956만원, 전기온돌 약 5957만원으로 원적외선난방기구로 건물의 주난방을 사용시 그 절감액은 타 난방기구에 비해 우수하다는 것을 알 수 있다.

또한, 설비의 설치로 인한 단순투자 회수기간을 비교하여 보면 기존의 타 난방기구를 원적외선난방기구로 대체한 경우 평균적으로 EHP에 비해서는 8.9년, 전기온풍기 2.6년, 전기라지에타 4.5년, 전기온돌 1.6년으로 계산되어 보통 사업을 수행하기 위한 투자회수기간을 5년에서 10년으로 볼 때 모두 이의 범위를 만족시키고 있어 경제성을 가지고 있는 것으로 사료된다.

참고 문헌

- [1] 김용하, 이병하 "기존난방지역의 열병합발전시스템으로서의 전환타당성 검토 및 정책방안 연구", 산업자원부 연구보고서 P.2~P.63 2006. 4.
- [2] 윤종해 "열병합발전시스템의 에너지 사용패턴분석 및 계통연계 가이드라인 정립에 관한 연구", 인천대학교 P.104~P.116 2005. 6.
- [3] 이성근 "산업부문의 고효율유도전동기 보급실태 조사 및 활성화 방안 연구", 에너지경제연구원 연구보고서 P.57 2008. 12.
- [4] 안대훈 "2006년도 동절기 수요 분석", 전력거래소 보고서 P.6, P.7, P.10 2006. 3.
- [5] 김영호 "원적외선 난방의 이론과 실제", 월간설비건설 P.91~P.97 1993.
- [6] 이상철 "겨울철 난방민감도 및 난방부하 분석, 추정", 전기저널 P.24~P.29 2003.