

대형병원에서 마이크로터빈 이용한 열병합시스템 에너지성능 및 경제성 분석

(The Energy Performance & Economy Efficiency Evaluation of Microturbine Installed in Hospital buildings)

김병수* · 길영옥 · 홍원표**

(Byung-Soo Kim · Young-Wok Gil · Won-Pyo Hong)

요 약

대형병원의 에너지 소비패턴을 분석한 후 마이크로가스터빈을 적용할 경우 기존 시스템 대비 냉난방에너지 절감량 및 전기에너지 절감량과 경제성분석을 통해 대형병원의 에너지 소비량을 절감하기 위한 에너지성능평가 모의 연구를 수행하였다. 0.5[MW]급 마이크로 가스터빈을 설치한 후 에너지 성능분석을 한 결과 터빈에서의 발전효율은 30[%]이며, 전기는 건물에서 사용되는 조명에너지 뿐만 아니라 전체 전기에너지의 40[%]을 절감할 수 있는 것으로 분석되었다. 또한 터빈에서 발전되는 전기량과 배열을 냉난방에너지원으로 이용할 경우 전체 시스템효율은 70[%]로 상승할 뿐만 아니라 난방에너지의 56[%], 냉방에너지의 67[%]를 절감할 수 있는 것으로 분석되었으며 현가등가법에 의한 시스템 투자회수 기간이 약 9년으로 분석되었다.

Abstract

Distributed generation(DG) of combined cooling, heat, and power(CCHP)has been gaining momentum in recent year as efficient, secure alternative for meeting increasing energy demands. This paper presents the energy performance of microturbine CCHP system equipped with an absorption chiller by modelling it in hospital building. The orders of study were as following. 1)The list and schedule of energy consumption equipment in hospital were examined such as heating and cooling machine, light etc. 2) Annual report of energy usage and monitoring data were examined as heating, cooling, DHW, lighting, etc. 3) The weather data in 2007 was used for simulation and was arranged by meteorological office data in Daejeon. 4) Reference simulation model was built by comparison of real energy consumption and simulation result by TRNSYS and ESP-r. The energy consumption pattern of building were analyzed by simulation model and energy reduction rate were calculated over the cogeneration. As a result of this study, power generation efficiency of turbine was about 30[%] after installing micro gas turbine and lighting energy as well as total electricity consumption can be reduced by 40[%]. If electricity energy and waste heat in turbine are used, 56[%] of heating energy and 67[%] of cooling energy can be reduced respectively, and total system efficiency can be increased up to 70[%].

Key Words : Micro gas turbine, Hospital, Climatic design, Weather Data, Heating & Cooling Energy, Renewable Energy, Energy conservation, TRNSYS, ESP-r

* 주저자 : BEMS(주) 대표이사

** 교신저자 : 한밭대학교 건축설비공학과 교수

Tel : 042-825-7518, Fax : 0303-0525-7218, E-mail : ibems@naver.com

접수일자 : 2009년 9월 15일, 1차심사 : 2009년 9월 17일, 심사완료 : 2009년 9월 30일

1. 서 론

우리는 화석연료로 에너지를 만들어 창출하여 이룩된 디지털 컨버전스의 시대에 살고 있다. 지구 역사상 이렇게 편리하고 풍요로운 문명을 공유하는 시대는 없는 것 같다. 그러나 산업혁명 이래 더 많은 물질적 풍요와 편리를 지고의 가치로 추구해온 문명적 기조는 이제 기후변화라는 엄청난 난제에 부딪혔다. 작금의 경제성장 전략은 에너지 소비, 특히 화석연료의 소비와 긴밀히 연동되어, 주요 온실가스인 이산화탄소를 배출함으로써 기후변화의 원인이 되고 있다. 우리나라의 에너지소비는 국제적으로 에너지다소비국가이다. 1차 에너지소비 세계 10위, 석유소비 세계 7위, 전력소비 세계 11위로 그 결과 CO₂ 배출이 세계 10위에 이른다. 1인당 1차 에너지에 있어서는 이미 영국과 일본 수준을 넘어섰으며 1인당 전력소비는 독일과 영국 수준을 넘어선 상태이다. 우리나라의 국가에너지 총 사용량에 대한 건물에 대한 에너지 비중은 28[%]를 상회하고 있으며 서울시의 경우 58[%] 건물에너지 부분이 차지하고 있다. 한국에서는 에너지부문에서 대부분의 온실가스가 배출된다. 에너지부문의 온실가스 배출은 1990년 총 온실가스 배출의 79.8[%]였으나 2004년 현재 83.0[%]로 오히려 비중이 늘어난 상태이다. 건물에서 배출하는 이산화탄소 비중은 평균적으로 50[%]를 상회한다[1]. 전 세계적으로 저탄소 녹색성장의 일환으로 건물의 에너지효율의 향상 및 신재생에너지를 포함한 빌딩 에너지시스템의 새로운 구축인 빌딩마이크로그리드에 관심이 집중되어 있다. 이러한 중요성에 비추어 볼 때 그동안 우리나라는 건물에너지에 대한 에너지소비 및 효율정책은 개선되지 못하고 있는 형편이었다. 그러나 최근 서울시에서는 이러한 문제점을 인지하고 기후변화의 대응 및 온실가스감축을 위한 ‘친환경건축기준’을 2007년 8월 발표한 바 있다. ‘친환경건축기준이란’ 2020년까지 1990년 대비 총에너지사용량의 15[%]를 저감하고, 온실가스발생량을 25[%] 저감하는 것을 목표로 한 제도적 장치이다. 이를 위하여 서울시 총에너지사용량의 60[%] 이상을 차지하고 있는 건물분야를 중심으로 한 기준을 제정하고 시행에 들어갈 예정이다. 이러

한 정책에 맞추어 건물에너지 중 공공건물을 통한 에너지효율성 향상 및 에너지수요관리를 통한 기초연구를 토대로 공공부문부터 시행한다면 상업·가정부문등의 다른 부분으로의 파급효과가 클 것으로 판단된다. 따라서 본 연구는 빌딩마이크로그리드의 본격적인 도입에 대비하여 열병합시스템의 도입이 유력한 대형 병원건물을 대상으로 하였다. 병원건물의 에너지 소비패턴을 분석한 후 열과 전력을 동시에 사용하는 에너지시스템으로 유력한 마이크로터빈(Microturbine generation system: MTG)을 적용할 경우 기존 시스템 대비 냉난방에너지 절감량 및 전기에너지 절감량과 경제성분석을 통해 대형병원의 에너지 소비량을 절감하기 위한 기초자료를 제시하였다[2-4]. 이를 위하여 본 연구는 크게 현장방문을 통한 현장실측 및 조사와 시뮬레이션 분석으로 구성되어 있으며 세부적인 내용은 1) 대형병원을 방문하여 건물에서 에너지를 소비하는 열원장비, 조명, 전산 및 기타기기의 목록과 사용스케줄을 조사하였다. 2) 건축물의 도면과 현장방문을 통해 공간의 사용변경, 증감축의 변화 등을 조사하였다. 3) 에너지 사용연보 및 사용량 측정데이터를 난방용, 냉방용, 급탕용, 조명용, 기타 기기용으로 분류 가능한 데이터를 조사하였다. 4) 건물에서 조사된 에너지 사용 년도의 기상데이터를 기상청의 자료를 이용하여 시뮬레이션 포맷에 맞게 정리하였다. 5) 동적열해석 프로그램인 TRNSYS를 이용하여 실제 건물의 에너지 사용량과 시뮬레이션 값을 비교분석 한 후 시뮬레이션 해석모델을 도출하였다. 6) 시뮬레이션 해석모델을 통해 건물의 에너지 소비패턴을 분석하고, 마이크로가스터빈을 적용한 열병합발전 시스템의 적용에 따른 에너지 절감량과 경제성을 분석하였다.

2. 대형병원의 해석모델 및 에너지 사용량 분석

2.1 대형병원의 개요

대형부속병원은 지상 10층, 지하 2층, 651병상 규모의 종합병원건물로서 병원동, 영안실, 경비실의 3개 동으로 구성되어 있다. 병원동의 연면적은

대형병원에서 마이크로터빈 이용한 열병합시스템 에너지성능 및 경제성 분석

41,098[m²](12,432평)으로 되어 있으며 지하 2층은 전기실, 공조실, 의료용 장비 및 가스등을 보관하는 전기실 및 보관소로 활용되고 있으며 지하 1층부터 지상 1층은 병원의 운영을 위한 행정서비스 공간과 외래환자들의 치료를 위한 진료소로 구성되어 있다. 지상 2층부터 지상 10층은 수술실, 병동부로 환자와 보호자 의료진이 24시간 운영이 되는 공간으로 크게 구분되어 있다. 표 1은 K병원의 병원동 부분의 세부 내용을 나타내고 있다.

표 1. K병원의 개요
Table 1. K hospital specification

구분		면적		용도
용도	층별	[m ²]	평	
병원동	지하 2	4,884	1,477	기계/전기실,서비스부,소각로
	지하 1	5,920	1,791	재활의학,응급센터,진단방사선
	1	5,539	1,675	외래진료,인공투석,임상/해부병리
	2	5,304	1,604	수술부,분만신생아,중환자
	3	4,700	1,421	병동부
	4	2,342	708	병동부
	5	2,067	625	병동부
	6	2,067	625	병동부
	7	2,067	625	병동부
	8	2,067	625	병동부
	9	2,067	625	병동부
	10	2,067	625	병동부
	옥탑 1	379	114	기계실
	옥탑 2	178	54	기계실
소계	41,098	12,432		

2.2 기상데이터분석

본 연구에서는 대형교병원의 에너지 성능분석을 위해 2007년도의 에너지 사용량을 시물레이션으로 재현하기 위해 표 2와 같이 2007년도 대전광역시 기상데이터를 활용하였다.

표 2. 대전지역 2007년도 기상자료 월별 통계처리 결과

Table 2. Monthly wether data in Daejeon region of 2007 year

구분 시간	Heating Degree Day(HDD)				Cooling Degree Day(CDD)			
	22		24		24		26	
	Avg/day	total	Avg/day	total	Avg/day	total	Avg/day	total
1	23.35	723.7	0	0	0	0	0	0
2	21.47	601.1	0	0	0	0	0	0
3	16.33	506.31	0	0	0	0	0	0
4	9.73	291.9	0.1	3.05	0	0.15	0	0
5	5.12	158.68	0.86	26.69	0.28	8.55	0.09	2.91
6	1.66	49.88	1.94	58.08	0.73	21.96	0.3	8.98
7	0.22	6.75	4.44	137.77	1.94	61.1	0.97	30.03
8	0.29	8.93	5.18	160.59	2.79	86.58	1.66	51.6
9	2.28	68.52	1.19	35.72	0.31	9.37	0.07	2.18
10	7.6	235.55	0.18	5.7	0.02	0.68	0	0
11	15.33	460.05	0	0	0	0	0	0
12	21	650.88	0	0	0	0	0	0

2.3 대형병원의 에너지 사용량조사

대형병원 신재생에너지 적용성 검토를 위해 본 연구에서는 2007년도 에너지 사용량을 조사하였다. 에너지 사용량은 크게 냉난방에너지, 조명에너지, 기기 에너지로 크게 구분하여 조사하였으며, 그 결과를 아래의 표 3과 4에 각각 나타내었다.

표 3. 월별 가스사용량
Table 3. Monthly gas consumption

	가스사용량 ([m ³])	사용시간 ([h])	단가 (원)	시간당 사용량 ([m ³ /h])
1	50,965	250	627.61	203.86
2	34,192	210	627.61	162.82
3	31,532	186	613.55	169.53
4	12,551	89	613.55	141.02
5	19,457	109	401.63	178.50
6	64,478	298	401.63	216.37
7	82,716	360	401.63	229.77

	가스사용량 ([m ³])	사용시간 ([h])	단가 (원)	시간당 사용량 ([m ³ /h])
8	119,695	470	409.37	254.67
9	50,399	306	409.37	164.70
10	11,825	60	701.28	197.08
11	24,987	113	717.44	221.12
12	48,124	312	644.84	154.24
합계	550,921	2763	6569.51	2293.69
월평균	45,910	230	547.46	191.14

표 4. 월별 전기에너지 사용량
Table 4. Monthly electric energy consumption

	전기사용량 ([kWh])	공조기 사용시간 ([h])	공조기기 사용량 ([kWh])	조명에너지 ([kWh])	기타 ([kWh])
1	778,608	250	125,500	194,652	458,45
2	805,584	210	105,420	201,396	498,76
3	731,184	186	93,372	182,796	455,01
4	781,152	89	44,678	195,288	541,18
5	748,608	109	54,718	187,152	506,73
6	825,744	298	149,596	206,436	469,71
7	884,736	360	180,720	221,184	482,83
8	1,116,192	470	235,940	279,048	601,20
9	1,041,840	306	153,612	260,460	627,76
10	903,264	60	30,120	225,816	647,32
11	793,728	113	56,726	198,432	538,57
12	751,776	312	156,624	187,944	407,20
합계	1,016,24	2763	1387,026	2,540,60	623,47
평균	846868	230	115586	211717	51956

2.4 시뮬레이션 해석모델

2.4.1 해석프로그램(TRNSYS)의 개요

건물 상세 해석프로그램인 TRNSYS는 The University of Wisconsin-Madison College of Engineering's Solar Energy Lab(SEL)의 Klein, Beckman 등이 태양에너지 응용시스템에 대한 비정상 시뮬레이션(Transient Systems)을 위해 1975년 개발한 프로그램이다. 그 후 해석의 범위를 태양에너지 뿐 아니라 건물에서의 다양한 에너지 이용 시스템을

포함시키는 등 여러 차례 수정과 증보를 거치면서 전 세계적으로 널리 애용되는 시스템 시뮬레이션 프로그램이다.

4.2.2 시뮬레이션 해석모델의 입력조건

병원 건물의 냉·난방 설정온도는 동절기의 경우 22~24[°C], 하절기에는 24~26[°C]로 운영되고 있다. 설정습도 역시 동·하절기로 구분되어 40[%]~55[%]로 운전되고 있으나, 일반병동의 경우에는 습도제어가 이루어지지 않는 것으로 나타났다. ICU(Intensive Care Unit), 신생아실, 인공투석실 등의 특수병실은 동·하절기 구분 없이 연중 실내온도 24[°C] 상대습도 50[%]를 유지하고 있다.

표 5. 시뮬레이션 해석모델의 내부발열
Table 5. Internal heat for model analysis

구분	항목	인체		기기	조명
병동부 (14751[m ²])	1인기준 발열량	현열 (W/인)	잠열 (W/인)	140W pc × 100대	19W/[m ²]
	재실인원	50	30		
원무과 및 행정영역 (26346[m ²])	1인기준 발열량	현열 (W/인)	잠열 (W/인)	140W pc × 100대	19W/[m ²]
	재실인원	입력값	75		
	재실인원	1인/15[m ²]			
	재실인원	1인/20[m ²]			

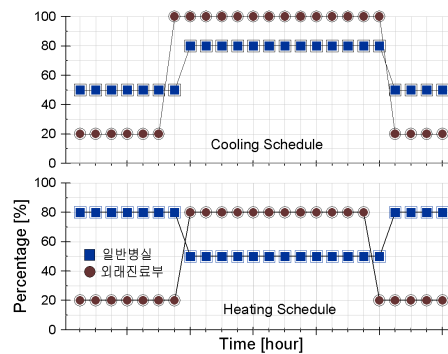


그림 1. 냉난방스케줄
Fig. 1. Cooling & heating schedule of k hospital

그림 2는 K병원 냉난방 소비량해석을 위하여 현재 K병원 냉난방을 위하여 운전되고 있는 열원기기

대형병원에서 마이크로터빈 이용한 열병합시스템 에너지성능 및 경제성 분석

중심으로 TRNSYS 모델로 표시한 것이다. 여기에는 표시된 흡수식냉동기 2대, 보일러 1대이며 이를 가지고 병원부하에 냉난방을 하고 있다. 표 5는 시뮬레이션을 위한 내부발열량을 나타낸 것이다.

2.4.3 시뮬레이션 해석모델의 검증

그림 3은 K병원 냉난방 에너지 소비량 분석을 나타낸 것이다. 동적열해석 프로그램인 TRNSYS를 이용하여 대형병원의 에너지 시뮬레이션 분석결과 실제사용량과 시뮬레이션에 의한 값을 비교한 결과 약 9%의 오차가 있는 것으로 분석되었으며 선행연구의 결과를 참고할 때 추후 진행될 건물의 에너지 성능분석에 사용가능한 시뮬레이션 해석모델로 사료된다.

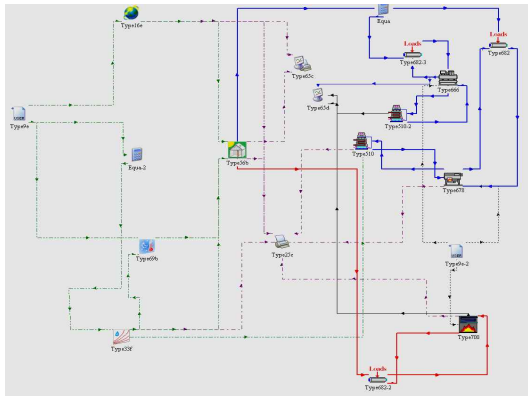


그림 2. TRNSYS를 이용한 k 대학병원 시스템모델 구성도
Fig. 2. System model of k hospital for TRNSYS

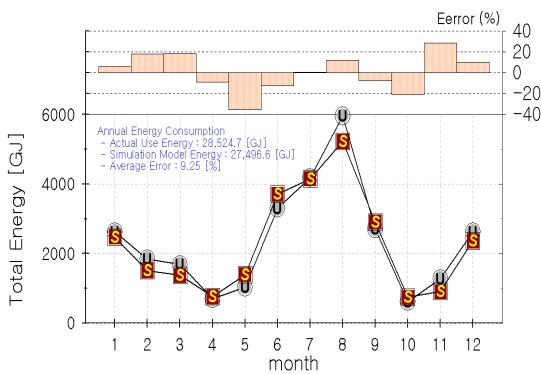


그림 3. K대학병원의 냉난방 에너지 소비량 분석
Fig. 3. Analysis of cooling & heating energy consumption of K hospital

3. 마이크로 가스터빈의 성능분석

3.1 마이크로 가스터빈의 요소별 특징

대형병원의 에너지 절약을 위해 본 연구에서는 0.5[MW]이하의 마이크로터빈을 적용하였다. 가스터빈은 크게 공기압축기(compressor), 연소실(Combustion), 터빈(Turbine)으로 구성되어져 있으며 열과 전기를 동시에 생산할 수 있어 에너지 이용률이 다른 시스템에 비해 높기 때문에 국내외적으로 적용 사례가 증가하고 있다. 기존의 대규모 발전설비와는 달리 소형이면서 높은 열효율을 가지고 있고, 현재 가장 환경 친화적 분산발전을 위한 시스템으로 마이크로 터빈(MT: Microturbine)을 이용한 열병합 발전, 연료전지 발전 등이 선진국을 중심으로 활발히 연구되고 있고, 가까운 장래에 본격적인 보급이 진행될 것으로 예상된다.

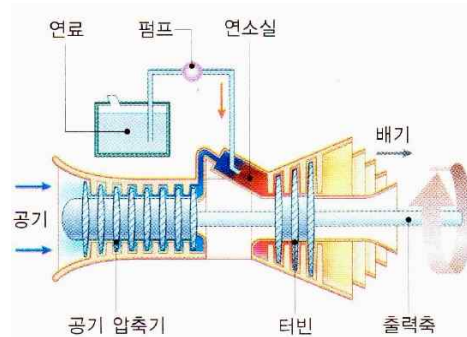


그림 4. 마이크로터빈의 구성
Fig. 4. Microturbine configuration

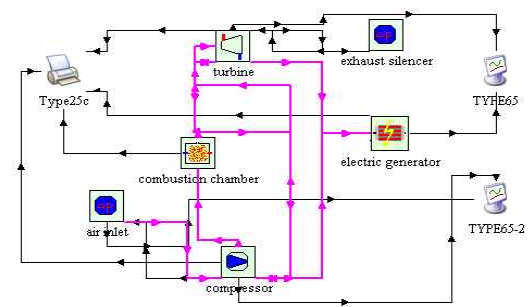


그림 5. 마이크로터빈의 TRNSYS 모델링
Fig. 5. TRNSYS modeling of microturbine

표 5. 마이크로가스터빈의 파라메타
Table 5. Microturbine parameter

부속기기 내 용	압축기		연소기		터 빈		발전기
	입구	출구	입구	출구	입구	출구	
압력(bar)	1	15	15	15	15	1	-
온도(°C)	25	423	423	1100	1100	504	-
유량(kg/h)	7300	6845	6845	6968	6968	7108	-
압축비	15	-	-	-	-	-	-
엔탈피(kJ/h)	50	425	425	1260	1260	395	-
저위발열량 (kJ/h)	-	-	-	47600	-	-	-
연료사용량 (kg/h)	-	-	-	123	123	-	-
기기효율(η)	0.88	-	-	0.9	0.85	-	-

본 연구에서는 년 중 전기와 열원의 소비가 일정한 병원동의 병실의 전기에너지를 공급할 수 있도록 0.5[MW]용량의 가스터빈을 적용하여 냉난방에너지와 전기에너지를 동시에 절감할 수 있도록 하였다. 마이크로 가스터빈의 크기는 년중 일정하게 전기를 소비하는 부분인 조명에너지를 대체할 수 있는 크기로 용량으로 0.5[MW]급 소형가스터빈을 선정하였으며 터빈의 부분별 설계값은 표 5와 [2]의 자료를 참고하여 해석하였다.

3.2 마이크로 가스터빈의 에너지 성능분석

0.5[MW]급의 마이크로 가스터빈을 설치한 후의 운전방식은 터빈에 의한 발전과 터빈에서 발생하는 배열을 냉방 및 난방에너지원으로 활용하는 열병합발전(CHP)시스템으로 운전하였다. 열병합발전 시스템의 에너지성능분석을 시뮬레이션한 결과 터빈에 사용된 연간 에너지는 51,339.64GJ이며 생산되는 전기는 15,726GJ로 약 30%의 발전성능이 있는 것으로 나타났다. 발전된 전기량은 연간 4368.38[MWh]이며 전체 전기에너지 사용량(10168.42[MWh])의 43.6%이상을 생산하고 있는 것으로 분석되었다.

또한 터빈에서 발생하는 배열을 냉방 및 냉방에너지원으로 활용할 경우 난방에너지 및 냉방에너지 절감효율은 각각 56%, 67%로 나타났으며 열병합

발전 시스템의 효율은 70%로 상승하는 것으로 나타났다.

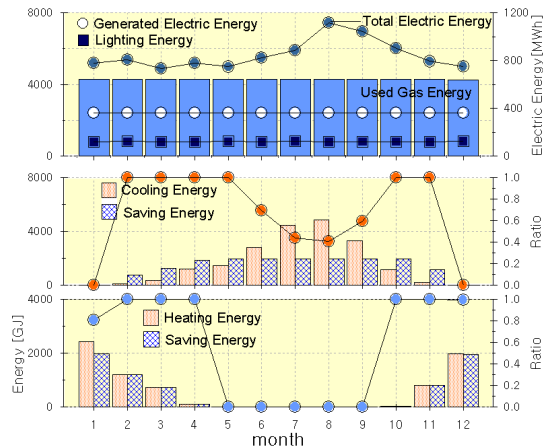


그림 6. 0.5(MW)급 마이크로터빈의 에너지 성능분석
Fig. 6. Energy performance analysis of 0.5(MW) Microturbine

3.3 마이크로 가스터빈의 경제성분석

본 연구에서의 경제성 평가는 원단위 데이터베이스의 활용, 수명주기에 따른 각 미용발생 부분에서의 단위면적당 년 간 비용(원/년 · [m²]) 계산결과가 산출됨 등을 고려하여 연간등가법(annual worth method)을 사용하였다. 연간등가법은 각 시스템 대안의 수명주기에 따라 발생하는 모든 투자비용과 각 대안에 의해 얻어지는 절감액 또는 편익이 매년 균일하게 발생한다고 가정할 경우, 이와 대등한 연간 비용으로 환산하는 방법으로 어떤 시점의 비용과 수입을 매년 균일하게 분할하여 등가 환산함으로써 경제적인 대안을 선정하는 방법이다. 해마다 동일하게 발생하는 비용에 의해 발생하는 돈의 양은 특정 분석기간과 할인율에 대한 등가지불현가계수(UPV : uniform present value factor)를 연간 비용에 곱함으로써 기준시점에서의 현재가치로 할인할 수 있다. 이것을 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$UPV = \left(\frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right)$$

대형병원에서 마이크로터빈 이용한 열병합시스템 에너지성능 및 경제성 분석

$$P = A \cdot UPV = A \cdot \left(\frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right) \quad (1)$$

P : 현가(Present value)

따라서 연가(annual value)를 구하면 다음 식과 같다.

$$A = P \cdot UPV = P \cdot \left(\frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1} \right) \quad (2)$$

A : 연가(Annual value)

i : 이자율

N : 년수

대형병원에 적용한 마이크로 가스터빈에 대한 경제성 분석을 위해 현재 냉난방시스템에서 소비되는 연간 전기 및 가스에너지 소비금액을 산출하였다. 산출된 연간 에너지 소비량을 마이크로 가스터빈에 의해 절감되는 전기 및 가스량을 현재가로 환산하여 연간 에너지 절감비용을 산출하였다. 아래의 표 6은 대형병원에 적용되는 시스템의 용량과 설치비용 또한 모델 해석을 통한 에너지 절감량 및 절감비용을 나타내었다. 그림 7은 에너지 연감 절감비용 나타낸 것이다.

표 6. 해석을 위한 파라메타 및 에너지 절감량과 비용
Table 6. Microturbine initial cost and energy saving cost

시스템 용량	초기 투자비	연간절감 비용	에너지 절감량(kW)	단위비용당 에너지절감효과
500[kW]	12.5억원	1.75억원	5,576,435	45[kW]/만원

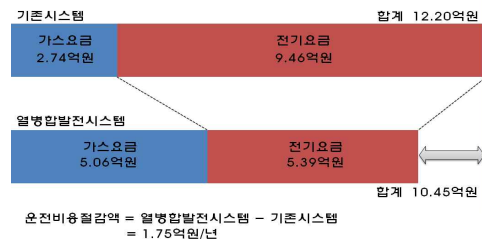


그림 7. 마이크로터빈에 의해 절감되는 연간 에너지 절감비용

Fig. 7. Annual energy saving cost by installation of microturbine

그림 8은 시스템의 내구연한을 20년으로 적용하는 경우투자회수기간을 분석한 것이다. 초기투자비를 단순투자회수 기간 계산할 때 약 7.14년으로 나타났고, 현가등가법으로는 약 9년으로 분석되었다.

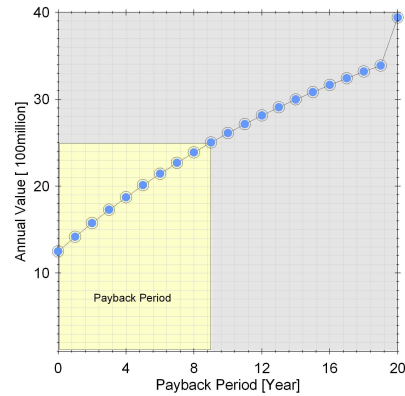


그림 8. 열병합발전시스템 투자회수기간 분석
Fig. 8. Payback period analysis of MTG

현재 대형병원에서 소비되는 연간 가스요금은 약 2억 7천 4백만원이며, 전기에너지는 9억 4천 6백만원으로 총 12억 2천여만원을 에너지비용으로 소비하고 있는 것으로 분석되었다. 여기에 마이크로터빈을 적용할 경우 터빈에 사용되는 가스사용량의 증가에 의해 가스요금은 5억 6백만원으로 증가하였지만 전기요금은 5억 3천9백만원으로 감소하여 연간 1억 7천 5백만원의 에너지비용이 감소하는 것으로 나타났다. 즉 도시가스의 사용량은 약 84[%] 증가하나 전기의 매입량을 약 43[%] 저감시킬 수 있는 것으로 나타났다. 연간 전체 에너지 비용의 약 14[%]를 절감하는 것으로 분석되었다.

4. 결 론

빌딩의 열병합을 포함한 새로운 에너지 시스템의 도입은 기후변화의 영향을 주는 핵심적인 요인이 되었다. 마이크로터빈은 전기의 공급은 물론 냉난방에너지 공급원으로 병원건물과 같은 열원에너지를 크게 필요로 하는 건물에서는 새로운 마이크로소스로 등장하고 있다. 따라서 본 연구에서는 0.5[MW]급 마이크로터빈을 설치를 상정한 후 에너지 성능분

석 모델을 개발하고 모의를 통하여 그 특성을 분석하였다. 그 결과 마이크로터빈에서의 발전효율은 30[%]이며, 전기는 건물에서 사용되는 조명에너지 뿐만 아니라 전체 전기에너지의 40[%]을 절감할 수 있는 것으로 분석되었다. 또한 터빈에서 발전되는 전기량과 배열을 냉난방에너지원으로 이용할 경우 전체 시스템효율은 70[%]로 상승할 뿐만 아니라 난방에너지의 56[%], 냉방에너지의 67[%]를 절감할 수 있는 것으로 분석되었으며 현가등가법에 의한 시스템 투자회수 기간이 약 9년으로 분석되었다.

Acknowledgment

The authors would like to gratefully acknowledge the financial support of KESRI (Korea Electrical Engineering & Science Research Institute) under project R-2007-1-015-02

References

- [1] 홍원표, “소형분산에너지시스템 특집-빌딩마이크로그리드시스템 현황과 제어, 운영기술”, KIEE Magazine, Vol.23, No. 2, pp.10-23, 2009.
- [2] 홍원표, “ Multi-agent 기반 소형분산에너지시스템 기초 운영기술연구”, 지식경제부 2008 보고서, 2009. 6.
- [3] 홍원표, 김병수, “ 대형병원 건물의 마이크로터빈과 신재생에너지도입에 따른 에너지성능분석”, KIEE Annual Spring Conference 2009, 5.7-8.
- [4] Lucas Lira, “Hybrid heating and cooling system optimisation with TRNSYS”, Department of Mechanical Engineering, University of Strathclyde Engineering, 2008.

- [5] Olympia Zogou, Dipl.-Ing, “Transient Simulation fo a Combined Sycle Trigeneration System Fuelled by Natural Gas”, University of Thessaly School fo Engineering Department of Mechanical Engineering Lab. of Thermodynamic & Thermal Engines, 2007.7.
- [6] NanShou, Chris Mamay, Ryan Firestone, Weijun Gao, and Masaru Nishda, “An analysis of the DER Adoption Climate in Japan Using Optimization Result for Prototype Building with U.S. Comparisons”, LBL., 2006.6.

◇ 저자소개 ◇

김병수 (金炳洙)

1974년 2월 20일생. 1997년 2월 한밭대학교 건축설비공학과 졸업. 1999년 3월 충남대학교 건축환경설비전공 졸업(박사). 2003년 6월 건축기계설비기술사 취득. 2002년 10월~2004년 7월 MA종합건축사 사무소 근무(건축설비설계 과장). 한밭대학교 강사. 현재 (주)BEMS 건설팀 소장. 관심분야는 건물 에너지성능 및 경제성분석. 신재생에너지분야 설계 및 컨설팅임.

길영욱 (吉映旭)

1986년 한밭대학교 건축공학과 졸업. 현재 한밭대학교 대학원 건축설비공학과 석사과정. 1977년~현재 지식경제부공무원교육원 시설담당. 관심분야는 빌딩에너지관리 및 운영.

홍원표 (洪元杓)

1956년 5월 15일생. 1978년 숭실대학교 전기공학과 졸업. 1989년 서울대학교 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1979~1993년 한전전력연구원 선임연구원. 2007~2008년 UBC 방문교수. 현재 한밭대학교 건축설비공학과 교수. 본 학회 편수위원. 주요연구분야는 빌딩자동제어 및 필드버스 적용, 그린 빌딩 및 하이브리드 에너지시스템구축 및 스마트공간구축 기술.