

소형열병합발전 설비의 합리적인 수급계획반영방안 연구

최종보고서

2007. 10.

주관기관 : 에너지경제연구원

한국전력거래소

제 출 문

전력거래소 이사장 귀하

본 보고서를 「소형열병합발전 설비의 합리적인 수급계획반영방안 연구」의 최종보고서로 제출합니다.

2007년 10월

에너지경제연구원 원장

연구기관 : 에너지경제연구원

연구책임자 :	연구위원	이근대
참여연구자 :	선임연구위원	김현제
	연구위원	노동석
	책임연구위원	마용선

<제 목 차 례>

제1장 서론	1
제1절 연구필요성 및 목적	1
제2절 연구의 방법 및 내용	3
 제2장 소형열병합발전 시장 환경	5
제1절 소형열병합발전 개요	5
1. 소형열병합발전 개념 및 특성	5
2. 기술적 특성	7
제2절 소형열병합발전 국내 현황	11
제3절 해외 소형열병합발전	19
1. EU	19
2. 일본	21
3. 영국	38
4. 결론 및 시사점	43
제4절 소형열병합발전 경제성 분석	44
1. 경제성 분석 전제 및 결과	44
2. 민감도 분석	49
제5절 소형열병합발전 향후 전망	50
1. 신규택지개발지구 및 재개발지역	51
2. 설비 개체 잠재수요	57
3. 소형열병합 발전 도입 전망	63

제3장 전력수급계획 분석	67
제1절 전력수급기본계획	65
1. 제3차 계획수립 기본방향 및 특징	65
2. 장기 전력수요 전망 및 수요관리 계획	66
3. 발전 및 송변전설비 계획	67
4. 전력수급 전망 및 분석	68
5. 전력정책방향	70
6. 전력수급계획에서 소형열병합 반영	70
제2절 수요측 자원 분석	72
1. 개요	72
2. 분산형 전원	73
제4장 전력수급계획의 소형열병합발전 반영방안	87
제1절 자원계획의 분산형전원 반영 해외 사례	87
1. 미국 뉴욕시의 에너지 정책	87
2. 미국 북서부지역의 자원계획	90
제2절 소형열병합발전의 전력수급계획 반영방안	93
1. 소형열병합발전 전력수급계획 반영 현황	93
2. 소형열병합발전 전력수급계획 반영방향	94
3. 수요측 자원 평가 방법	109
참고문헌	118
<부록1> 소형열병합발전 설치업체 목록(2007년 3월말)	120
<부록2> 소형열병합발전 운영실태 조사	126

<표 차례>

<표 2-1> 소형열병합시스템 에너지이용 효율	6
<표 2-2> 소형열병합시스템 비교	10
<표 2-3> 최근의 소형열병합시스템 증가 현황	12
<표 2-4> 추세에 따른 소형열병합발전 설비용량 전망	13
<표 2-5> 정부의 소형열병합발전 보급 목표	14
<표 2-6> 용도별 소형열병합시스템 보급현황	16
<표 2-7> 용량별 소형열병합시스템 설치대수	17
<표 2-8> 자금성격에 따른 구분	18
<표 2-9> 유럽 국가별 열병합발전 관련 정책과 보급목표	20
<표 2-10> 민생용의 건물용도별 보급현황	25
<표 2-11> 산업용의 용도별 보급현황	25
<표 2-12> 설비별 보급현황(2007년 3월 기준)	26
<표 2-13> 열병합발전 설비별 특징	27
<표 2-14> 일본의 소형열병합발전 설치 현황	28
<표 2-15> 일본의 마이크로 가스엔진 열병합 시스템	30
<표 2-16> 일본의 열병합발전 설치에 관한 법률 및 신고 사항	31
<표 2-17> 일본의 열병합발전 관련 정책	32
<표 2-18> 일본의 열병합발전 관련 규제완화	32
<표 2-19> 신에너지에 지원사업 및 보조금의 인정기준(NEDO)	35
<표 2-20> 일본의 보조금 지원제도	36
<표 2-21> 일본의 금융지원제도	37
<표 2-22> 영국의 규모별 열병합발전 보급현황	39
<표 2-23> 건물용도별 보급현황	41

<표 2-24> 전력판매단가 변동에 따른 경제성	50
<표 2-25> 택지개발예정지구 지정 현황(2005년말 기준)	51
<표 2-26> 연도별 택지개발 예정지구 지정 현황	52
<표 2-27> 추진중인 소형 CES 사업현황	54
<표 2-28> CES에 의한 소형열병합발전 도입 전망	55
<표 2-29> 연도별 주택 재개발 사업 현황	55
<표 2-30> 지역별 주택 재개발 사업 현황	56
<표 2-31> 연도별 재건축 추진현황(누계)	58
<표 2-32> 사용년수별 공동주택 현황(2006년말 기준)	59
<표 2-33> 공동주택 면적별 현황(2006년말 기준)	60
<표 2-34> 개체에 의한 소형열병합발전 도입 잠재량	61
<표 2-35> 산업용 잠재량 추정	62
<표 2-36> 업무용 잠재량 추정	63
<표 2-37> 소형열병합발전 도입 전망	64
<표 3-1> 전력수요량 전망	66
<표 3-2> 최대 전력수요 전망	67
<표 3-3> 발전 설비계획	67
<표 3-4> 송변전 설비계획	68
<표 3-5> 연도별 소형열병합발전 건설계획	71
<표 3-6> 분산형에너지자원 기술 분류	77
<표 3-7> 분산형전원의 발전기술과 특성	81
<표 4-1> 미국 북서부 전기사업자 통합자원계획상의 분산형 전원	91
<표 4-2> 연도별 소형열병합발전 건설계획	93
<표 4-3> 호주 퀸스랜드주의 발전량, 역송발전량, 자가발전량 추정	96
<표 4-4> 캘리포니아 수요관리 평가방법	115

<표 4-5> 사회적 비용편익 테스트	116
<표 4-6> 참여자 테스트	117
<표 4-7> 비참여자 테스트	117

<그림 차례>

[그림 2-1] 열병합발전 시스템	7
[그림 2-2] 가스엔진 열병합의 배열온수시스템	8
[그림 2-3] 가스터빈 열병합의 배열온수시스템	9
[그림 2-4] 연도별 소형열병합발전 보급현황(MW)	11
[그림 2-5] 연도별 열병합발전 시설 건수	22
[그림 2-6] 연도별 열병합발전 발전용량	23
[그림 2-7] 일본의 연도별 열병합발전 보급 추이	24
[그림 2-8] 연도별 열병합발전 보급현황	39
[그림 3-1] 발전원별 전원구성 전망	69
[그림 3-2] 중앙발전	74
[그림 3-3] 분산형 전원	74
[그림 4-1] ACS Peak GB Demand	95
[그림 4-2] NSW 피크 하계/동계 수요 예측그림	97
[그림 4-3] NSW 부하곡선, (실적 및 예측)	98
[그림 4-4] NSW 수요예측 절차	98

제1장 서론

제1절 연구필요성 및 목적

- 현재 우리나라의 경우, 소형열병합발전을 위시한 분산형전원의 보급활성화가 활발히 진행되고 있음.
 - 신규전원을 확보하려는 노력으로 정부는 분산형 전원으로서 소형열병합발전을 확대보급하려는 정책을 시행하고 있으며, 집단에너지와 구역전기사업자의 전력직판 허용에 따라 발전설비로 소형열병합발전을 이용한 분산형전원의 보급은 확대될 것으로 전망됨.
 - 일반적으로, 소형열병합발전시스템은 분산형 전원으로서의 기능을 담당하여 대형발전소의 추가건설 부담을 경감시키고 에너지수급불안을 완화시킬 뿐만 아니라, 온실가스 및 대기오염물질 배출 감소로 기후변화협약 등의 국제환경규제에 대응할 수 있는 유용한 수단으로 평가받고 있음.
 - 이러한 분산형전원의 보급 확대는 전 세계적 추세이면서 국내의 중요한 정책과제 가운데 하나가 되고 있음.
- 우리나라의 경우 현재까지 분산형 전원으로서의 소형열병합발전은 보급규모가 작아 전력수급에 미치는 영향이 크지 않아, 전력수급계획 수립시에 별도의 검토 및 설비기여도 등을 고려하지 않고 단순히 설비용량으로만 반영
 - 소형열병합 보급물량을 전력수급기본계획에 설비용량으로 260만kW를 기 반영하였음.

구분	계획기간	반영물량
제2차	2004~2017(14년)	260만kW
제3차	2006~2020(15년)	2차계획수준요구

비고

- 제2차 전력수급기본계획에 소형열병합 발전소를 반영한 후 보급실적이 계획에 비해 크게 미흡하고 향후 전망도 불확실한 바, 공급측 자원으로 계속 반영하기에는 타당하지 못한 문제를 나타냄.
- 또한, 2006년에 공표된 3차 전력수급기본계획에서도 연도별 구체적 소형열병합발전소에 대한 전망과 근거자료가 제시되지 않아 연도별 발전설비계획에 반영하지 않고 정책방향에만 언급되었음.
- 점차 소형열병합발전이 점차 확대해가고 있는 추세에 있어, 단순히 소형열병합발전을 설비용량으로 반영하는 것은 한계가 있음.
- 따라서 이러한 근거가 명확하지 않은 소형열병합전망의 수급계획의 반영물량을 조정할 필요가 있으며, 이와 함께 소형열병합발전의 전력수급기본계획에 합리적인 반영 방안을 검토할 필요성이 있음.
- 소형열병합발전의 전력수급기본계획에 반영물량은 260만kW로 향후 계속 적용하기에는 타당하지 못한 수준으로 보이며, 근거자료가 미흡한 소형열병합발전 전망을 잠재량 분석을 통해 연도별 반영물량을 적정한 수준에서 산정할 필요가 있음.
- 또한 현재의 열병합발전 보급, 특히 소형열병합발전 보급이 전력수급계획에 어떠한 영향을 주는 지를 검토할 필요가 있음.
- 이를 위해 우선 보급과 기술과 관련한 소형열병합발전의 현황 및 전망을 살펴보고 이를 토대로 하여 소형 열병합발전설비에 의한 전력부문 기여도를 평가하고 이를 전력수급계획에 반영할 합리적인 방안을 제시할 필요

제2절 연구의 방법 및 내용

- 본 연구의 추진을 위해 해외 전력시장의 전력수급계획 및 수립방안에 대한 자료조사와 실태분석을 통하여 우리나라의 전력수급 계획에 대한 시사점을 분석할 것임.
- 이를 위해 먼저 구조개편에 따른 우리나라 전력수급계획의 현황과 정부의 전력수급계획 수립의 기본적인 정책방향, 전력수급계획에서 분산형전원의 현황 등을 파악하였고, 외국의 수급계획과 분산형자원 보급을 위한 각종 정책 등을 포괄적으로 조사 분석하였음.
- 특히 분산형 전원을 수요측 자원으로 분석한 해외의 사례를 집중 분석하였으며, 이를 통해 분산형 전원의 수요측 자원 개념을 재정립 및 국내 전력수급계획에 도입할 수 있는 방안을 제시를 위한 자료로 활용하였음.
- 또한 관련 선행연구자료 및 전기사업법, 집단에너지사업법 등 관련 법령 등 관련 자료도 조사했으며, 정부관계자 및 외부전문가의 자문을 활용하여 정책 및 전망분석에 활용하였음.
- 소형열병합발전을 전력수급계획에 반영할 수 있는 방안을 수립하기 위해 소형열병합발전을 국내에 도입할 수 있는 주요 고려사항과 분산형 전원 평가 기준 및 방법을 연구하였음.
- 이를 위해 단순히 공급측 자원이 아니라 수급계획에서 소형열병합발전의 수요관리자원 전환의 필요성을 검토하였으며, 수요관리자원으로 전환시의 수요관리 및 수요량 처리방안 등을 연구하였음.
- 본 연구보고서는 모두 4개의 장으로 이루어져 있으며, 각장의 내용은 다음과 같음.

- 제2장은 소형열병합발전의 개요 및 현황을 설명하고 있으며, 소형열병합발전의 개요, 국내외 소형열병합발전의 현황과 소형열병합발전의 잠재량 분석을 통한 향후 국내소형열병합 발전물량에 전망을 제시하였음.
- 이를 위해 소형열병합발전의 사업종류별, 사업주체별, 사업규모별, 사업시기 등 보급을 조사하였으며, 향후 계획의 분석을 통해 적정한 전망을 제시하였음.
- 제3장은 국내 전력수급계획을 분석하였으며, 특히 DER, DR, DG 등 수요측 자원 분석을 통해 수요측자원의 개념을 재정립하고 있으며, 이를 통한 국내 도입방안을 제시하고 있음.
- 제4장은 전력수급기본계획에서 소형열병합발전을 반영하는 방안을 제시하고 있는데, 먼저 자원계획에서의 미국 NY 등 분산형전원의 해외 사례분석을 통해 시사점을 도출하며, 이를 통한 국내 도입방안을 제시하고 있음.
- 국내 도입방안 제시를 위해 도입을 위한 주요 고려사항, 분산형전원 평가기준 및 방법 등의 제시를 통해 국내 도입방안을 제시
- 특히 운영패턴 조사를 통해 소형열병합발전 설비의 피크 기여도 산정 등을 통해 수요관리 적용방안을 중점적으로 제시하였음.

제2장 소형열병합발전 시장 환경

제1절 소형열병합발전 개요

1. 소형열병합발전 개념 및 특성

- 정부가 여러 가지 장점으로 인하여 확대 보급을 추진하고 있는 소형열병합발전은 하나의 에너지원으로 전력과 열을 동시에 생산·이용하는 종합시스템으로서 연속적 2종류 이상의 2차에너지를 생산하는 시스템
 - 주로 천연가스를 이용하여 전력과 열을 생산·이용하고 있으며, 통상 발전용량 10MW 이하의 가스엔진이나 가스터빈을 이용한 열병합발전 시스템을 의미
 - 현재 통상적으로 사용되는 소형열병합발전의 기준은 발전설비 단일용량으로 10MW 이하인데, 이러한 정의는 근거가 없이 통상적으로 사용되고 있는 문제점이 있음.
 - 현재 소형열병합의 정확한 정의 및 개념의 정립이 향후 필요할 것이며, 본 연구에서는 현재 통상적으로 사용되고 있는 소형열병합의 정의에 근거하여 분석 실시
- 소형열병합발전은 열과 전기를 동시에 생산·이용하므로 에너지이용효율이 증대되는데 전력을 한전에서 수전 받고 열은 보일러를 통해 생산하는 기존방식에 비해 10~35%의 절약효과가 존재

<표 2-1> 소형열병합시스템 에너지이용 효율			
	발전전용	기존방식	열병합

이용효율(%) 35~45 55~65 75~90 10~35 절약효과

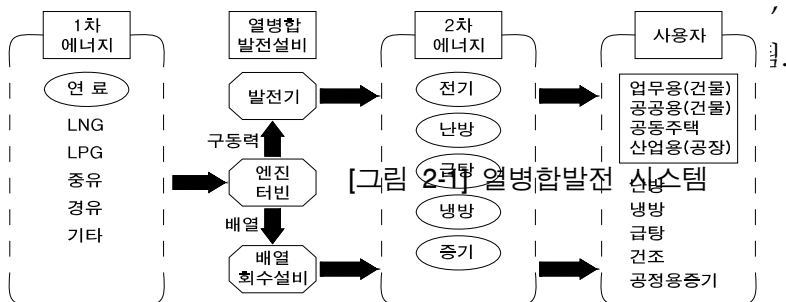
주 : 기존방식은 열을 난방보일러를 이용하여 생산하고 전력을 한전에서 수전 받는 방식으로 공급받는 것을 의미한다.

- 소형열병합발전은 에너지이용 효율의 증대 이외에도 하절기 피크부하 감소로 신규발전소의 건설비용을 저감할 수 있으며, 하절기 전력수요를 가스수요로 전환하여 계절별 수요관리를 할 수 있도록 하여 에너지 수요관리를 개선 가능. 또한, 소형열병합발전은 분산형 전원으로 안정적 전력 공급에 기여할 수 있음.
 - 분산형전원이란 에너지 사용처 근접지역에 소규모발전소 설치로 수요에 즉각적 대응 및 송전·열수송 등 손실을 감소할 수 있으며, 대규모 발전소 건설 부담 경감 및 에너지 수요에 즉각적으로 대응할 수 있다는 장점이 있음.
 - 또한 에너지이용효율 향상 및 주 연료로 청정연료인 LNG를 사용함으로써 기존방식 대비 이산화탄소를 30~40% 배출감소를 가져 올 수 있으며, 이러한 과정에 의하여 기후변화협약 등 국제적 환경규제에 효과적으로 대응할 수 있게 할 수 있음.
- 이러한 장점 등으로 인하여 정부는 소형열병합발전 보급 활성화를 추진중임.
- 산자부(2004)는 「소형열병합발전 보급 활성화 기본방향」을 발표하여 소형열병합발전 확대를 대한 정부의 기본 방향을 제시하고 있으며, 전기사업법, 집단에너지사업법 등 관계법령의 개정이 추진되었음.
 - 동 계획에서는 2013년까지 소형열병합 설비용량 보급을 2700MW로 확대하는 것을 목표로 하고 있음.

2. 기술적 특성

가. 소규모 열병합발전시스템

- 소형열병합발전은 하나의 열원(연료)으로 두 가지 에너지(열과 전기)를 동시에 생산하여 사용하는 에너지 시스템
 - 이 시스템은 천연가스(LNG), 액화석유가스(LPG) 등 가스연료와 경유(diesel oil), 중유(B-C유) 및 저유황중유(lswr) 등 액체연료를 이용하여 엔진이나 터빈 등을 구동시켜 전력을 생산하고, 기관에서 발생하는 배열을 회수하여 난방, 냉방 및 증기를 활용
- 열병합발전설비는 사용연료 및 에너지전환 방식에 따라 다양한 형식이 있으나 소규모 열병합발전시스템에 주로 적용 할 수 있는 유형은 엔진

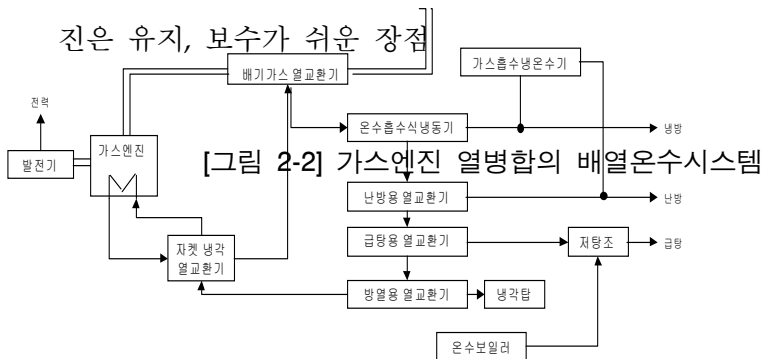


나. 열병합 발전설비의 유형별 특징

- 소형열병합 발전시스템에 주로 적용하는 유형은 가스엔진과 가스터빈이 주로 사용됨.

1) 가스엔진 열병합 발전설비 (Gas Engine Co-generation)

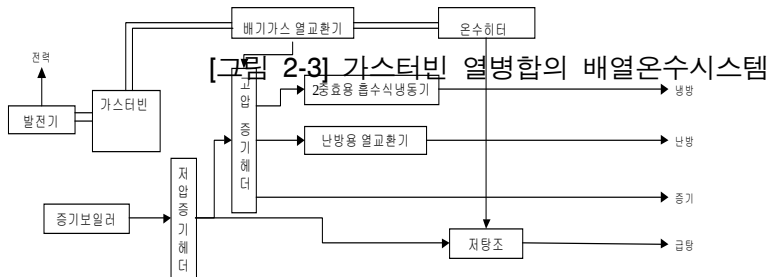
- 가스엔진은 왕복동 기관이므로 진동이 상대적으로 크며, 대부분 수냉각 방식이어서 터빈방식에 비해 중량이 늘어나는 단점이 있으나, 중소형 동력원으로서 종류도 다양하고 취급하기 용이하여 열병합발전 시스템용 동력발생기로 이용하기 적합하며, 천연가스를 연료로 한 가스엔진은 유지, 보수가 쉬운 장점



2) 가스터빈 열병합 발전설비 (Gas Turbine Co-generation)

- 가스터빈은 고온의 연소가스에 의한 고속 터빈회전을 통해 발전을 함으로써 발전량 대비 경량 구조를 지니고 있음.

- 가스터빈의 발전효율은 엔진설비보다 낮으나 다량의 고온 배가가스 활용이 가능하므로 높은 열전비가 요구되는 사용처에 적합하고 배열활용을 위한 복합시스템 구성이 가능함.



3) 가스엔진과 가스터빈의 비교

- 가스엔진의 주요 특징은 ① 중형 동력발생기로서 높은 효율 ② 회전수 제어가 쉽고, 부분 부하시에도 높은 효율 ③ 입력의 50% 전후에 배열 회수가 가능하여 종합 효율을 향상 ④ 실용기로서 4사이클 엔진의 운영 실적이 많아 높은 신뢰도 ⑤ 천연가스를 연료로 사용하는 경우는 엔진내부를 청결하게 유지할 수 있고, 윤활유 소모나 열화가 적어 엔진수명이 길고 정비도 용이 등임.
- 가스터빈의 주요 특징은 ① 발전효율은 가스엔진보다 낮은 20~25% 정도지만, 전기출력에 비해 큰 열출력 비율(열전비 보통 2~3) ② 배열회수가 배기가스로부터 회수되므로 회수 시스템이 단순 ③ 400~550℃의 고온 배가스를 다량 얻을 수 있으므로 증기터빈을 이용하는 등 복합 시스템 구성이 용이 ④ 중형 규모에 적합하며 가격이 엔진에 비하여 고가 등임.

○ 가스엔진과 가스터빈 열병합의 특징을 비교한 것은 다음의 표임.

<표 2-2> 소형열병합시스템 비교			
		가스엔진 열병합	가스터빈 열병합
시설 용량		8~5,000kW	30~100,000kW
발전 효율		28~40%	20~35%
배열이용가능 효율		65~80%	70~80%
배열회수 형태		온수(일부 증기로 회수 가능)	증기
사용 연료		천연가스, LPG	가스, 경유
가 격		저가	가스엔진보다 고가
소 음		95 ~ 100dB(A)	105 ~ 110dB(A) 고주파 영역이 높다. 단, 저소음화는 용이하다.
진 동		방진 대책 필요	방진 대책 불필요
NOx 개선 대책		회박연소 배기가스 처리	물 및 증기 분사, 예비 혼합 회박 연소, 촉매 연소 선택 환원 탈질(SCR)
용 도		호텔, 병원, 체육시설, 복합빌딩, 상업빌딩, 업무빌딩 등	건물(호텔, 병원, 백화점 등), 산업체 등
특 징		○ 발전 효율이 높다. ○ 흡기 온도에 의존하지 않고 출력이 거의 일정하다.	○ 발전 효율은 낮으나 배열 회수량이 많다.
		○ 배기가스가 깨끗함 ○ 열회수가 용이하다 ○ 유지보수가 용이하다 ○ 진동, 소음이 크다	○ 배기가스온도가 고온이고 증기회수가 용이하다. ○ 소형이고 경량이다. ○ 냉각수가 필요없거나 소량이면 된다. ○ 1대당 발전용량이 1,000kW 이상으로 큰 것이 많다.
선 정		○ 발전효율이 높고 기동, 정지가 용이하여 소규모 분산형에 적합한 가스엔진 열병합 방식을 선정함	

비 고

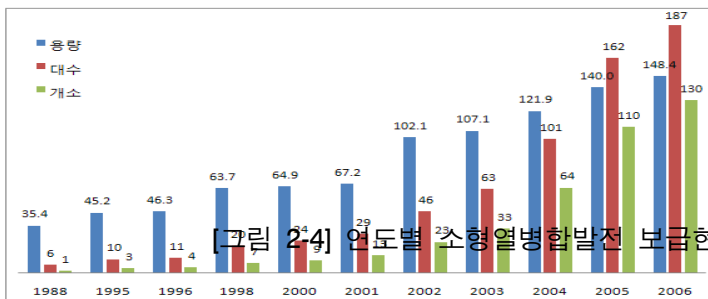
저위발열량 기준

주 : 에너지관리공단 소형열병합 자료 참조

- 출력 2,000 kW 이하에서는 가스엔진이 열효율면에서 유리
- 가스터빈은 발전용량이 크거나 또는 열수요가 많은 경우에 적합

제2절 소형열병합발전 국내 현황

- 소형열병합발전의 국내 보급현황은 2006년말 현재 148.8MW로 총발전 용량 64,504MW의 0.2%에 불과해 아직까지 그 보급이 미미한 상태
 - 소형열병합발전은 130개소에 약 148.4MW가 공동주택 위주로 보급되어 있으며, 이는 정부의 2006년 보급목표 200MW에 비해 약 74% 수준에 불과하여, 해외의 열병합발전 도입 비율에 비해 낮은 수준임.
- 초기에는 에너지사용량이 많은 대형건물 위주로 소형열병합발전이 보급되었지만, 최근에는 노후화된 아파트 단지 위주로 자가발전을 위한 방식으로 도입
 - 현재는 CES 사업보다는 자가발전 형태로 활성화되고 있는데, 이는 용도별 전기요금체계에서 주택용 누진제와 원가이하로 공급하는 산업용 전기요금 등에 기인



[그림 2-4] 연도별 소형열병합발전 보급현황(MW)

공동주택을 중심으로
지역이나 중소규모
될 가능성이 있음.

○ 연도별 보급현황을 보면 최초의 소형열병합은 1988년에 최초로 도입되었으며, 이후 90년대 중반까지는 추가적인 도입은 없었음.

- 이후 90년대 중반 이후 롯데부산점, 삼성에버랜드 등 대형건물 위주로 소수의 추가적인 소형열병합의 도입이 있었음.

- 90년대 중반까지 도입된 개소는 4개소에 불과하였지만, 90년대 말에 들어서 에너지절약 및 환경보호에 대한 관심이 커지고, 에너지공급에 있어서 현행 대용량 중심의 중앙집중공급방식의 문제점이 노정되고 있어 이를 보완할 필요가 대두되면서 소형열병합발전 보급이 급속히 확대

- 또한 분산형전원의 보급확대에 따른 소형열병합발전의 기술진보 등도 소형열병합발전의 보급 확대에 기여하고 있으며, 이러한 보급 확대에

설비가 설치되어 있음.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

개소가 총 13개소에 불과했었는데, 2002년 10개소, 2003년 10개소에 추가로 소형열병합 발전설비가 보급되다가 2004년 31개소, 2005년에는 46개소, 2006년에는 20개소에 소형열병합 발전설비가 도입되었음.

- 2002년의 소형열병합 도입개소의 전년대비 증가율은 77%, 2003년의 전년대비 증가율은 44%, 2004년의 전년대비 증가율은 무려 94%에 달하고 있으며, 2005년의 전년대비 증가율은 72%로 높은 증가율을 보이고 있으며, 2006년에는 전년대비 증가율이 18%로 조금 성장세가 둔화되는 모습을 보이고 있음.
- 2007년 3월까지도 14개소에 6.4MW의 소형열병합발전이 추가적으로 도입되고 있어 지속적인 성장의 추세를 보여주고 있음.
- 하지만 발전용량의 증가는 열병합설비 설치 개소의 증가에 비해 크지 않은데, 이는 이전에는 대규모 건물 위주로 열병합발전 설비가 도입되었지만, 최근에는 소규모 공동주택에 대부분의 열병합발전시설이 보급되는 것에 기인
- 발전용량의 연간증가율은 2002년 52%, 2003년 5%, 2004년 14%, 2005년 15%, 2006년 6%에 불과해 설비개소나 설비대수의 증가율에 비해

○ 최근 5년간 연평균 설비용량의 증가율은 9.8%에 불과해 향후 설비용량의 급격한 증가가 보일 가능성이 낮음.					
--	--	--	--	--	--

<표 2-4> 추세에 따른 소형열병합발전 설비용량 전망

구 분	2007	2008	2009	2010	2011
용량(MW)	163.0	178.9	196.5	215.7	236.8

- 현재의 성장이 지속될 경우 2002년부터 2006년까지의 연평균 설비용량의 증가율은 9.8%로 나타나고 있음. 현재의 성장률이 지속될 경우 2011년의 소형열병합발전 설비용량은 236.8MW 규모로 증가할 것으로 전망됨.
- 이는 2011년 소형열병합발전 보급목표인 1,307MW의 약 18% 수준에 불과하며, 소형열병합발전의 급속한 증가에도 불구하고 소형열병합발전의 보급목표를 달성하기는 현재 추세로는 어려울 것으로 보임.

<표 2-5> 정부의 소형열병합발전 보급 목표								
구 분	'03	'04	'05	'07	'09	'11	'13	
자가 (MW)	100	116	135	240	427	762	1,358	
CES (MW)	-	-	-	53	196	545	1,342	
용량 계(MW)	100	116	135	293	623	1,307	2,700	
발전용량 중 소형열병합 비중(%)	0.18	0.20	0.22	0.44	0.84	1.68	3.50	

- 산자부(2004)의 「소형열병합발전 보급 활성화 기본방향」에서는 2013년까지 소형열병합 설비용량 보급을 2700MW로 확대하는 것을 목표로 하고 있으며, 2004년 이후 2013년까지 연평균 42%의 급속한 소형열병합 설비의 보급을 목표로 하고 있음.
- 보급목표를 보면 자가의 용량이 1,358MW로 50.3%를 차지하고 있으며 구역형집단에너지(CES)의 경우가 1,342MW로 49.7%를 차지하고 있음.
- 보급 초기에는 자가발전의 도입 비중이 높으며, 2006년 이후 CES에 소형열병합 발전설비가 도입되기 시작하면서 CES의 비중이 점차 높아짐.

- 최근의 증가 추세가 유지될 경우 2013년의 소형열병합발전설비 용량은 285.5MW 수준에 불과해 정부의 정책 목표 달성이 쉽지 않을 것으로 보임.
 - 2004년과 2005년의 실적은 121.9MW, 140.0MW로 2004년과 2005년의 보급목표인 116MW와 135MW를 초과하여 달성하였지만, 향후의 2007년부터 2013년까지의 설비용량의 평균증가율이 53.6%에 해당하고 있어 최근의 보급실적의 둔화 추세를 볼 때 향후 소형열병합발전의 보급은 생각보다 쉽지 않을 것으로 전망됨.
 - 다만, 향후 CES 도입이 확대되는 경우 소형열병합 설비용량의 급격한 증가가 있을 수 있지만, 이에 대해서는 불확실성이 높음.
- 소형열병합발전의 도입은 전기요금체제와 밀접한 관계가 있기 때문에 전기요금체제의 개편방향을 고려하여 도입잠재량을 평가할 필요가 있음.
 - 최근의 소형열병합발전이 공동주택 중심으로 보급되고 있는 상황에서, 이러한 현상은 에너지이용효율의 향상이라는 도입 목적에 부합하지 않고 단지 현행 전기요금 누진제의 제도적 허점을 이용하여 전기요금 절감의 수단으로 이용되고 있음.
 - 따라서, 누진제 완화 등의 전기요금체제 개편시 소형열병합발전의 보급은 더 큰 장애에 봉착할 것이며, 보급 목표 달성이 더욱더 어려워질 것으로 전망됨.
 - 또한 소형열병합발전에 대한 기술적 검증 또한 이루어지지 않은 상황 이어서 일정 시점이 지난 이후에는 사후관리 등의 사회적 문제도 발생될 가능성이 있음.

		<표 2-6> 용도별 소형열병합시스템 보급현황							
구	분	병원	아파트	호텔	복합건물	업무용	위락시설	산업체	계
용량(MW)		6.4	42.2	1.3	60.5	6.1	2.3	29.7	148.4
대수		12	135	4	19	10	1	6	187
개소		10	98	3	6	8	1	4	130

- 소형열병합발전의 용도별 보급현황을 살펴보면, 아파트가 전체 공급개소의 75.4%인 98개소에 공급되어 있으며, 그 다음은 병원, 복합건물, 업무용의 도입비중이 높음.
- 도입초기에는 에너지사용량이 많은 잠실롯데월드, 삼성에버랜드 등 대형건물 위주로 보급이 되었으나, 최근에는 터미널, 병원 및 중앙난방방식의 보일러가 설치되어 있는 아파트를 중심으로 활발하게 도입되고 있음.
- 2006년말까지의 보급현황을 보면 아파트와 병원이 각각 98개소와 10개소로 전체 도입개소 130개소의 약 83%를 차지하고 있는 것으로 나타나고 있음.
- 이러한 용도별 보급현황을 볼 때 주로 공동주택이나 병원같이 자가소비 위주로 소형열병합발전이 보급되어 있으며, 산업체, 호텔, 업무용 등은 소형열병합발전 보급이 저조하다는 것으로 나타났음.
- 하지만 발전용량을 살펴볼 때, 아파트와 병원의 발전용량은 48.6MW로 전체 발전용량인 148.4MW의 31.7%에 불과해, 병원이나 아파트의 보급된 소형열병합발전 설비의 대부분이 소규모인 것으로 나타나고 있음.
- 또한, 현재까지 보급된 소형열병합발전을 보면 대부분 자가목적으로 추진되고 있으며, CES 사업으로 추진되고 있는 곳은 1개소에 불과

- 현재 보급된 130개소중 총 4개소만 산업용으로 보급되었으며, 다른 126개소는 민생용으로 소형열병합발전 설비가 설치되었음.
- 2004년 이전에는 가스공사의 인천 LNG 인수기지만 유일하게 산업용으로 열병합시설이 설치되었으며, 이외의 개소는 모두 민생용이었음.
- 2004년 뉴맨염직, 2005년 대구 산업단지 2개소에 산업용 소형열병합발전이 보급되어 전체 130개소의 중 4개소가 산업용으로 소형열병합발전이 보급되어 전체의 3%의 비중을 차지하고 있음.
- 하지만 산업용 소형열병합발전 설비의 발전용량은 29.7MW로 전체 설비용량의 약 20%를 차지하고 있음. 이는 산업용 설비의 규모가 민생용 설비에 비해 크다는 것을 보여줌.
- 설치된 소형열병합발전 시스템은 가스엔진과 가스터빈이 사용되고 있으며 가스터빈의 경우 모두 5개소에 도입되어 있음.
- 가스터빈 소형열병합발전 시스템은 가스공사의 인천 LNG 인수기지, 삼성에버랜드와 한국가스공사, 대구산업단지 2개소 등 모두 5개소에 설치되었음.
- 가스터빈의 경우는 발전용량이 큰 규모가 많으며, 가스엔진 열병합발전 시스템을 사용하는 경우는 비교적 설비규모가 작음.

								규모가 500kW 이
								하의 규모인 것으로 나타나고 있으며, 1,000kW 규모
								이상은 27대에 불과함.

<표 2-7> 용량별 소형열병합시스템 설치대수

발전용량(MW)	100 이하	101-500	501-1000	1001-3000	3000 초과	계
대수	1	141	11	18	9	187

- 열병합발전설비의 경우 초기에는 1,000kW 이상의 큰 규모의 설비가 많이 보급되었지만, 최근에 설치되고 있는 열병합발전 설비는 500kW 미만의 소규모 설비의 보급이 점차 증가하는 추세
- 현재 100kW 초과 500kW 미만의 열병합발전 설비의 대수가 141대로 전체의 약 75% 정도를 차지하고 있으며, 최근에는 이러한 규모의 열병합발전 설비 비중이 증가하고 있음.
- 1,000kW 이상의 열병합 발전설비는 초기의 잠실롯데월드, 센트럴시티, 테마폴리스 등 대형건물 위주로 설치되었으며, 최근에는 거의 도입되지 못하고 있으며, 현재 보급되고 있는 아파트 및 병원의 경우는 거의 대부분 500kW 미만의 소규모 열병합발전 설비가 도입
- 소형열병합발전은 초기 대형건물을 제외하면 대부분 절약시설이나 ESCO를 통하여 설비가 도입되고 있으며, 최근에는 거의 대부분이 ESCO를 통하여 소형열병합발전 설비가 도입되고 있음.
- 대부분의 소형열병합발전은 ESCO로 도입되었으며, 총 97개소로 전체 도입개소의 약 75%를 차지하고 있음.
- ESCO 다음은 자체자금을 통한 도입의 비중이 높는데, 자체자금은 소형열병합발전 도입 초기에 많이 있었으나, 현재는 점차 자체자금을 통

집단에너지는 사당동 구동아파트의 사당 CES 사업을 케너텍이 추진하면서 소형열병합발전을 도입한 경우가 유일하게 존재하고 있음.

<표 2-8> 자금성격에 따른 구분

자금성격	자체자금	ESCO	집단에너지	절약시설	계
개소	25	97	1	7	130

제3절 해외 소형열병합발전

- 우리나라의 소형열병합은 아직 초기단계로 2006년말 현재 총 130개소에 약 148MW로 총발전용량 64,504MW의 0.2% 불과한 실정이며, 정부가 보급활성화 정책을 추진중이지만 보급목표 달성이 어려울 것으로 예상됨.
- 이에 비해 다른 선진국들은 기후변화협약에 대한 대응정책으로 열병합발전을 핵심 정책수단으로 간주하여 열병합발전에 여러 가지 지원을 시행하고 있음.
 - 따라서 현재 열병합발전을 중요한 정책으로 채택하고 있는 해외의 소형열병합발전의 현황 및 실태를 파악하고, 소형열병합에 관한 정부의 관련 법제도 및 지원정책과 사업자의 사업환경 등의 사례조사를 통해, 우리나라의 소형열병합발전 확대정책의 방향을 파악하고 이에 대한 시사점을 얻을 수 있음.
- 해외사례로는 우리나라와 비슷한 경제구조를 가지고 있는 일본과 소형열병합발전을 정책의 핵심목표로 정하고 열병합발전 용량을 2010년까지 총발전용량의 15% 수준까지 확대시킬 계획을 수립하고 있는 영국을 위시한 EU 등을 제시할 것임.

1. EU

- 분산형전원(Distributed Generation)은 일반적으로 수요지(on-site) 혹은 수요지 인근(close to)에 위치하여 전력을 생산함으로써 수요자에게 전력을 공급하는 전원이며 대부분의 경우 전력회사의 전력시스템에 연계되어 있음.¹⁾ 분산형전원에는 풍력, 태양광 등의 신재생에너지와 소형열

병합발전 등의 화력발전이 있음.

- 분산형전원들중 가스발전 열병합발전기술은 기존의 중앙난방이나 발전설비에 비교하여 생산 에너지당 연소배출물질의 양을 줄이는 에너지 전환공정임. 가스열병합발전의 설치로 인해 현장에서의 연료소비량(청정연료인 천연가스의 소비량)은 늘어나지만 기존 발전소에서 사용되는 연료소비를 줄임으로서 오염물질 배출을 감소시키게 됨. 또한, 폐열이용으로 난방 및 온수 공급을 위한 연료소비절감으로 현장에서의 오염물질 배출량도 줄이게 됨.

○ EU에서 열병합발전 정책에 대한 추세를 보면 에너지 정책협약사항에서 CHP의 꾸준한 증가세를 엿볼 수 있음.

- 열병합발전의 경제성과 관련된 에너지 분야의 정책목표중 열병합발전과 관련된 내용은 전력생산에 대한 열병합발전의 비중을 18%까지 증가시키는 목표를 두는 것임.

<표 2-9> 유럽 국가별 열병합발전 관련 정책과 보급목표

국 가	CHP 관련 정책과 보급목표
덴마크	지역난방의 대규모 CHP는 지역독점으로 그 활동을 지원하기 위한 경제적 및 규제적 유인에 따라 경쟁으로부터 면제됨. 1990년 3월에 소규모 CHP의 1.4GW를 목표하여 대부분 달성 (대, 중, 소규모의 CHP는 덴마크 발전시설의 3/4차지)

2000년 규제 에너지세에 CHP에 대한 일시적 세금환급이 도입되었고, 2001년과 2002년에 환급금액은 kWh당 0.057유로였음.

네덜란드 세금환급의 자격은 발전소의 효율성이 최소 60%가 되어야 됨.

2000년까지 8GW (현 시설규모는 이 수준근처에 있음)

2010년까지 15GW

1) "Distributed generation is electricity production that is on-site or close to the load center and is interconnected to the utility distribution system.", DOE, 2005

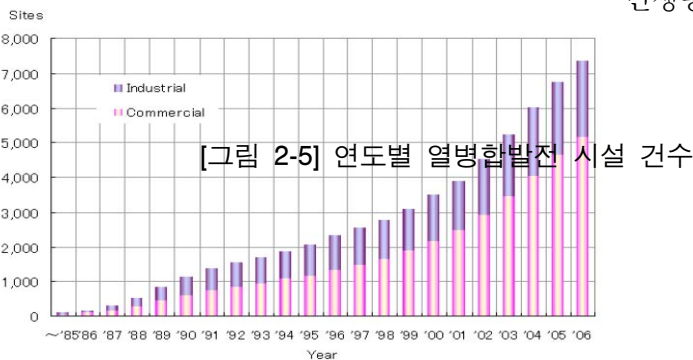
		CHP 관련 정책과 보급목표
국 가		CHP 과정에서 생산된 전기만을 구입하기 위한 전력 생산 혹은 거래 에너지 회사에 대한 의무 증가
폴란드		의무규정은 2004년에 12.4%, 2010년까지 16%로 증가 (CHP는 폴란드 발전의 약 15%를 차지)
		2000년 11월 9일의 기후보호협약과 열병합발전법에 대한 보완책으로서 이산화탄소배출감소와 열병합발전 보급확대에 관한 연방정부와 독일산업간의 협약
독 일		1998년과 2005년 사이에 매년 이산화탄소 배출을 천만톤을 줄이는 기후보호 목표설정, 2010년까지 열병합발전의 사용에 따른 최소한 2천만톤의 감소 목표 설정
오스트리아		공적인 열병합발전의 지속적인 지원요금(시장가격에 대한 추가 마진, 전기는 CHP 운영자의 재산으로 남음) 특정 목표 없음
이탈리아		모든 전통적 발전사업자가 생산물의 일정부분(현재 2.7%)을 신재생으로 생산 하거나 혹은 같은 양의 녹색 증명서를 구입하는 의무를 부과. CHP 발전소는 이 의무로부터 면제됨. 특정 목표 없음
		모든 양질의 CHP 연료투입물과 전력생산물에 대한 기후변화세 면제 ~~배출감소에 대한 유인을 제공하는 기후변화협약~~
영 국		투자촉진을 위한 투자촉진충당금 CHP 관련 설비에 대한 조세 감면 영국내 소형 CHP 설치에 대한 부가가치세 감면 구역난방계획에서 CHP를 장려하기 위한 구역에너지프로그램을 통한 보조금 지원 2010년까지 10GWe의 양질의 CHP 설비목표(2004년에 약 5GW)

2. 일본

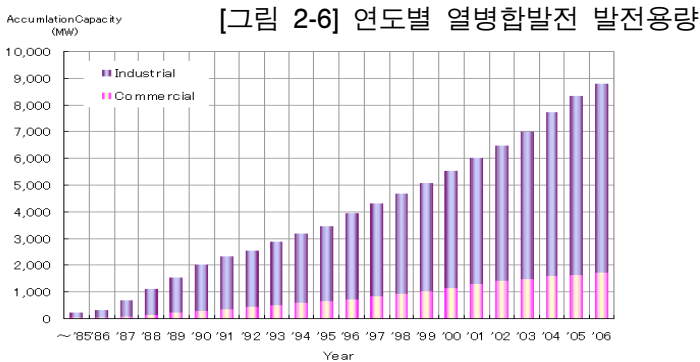
가. 보급현황 및 잠재력

- 일본은 2007년 3월 말 현재 총 7,359개소에 총 11,610대에 8,786MW 용량의 열병합발전 시설이 도입되어 있으며, 일본전체 전력 발전설비용량의 3%를 차지하고 있음.

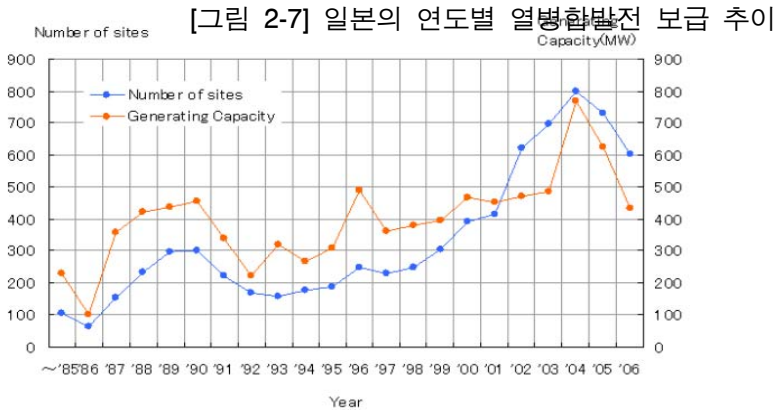
- 민생용은 5,190개소에 1,715MW 용량의 열병합발전 시설이 도입되어 있으며, 산업용은 2,169개소에 7,017MW 용량의 열병합발전 시설이 도입
- 민생용의 경우 열병합발전을 실시하고 있는 개소는 5,190로 전체의 약 71%를 차지하고 있지만 발전용량은 전체 열병합발전용량의 20% 수준에 불과함.
- 이에 비해 산업용은 경우 열병합발전 설비가 도입된 개소는 2,169개소에 불과하지만 전체 발전용량에서 80%를 차지하고 있어 산업용 열병합발전 설비가 민생용에 비해 규모가 큼.
- 단위 지역별 발전용량을 보면, 민생용의 경우는 331kW/개소, 산업용



- 하지만 총 발전용량에서 열병합발전이 차지하는 비중은 약 2% 내외로 그리 높은 수준은 아닌 것으로 나타남.



- 일본의 경우는 80년대 초부터 열병합발전이 보급되기 시작하였으나 80년대 중반까지는 도입이 미미하였으며, 90년대 후반부터 환경문제와 관련하여 증가하는 경향을 보이고 있음.
- 80년대 초 열병합발전이 보급되기 시작한 이후, 80년대 중반 이후 열병합발전이 급증하였으며, 90년대에 들어서 조금 소강상태를 보이다가 90년대 중반 이후 기후변화협약과 관련하여 다시 급격히 증가하며, 최근에는 열병합발전의 도입이 더욱 촉진
- 2004년 설치건수는 약 800개소 증가, 발전용량의 800MW에 조금 미치지 못하게 증가하여, 설치건수 및 발전용량의 증가가 가장 큰 것으로 나타나고 있으며, 2005년과 2006년과 증가량이 2004년에 비해 조금 감소한 것으로 나타나고 있음.
- 현재 일본 정부의 열병합발전을 확대하려는 정부정책을 실시하고 있으므로 열병합발전의 확대 추세는 지속될 것으로 보임.



- 열병합발전 보급현황을 용도별로 살펴보면, 민생용으로 사용되는 열병합발전은 오피스, 상가, 병원, 호텔 등이 열병합발전설비의 대부분을 차지하고 있음.
- 상가, 병원, 호텔, 오피스의 설치건수는 각각 1,324, 763, 584, 387로 2007년 3월 기준 민생용 총 설치건수 5,190의 약 59%를 차지하고 있으며, 스포츠센터 및 복지시설 등도 설치건수가 각각 342, 592건으로 높은 비중을 차지하고 있음.
- 다만 민생용의 경우 지역냉난방에 열병합발전을 사용한 건수가 32건에 불과해, 지역냉난방에 열병합발전 시스템이 많이 도입되지 않은 것을 알 수 있음.
- 민생용의 용도별 발전용량도 설치개소의 수와 비례적으로 나타나고 있지만 복지시설과 공공목욕탕 등은 설치개소에 비해 발전용량이 낮은 것으로 나타나고 있음.

<표 2-10> 민생용의 건물용도별 보급현황		
용도	설치 개소	발전용량(MW)
상가	1,324	363
병원	763	295
호텔	584	226
오피스	387	198
스포츠 센터	345	103
복지 시설	592	19
공공목욕탕	295	29
요양소	145	47
주유소	78	5
학교	120	56
지역냉난방	32	110
기타	525	264
합계	5,190	1,715

- 산업용으로 사용되는 열병합발전은 식품, 화학, 기계, 철강 등 중화학 산업에 주로 보급되어 있으며, 화학, 제약 등이 설치개소에 비해 발전

용량이 높은 것으로 나타나고 있어 상대적으로 규모가 큰 열병합발전 설비가 화학 및 제약 분야에 설치되었음을 보여주고 있음.

<표 2-11> 산업용의 용도별 보급현황		
용도	설치 개소	발전용량(MW)
식품	444	669
화학, 제약	377	1,666
기계	315	1,102
전기기구	191	600
철강	217	812
섬유	98	387
제지	91	423
석유, 가스	78	713
요업	53	185
기타	305	515
합계	2,169	7,071

- 열병합발전 보급현황을 열병합발전 설비별로 살펴보면 설치 개소는 가스엔진과 디젤엔진이 전체의 89% 이상을 차지하고 있으며, 가스터빈은 비중이 낮은 것으로 나타나고 있음.

<표 2-12> 설비별 보급현황(2007년 3월 기준)		
	설치 개소	발전용량(MW)
가스엔진	4,358(59.2%)	1,941(22.1%)
가스터빈	837(11.4%)	3,769(42.9%)
디젤엔진	2,164(29.4%)	3,075(35.0%)
계	7,359(100.0%)	8,786(100.0%)

주 : ()의 값은 전체에서 각 설비가 차지하는 비율(%)

- 반면 발전용량을 볼 때는 가스터빈 전체 설치 개소는 10%를 조금 넘는 수준이지만 가스터빈의 발전용량이 전체 열병합발전용량의 40% 이상을 차지하고 있음
- 이는 가스터빈의 경우는 용량이 큰 설비가 주로 설치되고 있으며, 가스엔진이나 디젤엔진은 경우는 발전용량이 상대적으로 작은 설비가 주로 설치된다는 것을 보여줌.
- 일본의 경우에는 특이하게 디젤엔진이 설치개소 및 발전용량에서 높은 비율을 보이고 있는데, 일본의 지형적 특성상 천연가스 배관이 되어 있지 않거나 불가능한 지역이 있어, 천연가스를 연료로 사용하는 곳이 불가능한 지역이 많이 존재하기 때문임.
- 따라서 이에 대한 대안으로 천연가스 대신에 디젤을 연료로 사용하는 디젤엔진 열병합발전의 비중이 높게 나타나고 있음.
- 하지만 이러한 디젤엔진 열병합발전은 대부분 과거에 설치되어 있던 것으로, 최근에는 추가적으로 디젤엔진 열병합발전 시설이 설치되는

곳이 많이 않아, 디젤엔진의 비중이 조금 감소하는 경향이 있으나, 단기간 동안은 일본에서 디젤엔진이 열병합발전에서 차지하는 비중은 계속 유지될 전망이다.

- 일본의 열병합발전 설비별 특징을 보면, 가스엔진의 경우는 10kW 규모의 매우 작은 열병합발전 규모에서 약 5,000kW 규모까지의 열병합발전설비로 주로 채택되고 있음.

- 이는 다른 설비에 비하면 적용규모가 상대적으로 낮은 용량에 적용되고 있음.

- 가스엔진은 배기가스가 깨끗하며 열효수가 용이하여 종합효율이 높고

모두 · 규제가 용이하여 설치개소도		모든 세일 높은 비율을 차지	
<표 2-13> 열병합발전 설비별 특징			
	가스엔진	가스터빈	디젤엔진

적용규모	10~5,000kW	600~100,000kW	60~17,000kW
발전효율	28~40%	20~33%	30~44%
종합효율	65~91%	69~85%	57~87%
연료	가스	가스, 등유, A중유	등유, A중유

- 가스터빈의 경우는 보통 600kW에서 100,000kW까지 비교적 대용량의 설비가 필요한 곳에 많이 사용되며, 증기로서 배열을 이용하기 때문에 냉각수가 불필요하며 소형 · 경량의 설비로 진동과 소음이 적음. 또한 가스뿐만 아니라 등유 및 A중유 등도 연료로 이용가능
- 디젤엔진의 경우는 다른 설비에 비해 연료단가가 낮은 연료를 이용하므로 연료비가 저렴하며, 발전효율이 높다. 보통 가스엔진이나 디젤엔진은 전력 사용량이 비교적 작은 시설, 가스터빈은 전력사용량이 비교적 큰 시설에 도입되는 것이 일반적임.

○ 일본의 경우 소형열병합의 용량은 구체적으로 정의되어 있지 않지만 우리나라와 마찬가지로 10MW를 이하를 기준으로 하면 2003년 3월 기준 전체 4,515개소의 열병합발전중 총 4,391개소가 10MW 이하로 전체의 97.3%가 10MW 이하인 소형열병합으로 나타남.

- 하지만 발전용량을 보면 전체 발전량 6,504MW 중에 소형열병합의 용량은 4,102MW로 전체의 63.1%를 차지하고 있음.

- 민생용의 경우는 대부분이 10MW 이하의 소형열병합으로 2,915개소 중 2,907개소에 1,309MW 용량의 열병합 설비가 도입되어 있음.

- 산업용의 경우는 1,600개소 중 1,484개소에 2,793MW의 용량의 소형열

		100kW 미만 GE			300kW 미만 GT		
		민생용	산업용	합계	민생용	산업용	합계
2000	건수	45	3	48	34	38	72
	대수	54	4	58	44	60	104
	발전용량	524	39.2	563.2	1,957	3,881.2	5,838.2
2001	건수	77	4	81	32	13	45
	대수	90	4	94	47	17	64
	발전용량	832.4	39.2	871.6	2,143	3400	5,543
합계	건수	204	8	212	71	61	132
	대수	241	9	250	96	87	183
	발전용량	2,307	88.2	2,395.2	4,764	8,652.2	13,416.2

○ 10MW 이하는 소형열병합에 대한 우리나라의 정의이며, 일본의 경우는 소형열병합이 정확히 정의되어 있지 않음.

- 하지만 여러 자료를 볼 때 10kW 정도의 규모를 마이크로엔진으로 정의내리고 있으며, 가스엔진의 경우 100kW 미만, 가스터빈의 경우

300kW 미만을 일반적으로 소형열병합으로 언급하고 있음.

- 2001년말 현재 소형열병합발전은 약 16MW에 불과한 형편이며, 그 중 가스엔진은 2.4MW, 가스터빈은 13.4MW에 불과해 2001년 전체 열병합발전용량인 6,082MW에서 차지하는 비중이 1%에도 못 미치고 있음.
- 하지만 최근들어 300kW 이하의 소형의 설비가 점차 증가하는 추세이고, 10kW 규모의 마이크로엔진 열병합발전도 점차 증가하는 추세
- 특히 마이크로엔진 열병합발전의 증가추세는 소규모 업무용을 대상으로 급속히 진행
 - 마이크로 가스엔진의 주된 특징은 10kW 미만의 엔진인 경우 전기주입기술자를 선임할 필요가 없음.
 - 또한 계통연계 및 비연계 방식이 있으며, 양쪽 모두 수전(受電) 설비의 개조가 거의 필요하지 않다는 점에서 마이크로엔진 기술개발과 함께 설비 도입이 촉진
 - 1998년에 판매되기 시작한 9.8kW, 발전효율 24.5%의 마이크로 가스엔진 열병합발전은 계속 설치건수가 증가하고 있으며, 2004년 4월에는 9.8kW로 발전효율이 31%인 제품이 발매
 - 또 6kW는 저압 수용가용으로 열수요에 맞추어 개발되었으며, 발전효율이 26.5%, 종합효율이 86%로 효율이 높은 시스템임.
 - 22kW 규모의 마이크로 가스엔진 열병합발전 설비는 소규모 업무용으로 발전효율을 더욱 향상시킨 발전효율 28% 시스템이 개발되고 있음.
- 일본 자원에너지청은 2003년도부터 NEDO를 통해 고효율 소형 천연가스 열병합 기술개발이라는 시각에서 20kW~200kW급으로 전개될 수 있는 20kW 가스엔진의 개발사업을 개시
 - 발전효율은 36% 이상이고 NOx 배출농도 100ppm 이하를 목표로

2005년도에 개발이 종료될 예정

○ 한편, 가정용으로 개발된 1kW는 2003년 3월부터 판매가 시작하였으며, 계속 판매량이 늘어 2003년 내에 총 판매용량이 약 3,800kW에 달했음.

- 이 1kW 열병합은 80℃정도의 고온을 낼 수 있으며, 배열회수효율이 65%에 이르고 발전효율이 20%이므로 합치면 종합효율이 85%가 됨.

- 가정용에서는 열 수요에 맞추어 열병합의 가동시간을 조절하는 열주 운전을 행하고 있으며, 온수는 급탕 이외에 바닥난방, 욕실난방으로 이용할 수 있으며, 열 수요가 많은 가정에 적합

- 또한, 1~9.8kW 열병합은 주택·건축물 고효율 에너지 시스템 도입 촉진 사업비 보조금 의 보조대상기기로써 2003년 8월부터 교부 적용

○ 마이크로 가스엔진 열병합발전은 현재 기술개발이 계속 진행되고 있으

마이크로 가스엔진 열병합발전은 현재 기술개발이 계속 진행되고 있으며, 2005년도에 개발이 종료될 예정								
될 것으로 전망됨.								
	<표 2-15> 일본의 마이크로 가스엔진 열병합 시스템							
		1kW	5kW	6kW	8kW	9.8kW	9.9kW	22kW
용도		가정용				소규모 업무용		
엔진 메이커		혼다	얀마	아이신	산요전기		얀마	
효율 (LHV)	발전(%)	20.0	27.0	26.5	24.3	24.5	31.0	28.0
	배열(%)	65.0	60.0	59.5	60.8	57.0	53.0	57.0
	종합효율(%)	85.0	87.0	86.0	85.1	81.5	84.0	85.0
계통연	인버터방식	○	○	○	○	○	○	○
계방식	고속전환방식	—	—	—	—	○	—	○
운전형태		열주		전주, 열주 가능				전주
전기주입기술자		불필요				위탁필요		
발매개시연도		2003년	2002년	2002년	2003년	1998년	2004년	2002년

주1 : 1~9.8kW의 경우 도입에 따른 보조제도 적용(2003년도 현재 기기한정)

2 : 9.9kW의 경우 도입에 따른 보조제도를 적용예정

나. 일본의 열병합발전 관련 정책

- 일본의 열병합발전과 관련 정책들은 한국과 상당히 유사한 구조를 보이고 있음.
- 이는 우리나라가 일본의 지원제조를 답습한 결과로 보이며, 우리나라에 비해 다양한 형태로 시행되고 있다는 점과, 우리나라에서 시행되지 않고 있는 보조금제도가 여러 가지 방법으로 시행되고 있는 것이 특징적
- 일본은 여러 가지 법률 및 정책으로 열병합발전의 확대를 지원하고 있는데, 에너지기본정책법, 에너지기본계획, 에너지사용 합리화에 따른 법률, 지구온난화 대책 추진에 관한 법률, 석유대체에너지 개발 또는 도입 추진에 관한 법률 등이 열병합발전에 관한 사항을 표시하고 지원하고 있음.

- 또한 열병합발전의 설치와 관련하여 여러 가지 법률에서 이에 대한 신고사항을 정하고 있음.	
<표 2-16> 일본의 열병합발전 설치에 관한 법률 및 신고 사항	
관련성	법령 계출(届出) 대상
	전기사업법 발전소설치, 발전설비 설치
경제산업성	고압가스보안법 고압가스의 저장, 소비 설비 설치

총무성	소방법	화기를 취급할 수 있는 설비
노동성	노동안전위생법	발전용 이외에서 법령으로 정의한 배영보일러, 압력용기 설치
국토교통성	건축기준법	방재부하에 따른 발전설비 설치, 건축물 건설
환경성	환경관련법, 공해방지협정	진동, 소음, 대기오염 관련 설비 설치
(전력회사)	계통연계 가이드라인	전력회사의 배전선에 연계하는 기술적 사항의 협정

<표 2-17> 일본의 열병합발전 관련 정책	
정책명	개요(열병합에 관련한 사항)
에너지 기본정책법 (2002년 6월)	- 에너지에 관한 중장기 계획의 방향성 제시 - 에너지 종합정책 제언 - 국가, 지방자치에, 사업자, 국민의 역할 분담
에너지 기본계획 (2003년 10월 의회 결정)	- 에너지 수급에 관한 시책에 대한 기본방침 - 안정공급의 확보대책 : 에너지절약, 에너지 다양화 - 환경에의 적합대책 : 에너지절약, 비화석연료 이용, 가스연료로의 전환 - 시장원리의 활용(전력시장의 자유화) - 천연가스나 LP가스를 이용한 분산형에너지 추진을 위한 열병합발전 도입을 추진
신 에너지 도입 의견	- 종합 자원에너지 조사회 의 보고 - 천연가스 열병합을 2010년까지 464만kW 도입 (1999년의 약 3.1배)
에너지사용 합리화에 관한 법률 (1999년 4월 개정)	- 자원의 유효이용을 위해, 에너지 사용 합리와 추진을 조치 - 공장, 사업장의 에너지 사용의 합리와 철저(공장의 에너지 절약 강화) - 공장, 사업소의 에너지 사용의 합리화에 관한 기본 에너지절약 설비
* 1차 석유위가 후안 1979년에 제정, 7차 개정	* 증기 또는 온수수요가 크며, 연간 폐열을 충분히 이용할 수 있는 경우, 열병합발전설비 설치 검토
석유대체에너지 개발 또는 도입 촉진에 관한 법률 (1998년 11월 개정)	- 에너지사용자는 석유대체에너지의 공급현황, 기술수준, 기타 사정에 대응하여 석유대체에너지의 도입에 노력 할것 - 석유발전에 대신하여 천연가스 열병합을 도입
지구온난화 대책 추진에 관한 법률 (1999년 4월)	이산화탄소 배출억제를 위해 분산형 에너지 추진의 예로 열병합을 도입

○ 일본의 열병합발전 관련 정책을 보면 일관되게 열병합발전 관련 규제를 완화를 추진하고 있는 것을 알 수 있음.

<표 2-18> 일본의 열병합발전 관련 규제완화			
항목	시기	내용	
계통연계기술요건 가이드라인	1986.08	회전형 코제네레이션의 계통연계요건을 설정 고압일반배전선(역조없음)	
	1989.07	보호릴레이의 일부 간소화 고압전용배전선(역조있음)	
	1990.06	연료전지* 등의 연계요건을 설정 특별고압전선로(역조있음)	
	1991.03	연료전지* 등을 저압배전선으로 연계요건을 설정 저압배전선(역조없음)	
	1991.10	spot network 배전선으로의 연계요건 설정 spot network 배전선 저압배전선(역조있음)	
	1993.04	연료전지* 등의 연계요건을 설정 고압일반배전선(역조있음)	
		회전형 코제네레이션의 연계요건을 설정 고압일반배전선(역조있음)	
		특별고압전선로에 연계한 발전설비 관련 기술요건의 명확화 특별고압전선로	
			저압배전선
	1995.12	가이드라인 예외요건의 명확화 고압일반배전선 고압전용배전선 spot network 배전선 특별고압전선로(역조없음)	
	1998.03	보호 릴레이의 일부 간소화 회전형 코제네레이션을 저압배전선으로 연계요건을 설정 저압배전선(역조없음)	
		계통연계와 관련된 기술요건에 관한 검토보고서	
		● 기술적 문제가 없는 장소는 연계가능	
		● 단락방향 계전기, 지락과전압계전기의 저비용설치 (고압일반배전선)	
	2003.05	● 단락사고, 지락사고의 간접적검출방법 인지 (고압일반배전선)	
		● 루프 계통으로 인한 단락사고, 지락사고의 검출방법 (특별고압전선로) 등	
		1988.05 조건부로 전기 주임기술자의 불선임이 가능	
전기주임기술자선 임제도의 점검	1990.04	대상을 연료전지로까지 확대(조건부로)	

1997.09 전기주임기술자 불선임의 범위 확대

보일러, 터빈 주

임기술자선임제도 2001.04 소형 가스터빈 발전출력이 300kW 미만은 불선임 가능
의 점검소형가스터빈발전 1988.05 소형가스터빈발전설비(1만kW이하)는, 조건보다 매년정기점검을 생략가능
설비에 관련한 정

기검사 등의 운용 2000.07 정기검사를 정기자주검사제도로 변경

연료전지에 관련

된 기술기준 등의 1990.06 공사계획신고 대상의 범위를 명확하게 하는 기술기준의 제정
제도

보안규제의 합리 화		1995.12	전기사업법 개정에 따라 국가의 직접관여가 한정된 자기책임을 명확화한 보안규제체계 구축, 공사계획의 인가·신고범위가 완화
		2000.07	공사계획인가를 폐지, 계출화. 안전관리심사제도 창설
상시감시를 하지 않는 발전 소의 범 위 확대		2001.04	내연력발전소에 대해 출력이 1,000kW 미만. 가스터빈발전소는 출력이 10,000kW 미만. 연료전지발전소에 대해서는 고체고분자형은 상시감시를 하지 않는 발전소가 추가됨
잉여전력매매제도		1992.04	전력회사의 코제네레이션으로부터의 잉여전력매매 조건·요금 설정
		1996.04	일부개정
코제네레이션 기 계설의 용적률 완 화		1993.06	건설성이 코제네레이션에 관한 기계장치는 용적률제한의 특례제도 적용을 받은 시설과 의 견해를 표명
		1996.03	코제네레이션 시설을 용적률제한 특례제도 적용을 받은 시설을 추가. 건설성 주택국장으로 부터 특정행정청에 통보
자가발전용 소형 가스터빈의 인가 대상 제외		1994.03	소형가스터빈발전설비(1만kW)를 인가대상으로부터 사전신고대상으로 변경. 사용전검사를 간소화
보유거리의 규제 완화		2003.	소출력발전설비(내연력발전출력10kW미만)에 대해 일반가정용전기제품과 동등한 안전성을 확인받아 정령(省令)에 정하는 보유거리 등에 관련한 규제의 적용을 제외한 것이 됨
상용방재결용 가 스발전설비의 인 가		1994.05	상용가스발전설비를 비상용발전설비로 이용할 수 있음.(조건부)
업무용 자가발전 보급 전력 제도		1986.08	CGS가 평가정비 등에 따라 정지했던 사기의 백업
특정공급의 대상 확대		1987.11	건설소유자는 코제네레이션의 발전전력을 테넌트에 매각가능(조건부)
		1989.11	건설소유자를 가정한 소유자에까지 확대
		1995.12	특정공급규제의 완화(건물1채대의 전기공급을 특정 공급에서 제외)
		2000.03	특정공급규제의 완화(1구내의 전기공급을 특정공급에서 제외)
자기탁송서비스의 개시		1997.04	전력회사의 송전선을 이용한 자가발전설비의 전력을 당해수요자의 별지점의 공장 등에 보냄
신 전기사업의 창 설		1995.12	특정전기사업 : 특정지점(건물)으로의 전기공급 도매공급사업 : 입찰에 EK라 일반전기사업자로 도매 전기 판매
		2000.03	특정규모전기사업 : 특별고압수요자로의 소판매

* : 연료전지등에는 태양광발전, 풍력발전등이 포함됨

○ 일본은 최근에 전기사업법 제정하여 전기의 개별적 판매 가능하게 되었음. 하지만 대부분 열공급 사업자의 전기생산은 자가소비에 불과하여 판매를 목적으로 전기를 생산하는 경우가 흔치 않음.

○ 열병합발전 설비에 대한 보조금제도는 '93년도에 도입된 『환경조화형

에너지 community 조성촉진사업』, 97년 6월에 시행된 『신에너지 이용 촉진 특별조치법』(신에너지법)에 근거하여 천연가스 열병합발전 사업자에게 보조지원하고 있음.

- 이에 따라 '97년부터 『신에너지사업자 지원 사업』, 『지역 신에너지 도입 촉진사업』을 추진하고 있으며, '98년부터는 『에너지사용합리화 사업자 지원사업』을 시행하고 있음.
- 이들 사업은 모두 『신에너지·산업기술종합개발기구(NEDO)』가 경

<표 2-19> 신에너지에 지원사업 및 보조금의 인정기준(NEDO)		
설비	신에너지사업자 지원대책 사업 (민간기업이 행하는 사업)	지역 신에너지 도입촉진 사업 (지방자치단체, 지방공사사업)
고효율형 열병합발전	발전출력 $\geq 500\text{kW}$ 에너지절약율 $\geq 15\%$	발전출력 $\geq 250\text{kW}$ 에너지절약율 $\geq 15\%$
천연가스 열병합 활용형 에너지 공급설비	설비능력(온냉열공급량) $\geq 41.86\text{Gj/h}(10\text{Gcal/h})$ 에너지절약율 $\geq 5\%$ 배열의존율 $\geq 40\%$	설비능력(온냉열공급량) $\geq 41.86\text{Gj/h}(10\text{Gcal/h})$ 에너지절약율 $\geq 5\%$ 배열의존율 $\geq 40\%$
연료전지	발전출력 $\geq 50\text{kW}$ 에너지절약율 $\geq 10\%$	발전출력 $\geq 50\text{kW}$ 에너지절약율 $\geq 10\%$
보조율	1/3이내	1/2이내

주) 재원 : 신에너지지원법에 근거한 기금예산에서 지원

주) 2002년도 보조금교부 요령(NEDO)은 정부의 승인을 받아 운영

- 이러한 지원은 고효율형 설비나 천연가스 열병합발전을 활용한 설비를 대상으로 공급하고 있으며, 연료전지의 경우에도 보조를 위한 기준을 설정하고 있다.

<표 2-20> 일본의 보조금 지원제도			
제 도	적 용 대 상	내 용	
◦ NEDO -환경조화형 에너지	◦ 대규모 열병합발전 지역 열 공급 시설등	◦ 사업비의 15%(1건당 상한 연간 6억엔), 정액(1건당 상한 3천만엔)	
◦ NEDO -선에너지사업자 지원	◦ 고효율 천연가스 열병합발전 ◦ 천연가스 열병합발전 활용형 에너지 공급설비(민간기업등이 실시하는 사업등)	보조금 : 보조율 1/3이내 채무보증 : 채무보증대상 비율 90%	
◦ NEDO -지역 신에너지 도입 촉진	◦ 고효율 천연가스 열병합발전 ◦ 천연가스 열병합발전 활용형 에너지 공급설비(지방공공단체등이 실시하는 사업 등)	사업 보조금 : 보조율 1/2이내 계발보조금 : 정액(상한 2천만엔)	
◦ 경제산업성 -재해대응형 주유소의 보급	◦ 주유소에 있어서의 열병합발전 설비 (10kW 이상으로 한정)	설비비 및 설치비의 1/5 (상한 500만엔)	
◦ (재)LP가스진흥센터 -석유, 가스에너지 이용도입	◦ 500kW 이상의 민생용 또는 업무용 열병합발전 설비	발전용량 kW당 12만 5천엔을 상한으로 보조대상 경비의 1/2또는 9천만엔 중 낮은 금액	
◦ (재)석유산업센터	◦ 1000kW이상의 민생용열병합발전 설비	설비비 및 설치비의 1/2	

- 국토교통성
-환경공생주택 시가지 호텔사업
 - 약50호이상의 주택지에서, 환경공생주택 시가지 가이드라인에 맞는 시설에의 열병합발전설비
 - 시설 정비비의 1/3
 - 도도부현(후생성)
-긴급의료 등의 확보를 위한 재해 거점 병원의 정비
 - 기간재해의료센터, 지역재해의료센터에 있어서의 자립형 에너지 시스템으로서의 자가 발전
 - 정부와 도도부현에서 설비비 및 설치비의 1/3(1개소당 총액 1억 7,824만엔을 상한)
- 주 : 복수로 이용할 수 없음.

○ 일본의 경우는 여러 가지 제도의 보조금을 지급하여 열병합발전 시스템의 활성화를 추구하고 있음.

- 특히 NEDO는 이러한 보조금 지급에 있어서 경제산업성을 대신하여 이러한 보조금 지급에 있어서 핵심적인 역할을 수행하고 있다.

- 일본은 보조금 지원 제도와 함께 금융 및 세제 지원제도를 시행하고 있다. 금융 및 세제 지원 제도는 우리나라의 경우와 매우 유사한데, 금융지원제도는 다음과 같음.

<표 2-21> 일본의 금융지원제도			
	제도	적용 대상	내용
일본 정책 투자 은행	신에너지 도입 촉진	1차에너지 효율이 60%이상으로 출 력 100kW 이상의 FC 정비 사업	1. 금리 :1.65% 2. 융자비율 : 40%
	에너지 절약 추진	1차에너지 효율이 60%이상으로 출력 50kW 이상의 열병합발전시 설(연료는 불문)	1. 금리 :1.65% 2. 융자비율 : 50%
	전기사업 신규참가	발전소, 송·배·변전 설비의 신설 사업(특정전기사업자, 사공급사 자, 특정 공급사업자, 특정규모 전 기 사업자)	1. 금리 : 1.55%(특정전기 사업 자는 1.65%) 2. 융자비율 : 50%
			1. 금리 : 0.95%(2.7억엔까지) 1.75%(2.7억엔 초과)
			2. 대역한도: 7.2억엔 3. 융자기간 15년(거치 2년)
중소 기업 금융 공고	석유대체에너지 자금	천연가스 열병합발전시설	1. 금리 : 1.20%(2.7억엔까지) 1.75%(2.7억엔 초과)
	에너지절약 자금	열병합발전시설	2. 대역한도: 7.2억엔 3. 융자기간 15년(거치 2년)

주 : 금리는 2003년 4월 1일 현재, 복수의 용자를 중복 이용할 수 없음.

- 일본의 금융지원제도는 일본정책투자은행과 중소기업금융공고에서 실시하고 있음.
- 일본정책투자은행의 경우는 융자비율은 40~50%, 금리는 1.55%~1.65% 수준을 유지
 - 중소기업금융공고의 경우는 금액별로 차별 금리를 적용하고 있는데 총 대역한도를 7.2억엔으로 정하고 있고 2.7억엔까지는 비교적 낮은 0.95~1.2% 수준의 금리를 적용하고 있고, 2.7억엔을 초과하는 대출에

대해서는 1.75%의 비교적 높은 금리를 적용

- 일본정책투자은행의 경우는 주식회사, 조합, 재단법인 등 조직의 형태로 공사의 자금을 필요로 하는 곳에 이용할 수 있으며, 중소기업금융 공고는 각 업종별로 자본금 및 종업원의 규모에 제한을 두고 일정 규모 이하만 이용할 수 있도록 하고 있음. 하지만 두 가지 경우 모두 여러 가지 융자를 동시에 받을 수 없도록 규정
- 금융지원제도와 함께 세제지원제도를 시행하고 있는데 에너지수급 구조개혁 투자촉진 세제를 통하여 열병합발전 설비에 한하여 취득가격의 7%를 세액공제 또는 30%의 특별상각을 실시하고 있으며, 자본금이 1억엔을 초과하는 법인의 경우에는 특별상각만을 적용하고 있음. 또한 이러한 세제 우대 조치는 2002년 4월부터 2004년 3월 까지 적용하는 것으로 하였음.
- 일본의 지원제도는 금융지원 및 세제지원 뿐만 아니라 보조금 지급 등의 적용을 통하여 다양한 형태로 시도되고 있음.
- 일본과 기후조건 및 경제구조가 비슷한 우리나라의 경우 이러한 열병합발전 관련 정부의 정책 및 구체적 지원수단을 단순히 참고하는 것이 아니라 그 정책의 의미나 배경들도 면밀히 살펴볼 필요가 있음.

3. 영국

가. 보급현황

- 영국은 2006년말 현재 총 1,539개소에 총 5,549MW 용량의 열병합발전 시설이 보급되어 있음.
- 열병합발전은 2006년 전체 발전용량 83,045MW의 약 6.7%를 점유하여, 연간 전체발전량의 7.1%인 27,973GWh를 생산하고 있음.

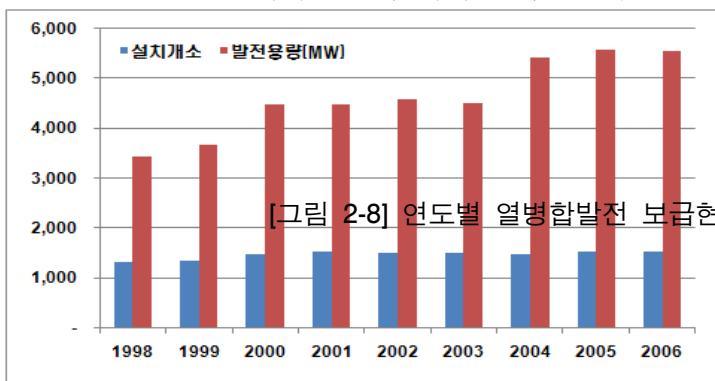
- 영국의 경우 열병합발전은 발전용량에 따라 다양하게 정의되어 있지만, 한국의 경우와 같이 10MW를 기준으로 살펴보면, 열병합시설이 설치된 전체 발전소의 대부분은 10MW 미만이 차지하고 있지만, 10MW 이하의 설비가 설치된 열병합 발전의 용량은 전체 열병합 발전에서는 차지하는 비중이 작은 것으로 나타났다.

<표 2-22> 영국의 규모별 열병합발전 보급현황					

구 분	100kW 미만	100~999kW	1~9.9MW	10MW 이상	계
설치 개소	581(37.8%)	691(44.9%)	192(12.5%)	75(4.9%)	1,539(100%)
발전용량(MW)	35(0.6%)	175(3.2%)	739(13.3%)	4,600(82.9%)	5,549(100%)

자료 : Digest of United Kingdom Energy Statistics 2007.

- 설치개소를 보면 10MW 미만이 전체의 95% 이상을 차지하고 있으나 발전용량은 전체의 20%가 되지 못하고 있음.



전체의 4.9%에 불과
차지하고 있음.

- 영국의 열병합발전 보급률은 매년 증가하고 있으나 2000년대 초반에 에너지시장 자유화, 열병합발전 세제특혜 감소 등으로 보급률이 점차 둔화되었다가 다시 최근에 증가되고 있는 상황임.
 - 설치개소는 1999년에 1,383에서 2000년에 1,522개소로 급증한 후, 2001년 이후로는 보급률이 둔화되어 전과 비슷한 수준을 유지하고 있음.
 - 발전용량도 2000년에 발전용량이 4,730MW이 된 후 비슷한 수준을 유지하고 있다고 있다가, 2004년 5,427MW로 크게 증가한 최근에는 큰 변화 없이 유지되고 있음.
 - 1990년대에는 열병합의 발전용량이 두 배 이상이 증가하였는데, 이 기간 동안 연평균 성장률은 연간 8%에 달하였음. 하지만 2001년 이후로 시장 환경의 악화에 의하여 이러한 높은 성장률이 둔화되었음.
 - 이는 전력산업구조개편 등의 에너지산업의 자유화와 열병합발전 관련 특혜를 감소한 것과 관련이 있음.
 - 하지만 최근에 영국 정부는 다시 열병합발전을 확대하려는 의지를 가지고 있어 앞으로 열병합발전의 보급이 확대될 것으로 전망됨.
- 다만 앞에서 제시한 열병합발전 통계는 등록된 열병합발전 설비에 대한 통계가 아니라 Good Quality로 인정을 받은 열병합발전 설비를 대상으로 한 것에 유념해야 할 것임.
 - 영국의 경우는 열병합설비의 규모 및 질에 따라 구분하여 여러 가지 혜택 및 지원을 하고 있는 것이 특징인데, 열병합 발전 규모별로 등록된 열병합발전소와 등록된 열병합발전소 중에서 Good Quality로 인정받은 열병합발전이 차이가 존재하며, 통상적으로 나타나는 통계는 Good Quality로 인정을 받은 열병합발전 설비를 나타내고 있음.
 - 규모가 작은 경우에는 거의 등록된 모든 열병합발전 시설이 Good Quality로 자격조건을 갖추고 있지만 50MW 이상의 대규모 설비의

경우에는 Good Quality 자격을 갖추지 못하여 운영되지 못하고 있는 설비가 적지 않음.

- 이는 영국이 "The CHP Quality Assurance(CHPQA) Program"의 성능평가에 따라 지원하고 있기 때문에 Good Quality로 인정받지 못하는 열병합발전 설비는 일반적으로 가동되지 못하기 때문임.

<표 2-23> 건물용도별 보급현황		
용 도	설치 개소	발전용량(MW)
레저	428	48.4
호텔	303	39.4
의료	219	125.4
주거용 난방	43	38.7
대학교	34	43.0
오피스	26	19.2
교육	21	10.2
정부	14	12.2
소매	12	2.6
기타	4	14.2
합계	1,104	353.3

- 설치 개소를 볼 때 레저, 호텔, 의료 용도의 건물에 전체 열병합 설비의 대부분이 설치되어 있음.
- 세 가지 용도의 건물에 설치된 열병합발전의 개소는 950으로 전체 1,104개소 중 약 86% 정도를 차지하고 있음.
- 하지만 발전용량으로 볼 때는 레저시설이나 호텔, 의료건물은 다른 용도의 건물에 비해 발전용량이 작기 때문에, 이 세 가지 용도의 건물의 발전용량은 전체 발전용량의 약 60% 수준에 불과
- 산업용으로는 화학산업, 원유정제, 제지 등에 열병합발전 설비가 주로 보급되어 있는데, 세 부문의 열병합발전의 보급이 산업용의 약 2/3 정도를 차지

- 사용연료는 대부분 천연가스, 정유가스 등 청정연료를 사용하고 있어 기후변화 협약에 대비한 영국의 이산화탄소 저감 정책 수단으로 이용되고 있음을 보여주고 있음.

나. 정부정책

- 최근 들어 열병합발전의 보급이 조금 둔화되고 있지만 영국은 EU의 전체 기준에 따라 열병합발전을 확대 보급할 계획을 세우고 있음.
 - 현재 영국은 기후변화협약에 대한 대응으로 2010년까지 Good Quality 열병합발전 용량을 현재의 5,549MW에서 10,000MW로 두 배 이상 증가시킬 계획을 수립하고 있음.
 - 이는 2004년 Defra(Department for Environment Food and Rural Affairs)에 의한 "The Government Strategy for Combined Heat and Power to 2010"에 자세히 나타나 있는데, 여기에 보면 현재의 6% 수준의 열병합 발전의 용량을 2010년에 15% 수준으로 확대할 목표를 세우고 있음.
- 이를 위하여 여러 가지 지원 정책을 추진하고 있는데, 크게 재정정책과 보조금 지급, 규제 및 법규의 정리, 기술개발, 정부교류 및 협력 등으로 구분
 - 재정지원으로는 CHP 생산 전력 및 사용연료에 대하여 기후변화 부과금(Climate Change Levy)을 면제하는 것임. 기후변화부과금은 2001년 4월에 도입된 제도로 Good Quality의 CHP 연료 및 생산 전력에 대하여 부과금 면제를 적용하고 있음.
 - 또한 국내 마이크로 CHP 설치에 대하여 부가가치세(VAT)를 감소시켜 있으며, CHP 설치 기자재에 대해서는 "Business rate"를 면제해주고 있음.

- Good Quality CHP에 대하여 'Enhanced Capital Allowances(ECPs)'의 자격을 부여하여 에너지 절약제품으로 투자비에 대해 지원해 주고 있음.
- 재정지원 이외에도 Bio-energy 보조금을 지급하고 있으며, 지역난방에서 CHP를 활성화하기 위한 집단에너지 프로그램을 실행하고 있음.
- 이와 함께 열병합발전과 관련된 여러 제도 등에 대하여 검토 및 연구 중에 있으며, 현재 소규모 발전에 유리하도록 허가제도를 변경하고 있는 중임.
- 또한 건물규제 등의 규제를 통하여 CHP의 보급 촉진하려고 하고 있음.
- 이러한 지원정책 이외에도 에너지 효율기술과 저탄소 배출 기술 등의 개발을 지원하고 있으며, 공공부문의 다른 부문과 협력하고 있음
- 영국의 경우는 지금 열병합발전의 보급 확대를 위해 여러 가지 정책들을 계획하고 이를 2010년까지 시행하려고 하고 있음.
- 현재 영국의 열병합발전 보급 정책 들은 우리나라 환경과 비슷한 점도 있지만 열병합발전 인증제도 등은 우리나라와 차이가 많이 있음. 따라서 영국의 정책들을 참고할 때 여러 가지 상황의 깊은 검토 필요

4. 결론 및 시사점

- 일본과 유럽의 경우는 다양한 형태를 통하여 열병합발전 지원제도를 시행하여 열병합발전을 촉진하려고 하고 있으며, 이러한 지원정책으로 인하여 열병합발전의 보급률이 다른 지역에 비해 상대적으로 높음
- 국가별 상황을 보고 전체적인 특성을 판단해 보면 열병합발전은 기본적으로는 시장경제원리에 따라 이루어지고 있으며, 국가별 상황에 따라 열병합발전의 보급정책의 여부가 차이가 있는 것으로 보임.
- 유럽과 일본의 경우는 기후변화협약에 대한 주요한 정책수단의 하나

로 열병합발전을 채택하고 있어 이에 대한 지원을 하고 있는 실정임.

- 따라서, 우리나라도 열병합발전의 확대 보급 정책을 시행할 때 기본적으로 시장경제원리에 입각하는 것이 필요하며, 정책 시행시 비용효과적인 방안을 고려할 필요가 있음.

제4절 소형열병합발전 경제성 분석

- 소형열병합 잠재량 분석을 위한 기초 분석으로 소형열병합발전 사업의 형태 및 비전을 파악할 필요가 있으며, 이를 위해 기본적으로 소형열병합 사업의 경제성 분석이 필요함.
- 소형열병합 사업 방식에 따라 경제성에 큰 차이가 존재하며, 본 보고서에는 두 가지 사업방식으로 나누어 경제성 분석을 실시하였으며, 두 가지 사업방식은 CES사업으로 추진하는 것과 ESCO 방식으로 추진하는 것임.

1. 경제성 분석 전제 및 결과

가. 경제성 분석 추진절차

- 경제성 분석의 추진절차는 사업대상 선정, 에너지 수요산정, 계통 구성 및 시설용량 산정, 투자비 산정, 에너지생산/판매계획, 운영비 산정, 경제성 분석 순으로 진행됨.
- 먼저, 경제성분석 대상을 선정한 후 분석대상의 건축연면적, 냉난방면적 등을 통하여 난방과 냉방, 전력의 에너지 수요를 산정
 - 에너지 부하의 산정에는 냉난방 단위부하, 동시부하율, 열손실률, 표준 부하밀도, 부동률 등의 자료와 기상자료 등의 외부 입력자료를 이용

- 열부하는 한국지역난방공사의 운전실적을 참고, 전기부하는 전기위원회 기준과 에너지관리공단의 전력부하패턴을 이용
- 분석대상의 에너지 수요를 산정한 이후 분석대상에 에너지를 공급할 수 있는 계통구성 및 시설용량을 산정, 산정된 설비의 구성 및 운전 특성에 따라 에너지 생산량 및 판매량을 산정
- 에너지생산/판매계획에 따라 에너지 판매로 인한 편익을 산정하고, 설비의 계통 구성 및 산정된 용량의 설치를 위한 투자비와 에너지 생산을 위한 운영비 등의 비용을 산정
- 산정된 편익과 비용을 통해 경제성 분석을 실시하였으며, CES 사업의 경우는 내부수익률(Internal Rate of Return, IRR)을 ESCO 사업의 경우는 자금회수기간(Pay-Back Period)을 주요 지표로 하였음.

나. 경제성 분석 대상 및 기준

- 두 가지 사업방식의 경제성 분석에서 대표적인 모형으로, CES의 경우는 6,000세대(30Gcal/h) 규모를 ESCO 방식은 1,000세대(5Gcal/h) 규모를 분석대상으로 선정
- 경제성에 영향을 미치는 주요 요인들은 구입전력가격(보완전력가격), 전력판매가격, 열판매가격, 연료비, 투자비 등의 원가자료 뿐만 아니라 분석기간, 가격기준시점, 자금지원 등의 정책변수 등임.
- CES 사업의 경제성 분석기간은 20년이며, 수요개발을 고려하지 않았으며 건설기간은 소규모이므로 1년으로 가정하였음.
- 도시가스 요금은 현행 도시가스 용도별 요금을 적용하여 구역전기사업에 해당하는 용도별 가스요금을 적용하였으며, ESCO 사업의 경우는 열병합발전용 가스요금을 적용
- CES 사업의 수전요금은 한전과의 보완공급 요금을 적용하였으며,

ESCO 사업을 하는 경우는 부족한 전력의 경우는 현재 한전과의 거래시 적용되는 요금을 그대로 적용

- CES 사업자의 잉여전력인 역송전력 가격은 시간대별 SMP 실적평균을 적용
- 전력판매 단가는 현재 한전이 현재 부과하고 있는 용도별 요금을 기준으로 하였으며, 열판매단가의 한국지역난방공사의 열요금율 용도별 요금을 적용하였음.
- 기타 금융비용, 감각상각비, 수선유지비, 보험료, 법인세 등 투자비 및 운영비는 실적치를 적용하여 현실성 있는 수치를 적용
- 또한 운영인원에 대한 조사와 실제 운영가능한 최소인원에 대한 설계업체로부터의 자문을 통하여 인건비로 반영하였음.

다. 원가산정 및 경제성 분석 결과

1) CES 사업

- 6,000세대 규모인 CES 사업의 연결부하 32.6Gcal/h이며, 이에 따라 열병합발전 설비는 5.19Gcal/h, 4.8MW 규모가 설치되며, 열병합발전 설비와 열전용보일러로 열원을 구성하였음.
- 총투자비는 시설투자비와 부지비용, 건설이자의 합으로 구성
 - 시설투자비는 직접비와 간접비로 구성되는데, 직접비는 열병합설비, 열공급설비, 건설공사, 배전설비, 열배관 등의 설비비용과 이를 설치하는 공사비용을 나타냄.
 - 간접비는 공사와 직접 관련이 있지는 않지만 시설 설치에 따라 발생하는 비용을 나타내고 있는데, 간접비는 한국지역난방공사의 타당성 분석 기준을 적용

- 열병합시설의 경우는 가스엔진을 사용하는 것으로 검토하였으며, 복수 시설을 설치해 대수제어하는 것으로 가정
- 이러한 방식에 따라 설비투자비는 98억원, 간접비 및 부지구입비를 포함한 총 투자비는 117억원으로 산정되었음.
- 투자비는 사업이 운영되기 전에 관련설비의 건설에 따라 발생하는 비용이고, 실제 부하에 대응하여 생산시설을 운전할 때는 설비의 가동에 따라 운영비용 발생
- 연간 운영비용 및 생산원가를 산정하기 위해 투자비는 매년 정액으로 감가상각하여 원가에 반영하고 있으며, 기타 발생하는 다른 비용들도 원가에 반영
- 원가는 투자비에 바탕을 둔 감가상각비, 수선유지비, 인건비 등의 고정비와 운영에 따라 발생하는 연료비, 수열비, 동력비 등의 변동비로 구분
- 각 설비의 설비용량과 열 및 전기부하에 따라 크게 열추종운전과 전기 추종운전에 따라 각 설비가 담당하는 시간대별 생산량이 결정되며, 이에 따라 변동비 산정
- 열생산은 4%의 열손실을 고려하여 생산량이 결정되었으며, 기저설비로 열병합설비가 가동되는 것으로 하였고, 열병합설비에 의하여 충족되지 못하는 열수요는 열전용보일러를 통하여 생산하는 것으로 가정
- 열추종 운전시 열생산량은 열병합발전 시설이 35,475Gcal, 보조보일러가 39,520Gcal를 담당하고 있어, 열병합발전 시설이 전체 생산량의 47.5%를 담당
- 열추종 운전시 열병합 발전설비의 전력생산량은 29,391MWh로 그 중 열추종 운전에 의해 생산된 전력중에서 전력수요를 넘는 9,861MWh를 한전에 역송하며, 하절기에 열추종 운전에 의하여 부족한 전력인

2,253MWh을 한전에서 수전

- 전력추종 운전시 전력생산량을 보면, 먼저 열병합발전을 기저부하로 하고, 운전시 모자라는 전력은 수전으로 부하를 담당하고, 생산된 전력 중 남는 전력은 역송하는 방식인데, 전력추종운전시 열병합시설용량이 전력부하보다 높아, 열병합설비로 전력수요를 충분히 충당하여 수전이 발생하지 않으며, 전기 부하에 맞추어 열병합시설을 운영하므로 역송 전력도 발생하지 않음.
- 전력추종 운전시 열생산량은 열병합발전 시설이 36,292Gcal, 보조보일러가 51,444Gcal를 생산하고 있고, 하절기에 2,719Gcal를 방열
- 열추종 운전시 재무수익률은 6.20%, 전력추종 운전시 재무수익률은 5.41%로 산정이 되어, 열추종 운전의 경제성이 높게 나타남.

2) ESCO 사업

- ESCO 사업방식은 기존 공동주택에서 중앙난방방식을 설치한 건물에 대해 소형열병합을 설치할 경우를 대상으로 하여, 32평형 공동주택 1,000세대 대상으로 에너지부하 및 경제성분석을 실시
- 발전설비용량을 최대전력수요의 40%로 가정하고, 전력요금 누진제에 대비하여 피크컷 운전을 하는 것으로 가정
- 열병합발전설비 운영방식은 전력부하 추종운전으로 하고 하절기 열병합발전설비에서 생산된 잉여열은 냉각탑을 통해 방열하는 것으로 가정
- 전력판매요금은 기존의 한전 부과방식을 적용하며, 열판매요금은 지역 난방요금을 적용하며, 에너지비용절감액은 중앙난방방식을 기준으로 비교
- 제세, 세금, 공사비부담금은 분석에서 제외하였고, 부지구입비, 배전설비 공사비는 기존 기계실을 이용하는 것으로 가정하여 제외하였으며,

열배관 공사비는 구역전기사업보다 낮을 것으로 예상해 구역전기사업의 50% 적용

- 자금조달은 100% ESCO 자금을 차입하고, 5년거치 5년분할 상환하며, 이율은 3.0%를 적용
- 유지보수는 3년간 장비공급업체에서 무상제공하고, 이후의 유지보수비용은 시설투자비의 2.4%/년 적용
- 연간 에너지 절감비용을 산정하고, 연간에너지 비용에 따른 단순투자비 회수기간을 산정하여 투자에 따른 경제성을 분석
- 분석결과, 중앙난방에 비해 에너지 절감액은 269백만원으로 나타남.
 - 중앙난방시의 연간 운영비가 1,093백만원, 열병합방식에 의한 연간운영비는 824백만원으로 총 투자비 1,876백만원을 회수하는데 걸리는 단순투자비 회수기간은 7.0년으로 나타나고 있음.

2. 민감도 분석

- 사업자의 입장에서 장래의 불확실성에 대한 사전적 검토 작업, 장래 환경의 변화예측에 따른 장래의 사업성에 대한 평가로 민감도 분석을 실시

가. 전력판매 요금 변화

- 전력판매단가가 5% 변하는 경우와 열판매단가가 5% 변하는 경우에 대한 경제성의 변화를 분석
 - 다음의 표는 6,000세대 표준모델에 대하여 전력판매 단가가 5% 변동할 때의 경제성의 변화를 나타내고 있다.

<표 2-24> 전력판매단가 변동에 따른 경제성			
구 분	5% 하락	6,000세대	5% 상승
재무수익률 (%)	2.54	6.20	9.09
국가수익률 (%)	3.49	7.71	11.41

- 전력판매 단가가 5% 변함에 따라 평균판매단가는 약 6.0원/kWh의 변화가 발생한다. 전력판매 단가가 5% 하락했을 경우 수익률은 6.20%에서 2.54%로 3.66%p 감소하며, 전력판매 단가가 5% 상승했을 경우는 수익률은 9.09%로 2.89%p 증가
- 전력판매 단가의 증가는 열병합발전 생산전력에 kWh당 보조금을 지급하는 것과 동일한 결과를 가져오며, kWh당 약 6원의 보조금을 지급할 경우 재무수익률은 약 3% 정도 증가함.
- ESCO 사업의 경우 전력에 kWh당 5원의 보조금을 지급할 경우, 18.14백만원의 비용 절감이 발생하며, 연간 비용절감액은 287.14백만원으로 증가하게 됨. 이에 단순 투자비 회수기간은 7년에서 6.5년으로 감소하게 됨.

제5절 소형열병합발전 향후 전망

- 소형열병합발전의 현실적 여건을 반영하여 현실에 부합하는 소형열병합발전 전망을 위해 소형열병합발전 잠재량 분석 필요
- 소형열병합발전 도입할 잠재적 가능성이 있는 공급대상은 일정규모 이하의 신규 택지개발지역이나 재개발 및 재건축 등이 가능하며, 신규 지역 이외에 기존에 중앙난방 또는 개별난방을 하고 있는 지역에서, 난방설비의 교체 등으로 소형열병합발전이 도입될 가능성이 존재

- 따라서 본 잠재량 분석에서는 크게 2가지로 구분하여 잠재량 분석을 실시할 것임.
- 첫 번째는 일정규모 이하의 소규모 신규 택지개발 계획 및 재개발 계획의 현황 및 전망을 통하여 향후 CES 사업 등을 통한 소형열병합발전의 잠재수요량을 추정할 것이며, 이를 위해 건교부 택지지구 자료와 경기도 및 가용한 여타 택지개발 자료를 활용할 것임.
- 두 번째는 자가발전의 경우로 기존에 다른 난방방식을 사용하는 지역에서 난방방식을 교체하여 소형열병합발전을 도입하는 경우로, 주택용, 업무용, 산업용으로 구분하여 소형열병합발전 잠재량을 추정
- 현재는 대부분 소형열병합발전이 중앙난방을 사용하고 있는 공동주택의 난방방식 전환의 일환으로 보급되고 있는데, 향후는 업무용이나 산업용에서도 소형열병합발전으로 전환이 이루어질 수 있음.

1. 신규택지개발지구 및 재개발지역

가. 신규택지개발지구

- 신규 택지개발지구나 재개발지역은 주로 CES 사업을 통하여 소형열병합발전이 보급될 가능성이 큰 지역임.

- 수도권 택지개발계획이 298,823천㎡로 전체 563,640천㎡의 약 53%로				

택지개발 예정지구지정이 수도권에 집중되어 있으며, 중소규모의 택지개발계획의 비중이 높아 CES를 통한 소형열병합 도입 잠재량이 높음.

<표 2-25> 택지개발예정지구 지정 현황(2005년말 기준)

구 분	계	한국토지공사	대한주택공사	지자체
면 적(천㎡)	563,640	287,890	144,163	131,587

자료 : 건설교통통계연보 2006

- 1981년 이후의 연도별 택지개발 예정지구의 지정현황을 보면, 90년대에 택지개발계획이 점차 감소하는 추세를 보여주고 있음.
- 80년대에 비해 90년대 들어 택지개발계획의 규모가 감소하였으며, 최근에는 2기 신도시 건설과 혁신도시 건설 등 대규모 개발사업으로 택지개발계획이 오히려 증가하는 추세를 보이고 있음.

<표 2-26> 연도별 택지개발 예정지구 지정 현황				
연 도	합 계	한국토지공사	대한주택공사	(단위 : 천㎡)
총계(Total)	563,640	287,890	144,163	지자체
81~'91	235,690	133,435	33,506	131,587
1992	12,987	6,143	271	68,749
1993	17,914	10,063	1,402	6,573
1994	33,839	24,224	6,073	6,449
1995	8,406	3,725	3,084	3,542
1996	12,655	6,464	2,348	1,597
1997	24,444	9,965	11,767	3,843
1998	13,377	9,574	2,567	2,712
1999	9,640	1,215	7,001	1,236
2000	11,997	511	4,911	1,424
2001	35,801	22,050	4,828	6,575
2002	17,960	3,107	12,455	8,923
2003	15,293	4,663	9,835	2,398
2004	48,845	29,214	4,111	795
2005	64,792	23,537	40,004	15,520
				1,251

자료 : 건설교통통계연보 2006

- 2005년말 현재 전국에 650개 지구 563,640천㎡ 면적에 택지지구가 지정되어 있으며, 수도권 53%로 주로 수도권 지역에 집중되어 있음.
- 시행자별로 보면 토지공사가 전체의 51%로 절반 이상을 점유하고 있

고, 주택공사가 27%, 지자체가 23%의 택지지구의 시행자로 지정되어 있음.

- 최근의 택지개발 예정지구 지정 현황을 보면, 2003년에 14개 지구, 2004년에 25개 지구, 2005년은 34개 지구의 택지지구가 지정되었음.
- 지정된 택지개발 지구는 실제 개발 및 준공까지는 보통 4~6년의 기간 이상이 소요되므로 현재의 택지개발 예정지구의 사업 준공 예정을 참고하면 중·단기간의 CES의 잠재수요를 파악할 수 있음.
- 택지지구의 규모가 2만세대 이하인 경우는, 대략 열부하는 100Gcal/h 이하로, 이에 따른 도입되는 열병합발전 설비용량은 사업대상의 수요에 따라 큰 차이가 있지만 대략 20MW~40MW 규모의 설비가 도입이 가능할 것임.
 - 택지지구는 공동주택과 건물 등으로 구성되는데 수요대상의 구성에 따라 발전설비 용량은 큰 차이가 존재
 - 최근 3년간의 개발예정 지역으로 지정된 73개 택지지구의 평균 면적은 1,766천㎡으로 73개 택지지구의 평균적인 규모가 약 12,000세대에 해당하여, 현재 추진중인 대부분의 택지개발계획이 중소규모로 CES 사업을 통한 소형열병합의 도입이 가능한 것을 알 수 있음.
- 매년 개발예정 지역으로 지정되는 택지지구는 대략 24~25개 정도로 볼 수 있음.
- 따라서 매년 20개 내외의 신규택지지구가 소형열병합발전을 통한 CES 사업의 잠재 대상이 될 수 있음.
 - 1개의 택지지구의 규모를 12,000세대 내외를 보았을 때, CES가 도입되는 경우, 소형열병합설비의 도입용량은 대략 10~20MW 규모가 될 것으로 보임.
 - 하지만 소형열병합발전을 이용한 CES사업의 경우 현재, 사당동 극동

아파트 1개소 981kW 규모에 불과한 형편이고, 향후 사업이 추진될 가능성이 매우 불확실한 상황임.

- 또한 일정 규모 이상의 경우의 택지지구의 경우는 소형열병합발전 설비보다는 중·대형 열병합발전 설비를 사용할 가능성이 높음.
- 따라서 신규택지지구를 경우를 소형열병합발전 보급 전망에 포함하는 것은 사업의 실현여부, 소형열병합발전의 도입 가능성, 사업의 추진시기 등과 관련하여 불확실성이 높으며, 택지개발계획 및 이에 따른 CES 사업의 추진이 2~3년 내에 이루어지기 어려운 상황이므로 향후 5년간의 전망에서는 이를 제외하는 것이 적절하며, 장기계획에서나 반영하는 것이 타당할 것임.

규모 이하의 것을 소형열병합 발전의 잠재량으로 반영할 수 있음.				S 사업중에서 일정
<표 2-27> 추진중인 소형 CES 사업현황				
지 역	사업자	시설규모(MW)	최초전력공급(예정)	비고
대구 죽곡	대구도시가스(주)	15	2007.1	
강일 지구	대한도시가스(주)	9	2008	
양주 고읍	경기CES(주)	25.4	2008.12	
천안 청수	충부도시가스(주)	21.1	2008.3	
동남권 유통단지	한국지역난방공사	25	2007.12	
대전 학하	충남도시가스(주)	27	2010.12	
아산 탕정	삼성에버랜드(주)	5	2009.1	
계		127.5		

주 : 2006년말 최종사업허가 기준으로 전기 공급규모가 30MW 이하만 소형열병합발전으로 반영

- 현재 추진중인 CES 사업 중 소형열병합 발전 도입이 가능한 것을 반영한 경우 2011년까지 127.5MW의 소형열병합 발전이 도입 가능

<표 2-28> CES에 의한 소형열병합발전 도입 전망					
년 도	2007	2008	2009	2010	2011
설비용량(MW)	40.0	95.5	100.5	127.5	127.5

나. 재개발 지역

○ 소형열병합발전의 보급대상으로 신규택지개발 지구 이외에도 현재 진

<표 2-29> 연도별 주택 재개발 사업 현황				
구 분	구역수	시행면적(㎡)	건립가구(호)	철거대상(동)
총 계	474	21,308,399	369,420	170,717
'73~'90	278	14,823,381	203,570	105,782
'91	7	430,624	10,997	4,208
'92	14	535,179	16,129	5,319
'93	10	463,185	11,903	4,106
'94	11	333,813	8,082	2,596
'95	12	658,473	14,278	7,331
'96	9	205,645	4,205	1,711
'97	3	201,906	4,404	1,739
'98	10	227,558	4,777	1,788
'99	16	389,662	7,673	3,930
'00	12	234,881	4,979	3,019
'01	15	471,409	8,108	3,136
'02	5	136,584	2,291	1,322
'03	14	614,696	11,278	3,780
'04	14	669,516	11,163	4,483
'05	44	911,887	45,583	16,467

		<표 2-30> 지역별 주택 재개발 사업 현황			
	구분	구역수	시행면적(㎡)	철거대상(동)	건립가구(호)
	계	474	21,308,399	170,717	369,420
	완료	339	14,723,757	121,912	261,155
	시행중	60	2,697,900	23,645	40,519
	미시행	75	3,886,742	25,160	67,746
	계	368	16,053,631	135,895	301,905
	완료	276	12,246,835	104,570	243,314
서울	시행중	53	2,495,318	22,295	35,752
	미시행	39	1,311,478	9,030	22,839
	계	72	4,082,117	25,661	52,816
부산	완료	36	1,564,320	10,542	9,125
	시행중	2	46,254	333	988
	미시행	34	2,471,543	14,786	42,703
	계	18	310,895	3,000	3,882
	완료	17	301,100	2,878	3,510
	시행중	1	9,795	122	372
대구	미시행	0	0	0	0
	계	5	231,854	2,446	4,953
	완료	1	50,800	566	900
인천	시행중	2	77,333	536	1,849
	미시행	2	103,721	1,344	2,204
	계	1	32,948	243	658
광주	완료	0	0	0	0
	시행중	1	32,948	243	658
	미시행	0	0	0	0
	계	3	319,612	1,168	1,952
	완료	2	283,360	1,052	1,052
	시행중	1	36,252	116	900
경기	미시행	0	0	0	0
	계	1	18,271	155	587
	완료	1	18,271	155	587
강원	시행중	0	0	0	0
	미시행	0	0	0	0
	계	4	183,625	1,054	1,751
전북	완료	4	183,625	1,054	1,751
	시행중	0	0	0	0
	미시행	0	0	0	0
	계	2	75,446	1,095	916
	완료	2	75,446	1,095	916
	시행중	0	0	0	0
경남	미시행	0	0	0	0

- 연도별 재개발 사업의 현황을 보면 매년 10개 내외의 구역에서 재개발 사업이 시행된 것으로 나타나고 있음.
- 따라서 향후 지속적인 주택 재개발 사업이 존재할 것이므로, 향후 매년 10개 내외의 주택 재개발 사업이 소형열병합발전을 도입 할 수 있는 잠재 대상이 될 수 있음.
- 2006년말 현재 약 95천세대의 공동주택을 대상으로 소형열병합발전이 도입된 결과 총 40.2MW의 소형열병합발전 시설이 도입된 것을 기준으로 볼 때, 전체 재개발중 완료되지 않은 건립가구 108,265세대에 소형열병합발전이 도입될 경우 약 46MW 규모의 발전설비의 보급이 가능할 것으로 예상됨.
- 하지만 재개발은 신규택지개발보다 더욱 불확실성이 높은 상황이며, 전체 대상 중에 실제로 시행되는 매년 시행되는 재개발 사업은 몇 천 세대에 불과하여 잠재량이 크지 않음.
- 재개발 사업도 택지개발계획처럼 단기간에 이루어지는 것이 어려우며, 도입가능 한 것은 추진중인 CES 사업에 포함되어 있다고 판단되므로, 단기간의 전망에서는 이를 제외하는 것이 적정하며, 장기계획에서는 잠재량 중 도입가능성을 파악하여 반영하는 것이 타당할 것임.

2. 설비 개체 잠재수요

- 난방방식 전환을 통한 소형열병합의 도입은, 소규모이므로 CES 사업을 통한 소형열병합의 도입이 낮은 경제성으로 인하여 어려울 것임.
- 따라서 난방방식의 전환을 통한 소형열병합의 도입은, 도입 대상의 규모로 인하여 ESCO를 통한 자가소비의 형태로 도입될 가능성이 높음
- 그 중 특히 주택용 소형열병합의 경우는 주택용 전기요금의 누진제로 인하여 보급가능성이 다른 용도에 비하여 상대적으로 매우 높음.

가. 주택용

○ 신규지역 이외에 기존지역의 주택용 소형열병합발전의 도입은 재건축에 의하여 새로운 설비를 도입하거나, 기존의 노후화된 중앙난방 설비를 신규 소형열병합발전 설비로 교체하는 경우 도입될 가능성이 있으므로 소형열병합발전의 잠재적 수요처로 파악할 수 있음.

○ 재건축 추진현황은 재건축 추진의 특성상 구체적으로 현실화되기 어렵기 때문에 매년 재건축 추진현황으로 소형열병합발전의 잠재량을 판단하는 것이 쉬운 문제가 아니며, 다만 연도별 재건축 추진 현황 볼 때

<표 2-31> 연도별 재건축 추진현황(누계)															
지역	계			조 합 인 가			사업계획승인			준 공					
	조합	기준주택	공급주택	조합	기준주택	공급주택	조합	기준주택	공급주택	조합	기준주택	공급주택			
계	3,338	625,888	995,707	808	166,082	243,237	1,172	289,387	423,663	1,358	170,419	328,807			
1989	1	101	146	1	101	146									
1990	1	175	295	1	175	295									
1991	6	471	2,179	3	249	1,625	1	94	299	2	128	255			
1992	14	2,354	4,786	4	374	768	2	575	1,257	8	1,405	2,761			
1993	34	3,585	8,323	9	644	2,186	6	771	1,504	19	2,170	4,633			
1994	28	4,982	10,214	7	770	2,426	2	1,221	2,641	19	2,991	5,147			
1995	74	9,648	19,027	27	4,816	8,268	5	908	1,755	42	3,924	9,004			
1996	89	8,424	19,757	23	3,167	7,640	12	1,596	3,742	54	3,661	8,375			
1997	142	15,145	35,578	33	3,331	6,905	22	3,738	8,518	87	8,076	20,155			
1998	144	24,620	50,576	26	8,987	13,508	13	2,511	5,607	105	13,122	31,461			
1999	179	31,356	63,507	14	1,067	1,753	45	11,499	20,600	120	18,790	41,154			
2000	317	50,793	90,461	89	15,379	26,031	149	24,213	41,505	79	11,201	22,925			
2001	251	50,027	76,657	49	23,933	33,166	120	18,685	28,466	82	7,409	15,025			
2002	400	80,168	122,783	128	33,631	47,802	140	30,265	43,375	132	16,272	31,606			
2003	778	138,162	191,459	269	50,952	61,211	340	65,550	92,397	169	21,660	37,851			
2004	294	69,415	93,809	52	8,699	11,931	88	45,154	55,734	154	15,562	26,144			
2005	311	63,468	102,090	40	3,578	6,733	112	44,087	62,684	159	15,803	32,673			

- 재건축의 준공을 보면 1998년 이후 평균적으로 매년 3만세대 정도가 준공되고 있는 것으로 나타나고 있음. 3만세대에 소형열병합발전이 도입되는 경우 매년 약 12.7MW 규모의 열병합발전설비 보급이 가능
- 하지만 재건축의 경우도 매우 불확실하며, 현재까지 도입실적에서 볼 때도 재건축에 의해 도입되는 경우가 높지 않은 상황이며, 재건축의 대부분은 노후화된 아파트이므로 이를 개체에서 고려하므로 보급 전망에서 제외하였음.

○ 재건축에 의한 소형열병합발전의 도입 이외에도, 노후된 공동주택 중에 소형열병합발전 도입이 유력한 공동주택은 현재 중앙난방을 사용하고 있는 공동주택이며, 또한 전력요금 누진제로 인하여 중·대형 규모의 공동주택이 도입 가능성이 높음.

- 설비 노후로 인한 설비 개체시 소형열병합 발전을 도입할 가능성이 존재하며, 15년 이상의 노후된 아파트가 향후 도입 가능

구분	계	2006년말 기준				다세대 임대주택
		아파트	연립	분양주택	계	
계	7,206	6,278	6,053	219	5	928
5년이하	2,005	1,625	1,607	17	1.0	380
6-10년	1,969	1,699	1,674	23	1.2	270
11-15년	1,742	1,520	1,482	37	0.9	222
16-20년	862	819	752	65	0.7	44
21년 이상	628	615	538	77	0.9	12

자료 : 건설교통부

○ 따라서 공동주택 중 시설개체를 통해 소형열병합발전이 도입이 가능성이 존재하는 비중은 사용연수별로 평형 분포가 균일하다는 전제에서 전체 공동주택 중에서 약 2.7% 정도 수준임.

- 공동주택 전체의 약 2.7% 수준인 노후화된 32평 규모 이상의 아파트는 약 195천세대로 향후 5년 이내에 소형열병합발전이 도입될 가능성이 높음.

		<표 2-33> 공동주택 면적별 현황(2006년말 기준)					
						(단위 : 천 세대)	
						임대주택	
						다세대	
계		7,206	6,278	6,055	219	5	928
85이하		5,218	4,308	4,112	192	4	910
85-102		1,043	1,029	1,013	15	0	14
102-135		710	706	696	9	0	4
135초과		235	235	232	3	0	0

- 이 중에서 지역난방을 공급받고 있는 세대가 1,484천세대로 전체의 약 20% 수준이므로 지역난방 공급대상을 제외한 약 155천세대 정도가 소형열병합발전 잠재 대상으로 추산됨.
- 155천세대에 소형열병합 발전 설비가 도입될 경우 약 66MW 용량의 설비가 도입될 수 있음.
- 노령화된 25평 이상의 아파트를 개체 잠재 대상으로 하는 경우 326천세대에 도입이 가능하며 총 138MW 용량의 열병합 발전 설비가 도입 가능
- 2004년 말 도시가스를 공급받고 있는 수도권의 공동주택 중 중앙난방 시스템을 적용하고 있는 공동주택은 전체 공동주택의 약 12.9%를 차

지하고 있음. 또한 소형열병합발전이 도입이 가능한 노령화된 공동주택은 전체 공동주택의 약 21%를 차지하고 있음, 이에 따라 약 2.7%의 중앙난방을 이용하는 공동주택이 공급잠재량이 될 수 있음.

- 중앙난방을 사용하고 있는 노후화된 공동주택은 약 192천세대로 시설개체를 통해 소형열병합발전이 도입이 가능성이 높으며, 192천세대에 소형열병합 발전이 도입될 경우 약 81MW 용량의 시설이 도입가능 함.

<표 2-34> 개체에 의한 소형열병합발전 도입 잠재량						(단위 : MW)
구 분	2007	2008	2009	2010	2011	
중앙난방	16.3	32.5	48.8	65.1	81.3	
32평 이상	13.1	26.3	39.4	52.5	65.7	
25평 이상	27.6	55.2	82.9	110.5	138.1	

- 하지만 이러한 전망은 현행의 주택요금 누진제가 그대로 유지될 것을 전제로 하고 전망한 것이기 때문에, 만일 전기요금체계가 주택용 누진제가 완화되는 방향으로 개편이 될 경우에는 이러한 도입 전망은 급속히 감소할 수 있음.

나. 산업용

- 소형열병합의 산업용 잠재수요 추정을 위해 전국의 산업용 도시가스의 26.1%를 담당하는 수도권 도시가스 사업자 삼천리 권역의 경우, 연간 사용량 2백만 m^3 이상인 대용량 가스터빈 적용대상인 산업체 수는 61개소로서 이 중 평균설비용량이 5,000kW이상인 20개 산업체의 총 설비용량은 100,000kW인 반면, 평균설비용량이 3,500kW이상인 41개소는 143,000kW임.

		<표 2-36> 업무용 잠재량 추정			
구분	경인지역 도입대상 (개소수)	엔진용량 (kW)	전국환산계수	총설비용량 (kW)	
판매시설	120	128	1.43	183	
병원	130	333	1.43	475	
스포츠시설	135	666	1.43	950	
호텔	73	333	1.43	475	
터미널/역사	6	1,692	1.43	2,414	
기타	5	128	1.43	183	
소계	469	3,280	1.43	4,679	

주 : 전국환산계수는 전국과 수도권의 업무용 도시가스 사용량 비율을 나타냄

- 향후 냉방수요의 개발이 진행된 이후에는 업무용 대상들에서 소형열병합발전이 보급될 가능성은 있으나 자료부족 및 냉방요금 및 제반 기술적 요건이 미비된 상황에선 고려하기 어려운 형편임.
- 따라서 소형열병합발전의 전망에 업무용 용량을 포함하기는 어려운 것으로 보임.

3. 소형열병합 발전 도입 전망

- 앞에서 잠재량 분석을 일정규모 이하의 소규모 신규 택지개발 계획 및 재개발 계획의 현황 및 전망을 통하여 향후 CES 사업 등을 통한 소형열병합발전의 잠재수요량을 추정하였으며, 둘째는 자가발전의 경우로 기존에 다른 난방방식을 사용하는 지역에서 난방방식을 교체하여 소형열병합 발전을 도입하는 경우로, 주택용, 업무용, 산업용으로 구분하여 소형열병합발전 잠재량을 추정하였음.
- CES 사업의 경우는 택지개발계획 및 재개발 계획의 불확실성에 따라 가능한 CES를 통한 소형열병합발전의 도입 전망을 현재 추진 중인 CES 사업에 한정하였음.

- 이에 따라 CES의 경우는 2011년까지 127.5MW의 소형열병합 설비가 도입이 가능할 것으로 전망됨.

<표 2-37> 소형열병합발전 도입 전망						
구 분	'07	'08	'09	'10	'11	
자가 (MW)	162.6	176.4	190.2	204.0	217.9	
CES (MW)	40.0	95.5	100.5	127.5	127.5	
용량 계(MW)	202.6	271.9	290.7	331.5	345.4	

- 자가발전의 경우 업무용 및 산업용은 현 상황에서 불확실성이 너무 크기 때문에 도입전망에 반영하기는 어려우며, 다만 공동주택의 25평 이상의 노령화된 공동주택의 일부분이 소형열병합 발전이 도입되는 것으로 전망하였음.
- 이에 따라 자가의 경우는 2011년까지 217.9MW의 소형열병합 설비가 도입이 가능할 것으로 전망됨.
- 이는 25평 이상의 노령화된 공동주택 중에서 50%가 매년 도입되는 것을 가정한 것임.
- 전망에 따르면 2011년까지 총 345.4MW의 소형열병합발전 설비가 도입 될 것으로 전망되며, 이는 정부의 보급목표 1,307MW의 26% 수준으로 전망됨.
- 하지만 현 상황에서 추후 전기요금 등 주요한 환경에 변화가 있는 경우 크게 변화할 가능성이 높으며, 자가의 경우는 전기요금체제 변동에 따라 도입되는 설비용량이 큰 차이가 존재할 것임.
- 25평 이상의 노후 공동주택 잠재량 전체가 시행되는 경우는 414.4MW가 도입될 수 있으며, 32평 이상의 노후화된 공동주택의 50%만 도입되는 경우는 309.1MW 용량의 설비가 도입될 수 있음.

제3장 전력수급계획 분석

제1절 전력수급기본계획

1. 제3차 계획수립 기본방향 및 특징

- 공기업 등 발전사업자의 과도한 설비투자의향을 적정 규모와 적정 전원Mix를 고려하여 선별 반영
 - 수요예측에 따라 사회적 비용이 최소화되는 적정 발전설비 규모와 적정 전원Mix를 전산모형을 이용하여 도출
 - 도출된 설비규모 이내로, 발전소 건설의향을 평가(경제성, 이행가능성 등)하여 선별적으로 반영
- 지역별(수도권, 비수도권, 제주권) 수급계획을 마련함으로써, 다소 취약했던 수도권, 제주권의 수급안정성을 크게 강화
 - 수도권의 적정 설비규모를 도출하고, 이에 맞춰 지역내 발전설비 확충을 유도
 - 전력의 '섬'으로서 제주지역 특성을 고려, 공급안정성을 높인 장기 전력공급 방안(LNG발전 및 해저케이블 증설) 마련
- 기후변화협약 등 국제 환경규제 대응을 위해 적정 전원Mix 구성비 설정시 CO₂ 비용(13,000원/CO₂톤 수준)을 반영
 - CO₂ 배출이 상대적으로 많은 석탄발전에 다소 불리하게 작용한 반면, 원자력, LNG발전소가 다소 유리하게 작용
- 설비건설 이행률, 전력피크 기여도 등을 확률적으로 고려한 실효예비율 개념의 도입으로 수급전망의 정확성 제고

2. 장기 전력수요 전망 및 수요관리 계획

- 2010년까지는 전력수요가 연평균 4.6%의 다소 높은 수준으로 증가 전망
- 2010년 이후에는 전력저소비 산업 증가 등으로 수요 증가세가 둔화되어 연평균 1%대 성장 전망

			<표 3-1>	전력수요량	전망	
수 요 관 리 後	구	분	2006	2010	2015	2020
	수요관리前		353,581	420,656	465,801	492,653
	주택용		68,794	80,573 (4.0%)	86,190 (1.4%)	89,241 (0.7%)
	상업용		107,702	130,190 (4.9%)	146,837 (2.4%)	157,808 (1.5%)
	산업용		176,590	205,859 (3.9%)	223,416 (1.7%)	231,506 (0.7%)
계			353,086	416,623 (4.6%)	456,443 (1.8%)	478,555 (1.0%)

(단위 : 백만kWh)

* () 내 수치는 연평균 증가율

- 최대 전력수요도 전력수요와 비슷한 폭으로 지속 증가 전망
- 수요관리량(피크절감량)은 최대수요의 14% 수준('20년 기준)으로 지속적으로 확대해 나갈 계획
- 수요관리 사업비 : 1,093억원('06) → 2,211억원('20년)

<표 3-2> 최대 전력수요 전망

					(단위 : 만kW)
구 분	2006	2010	2015	2020	
수요관리前	-	6,878	7,729	8,342	
수요관리량	-	417	782	1,161	
수요관리後	5,899(실적)	6,461 (3.4%)	6,947 (1.5%)	7,181 (0.7%)	

* 수요관리량은 '05년 실적대비 연도별 수요관리목표량(총누계) 기준

* ()내 수치는 연평균 증가율

3. 발전 및 송변전설비 계획

가. 발전설비계획

○ 발전사업자가 제출한 건설의향을 적정 설비규모 및 전원 Mix 등을 감안하여 선별반영

- 발전·송변전설비 비용과 사업 진척도 등을 종합적으로 분석·평가하

여 선별하며, 전력수요 급증에 따라 단기간 공급력 확충을 위해 건설						
기간이 짧은 수도권 지역의 LNG 발전소가 다소 크게 반영						
<표 3-3> 발전 설비계획						
(단위 : 만kW, 기)						
구 분	원자력	석탄	LNG	석유	신재생/기타	계
설비현황('06년말)	1,772 (20기)	1,847 (40기)	1,744 (45기)	468	725	6,556
추진중 사업('07~'20)	680 (6기)	573 (10기)	50 (1기)	23	-	1,327
신규 사업('07~'20)	280 (2기)	374 (4기)	975 (16기)	4	482	2,115
폐지계획('07~'20)	-	153 (4기)	154 (6기)	262	-	570
설비용량('20년 기준)	2,732 (28기)	2,641 (50기)	2,615 (56기)	233	1,207	9,428

나. 송변전 설비계획

- 발전설비 건설에 따라 필요한 송변전설비 계획 수립결과, 총 송전선로 길이는 '20년까지 1.32배('05년 대비) 증가
- 초고압선인 765kV 송전설비는 현재 건설중인 '신안성-신가평' (2007년), '신고리-북경남'(2009년)구간을 계획에 반영

<표 3-4> 송변전 설비계획				
전압	2005년(실적)	2010년	2015년	2020년
765kV	662(5)	1,005(7)	1,005(8)	1,005(8)
345kV	7,990(77)	9,460(90)	9,678(99)	9,875(101)
154kV	19,910(537)	22,739(652)	24,301(743)	25,843(793)
합계	27,842(619)	33,204(749)	34,984(850)	36,700(902)

(단위 : C-km)

* ()내는 변전소 수

4. 전력수급 전망 및 분석

가. 전력수급 전망

○ '10년까지는 전력수요가 크게 증가할 것으로 전망되어, 단기수급 측면에서 적극적인 조치(수요관리, 설비 정비기간 조정 등)가 필요				
- '11년 이후에는 적정 예비율 확보로 효율적인 수급안정 가능				

구 분	'06(실적)	'10	'15	'20
최대수요(만kW)	5,899	6,461	6,947	7,181
발전설비용량(만kW)	6,556(6,370)	7,841(7,287)	9,292(8,509)	9,428(8,815)
전국	8.0	12.8	22.5	22.8
예비율(%)				
수도권	14.0	11.4	19.5	15.9
(실효)				
제주권	32.4	22.5	60.6	37.2

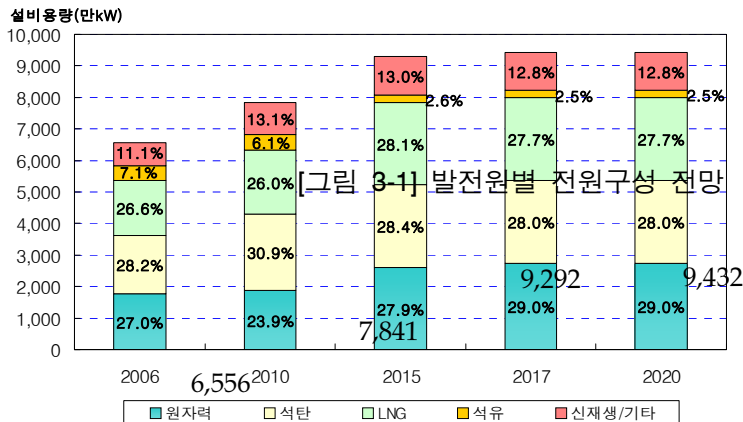
* ()내는 하계 실효용량 기준

나. 전원구성 전망

○ 원전, 석탄, LNG 등 3대 주요 전원 위주의 발전체계 유지

- 발전량 기준 원전, 석탄 발전비중은 다소 증가, LNG는 다소 감소하

고, 경제성이 없는 석유발전 비중은 지속 축소							
구 분		원자력	석탄	LNG	석유	수력/기타	합계
설비 용량 (만kW)	2006년	1,772 (27%)	1,847 (28%)	1,744 (27%)	468 (7%)	725 (11%)	6,556 (100%)
	2013년	2,312 (26%)	2,508 (28%)	2,615 (29%)	297 (3%)	1,177 (13%)	8,908 (100%)
	2020년	2,732 (29%)	2,641 (28%)	2,615 (27%)	233 (3%)	1,207 (13%)	9,428 (100%)
	2006년	37.8	36.1	19.5	5.1	1.5	100
	2013년	38.0	38.5	20.7	1.1	1.6	100
발전 비중						1.5	100



5. 전력저체비하

- ◆ 급변하는 에너지환경에 대한 대응능력 강화
- ◆ 적정 전원 MIX 유도
- ◆ 지속가능한 전력수급 시스템 구축
- ◆ 시장기능 활성화를 통한 전력산업 효율성 제고

- 미래 에너지 환경 분석 역량강화, 해외 전력정책 분석 및 동향분석 등을 통해 급변하는 에너지 환경 대응능력 제고
 - 불확실성의 증대에 따라 계획 수립의 중간년도에 전력수요 재예측, 설비건설 점검 등을 통해 수급계획의 수정·보완 추진
- 2030년까지의 전력수급 여건, 에너지 가격전망 등을 토대로 적정 전원 구성 비전을 제시하기 위한 「전력수급 2030 비전」 수립 추진('06년 말 정책연구 착수 후 '07년 완료)
- 기후변화 협약 대응 등을 위해 신재생에너지 보급 확대 및 기술개발 지원과 발전부문의 CO₂ 저감 방안 적극 고려

6. 전력수급계획에서 소형열병합 반영

가. 제2차 전력수급기본계획

- 환경친화적인 전력수급체계 구현의 일환으로 소형열병합 등 집단에너지 설비를 설비계획에 최초 반영
 - 산업공단내 자가 열병합발전설비 및 지역난방공사의 지역 열병합발전 설비 등이 2002년부터 경쟁 전력시장에 참여함에 따라, 시장에 진입한

집단에너지 설비를 설비계획에 최초 반영

- 향후 건설 예정인 집단에너지설비 등은 에너지의 효율적 사용 측면에서 설비계획에 적극 반영
- 소형열병합 설비는 총 용량만 반영하고, 기수는 0을 적용

<표 3-5> 연도별 소형열병합발전 건설계획

구 분	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012~2017
용량(MW)	16	16	56	47	61	79	105	142	2,078
누적용량	16	32	88	135	196	275	380	522	2,600

- 이는 경쟁전력시장의 새로운 패러다임을 반영한 것으로, 구역전기사업자(CES), 신재생에너지사업자의 시장진입으로 소규모 공급자원에 대한 정책적 관리의 필요성이 대두된 것에 기인함.
- 이에 따라 향후 소형열병합설비에 대한 기술특성, 발전기여도, 자원 잠재력 등에 대한 상세 자원조사 필요

가. 제3차 전력수급기본계획

- 발전설비 계획 및 전력수급 전망에 분산형 전원(신재생, 집단에너지 등)은 정책적 차원에서 건설의향을 전부 반영
- 분산형 전원 확대의 일환으로 집단에너지 설비는 에너지이용 효율화 차원에서 집단에너지 공급지정 대상지역 확대 등을 통해 장려
- 소형열병합 설비는 2차 계획 반영 규모인 260만kW 규모로 추진하고, 향후 구체적인 이행계획 등을 마련하는 것으로 함.
- 2006년에 공표된 3차 전력수급기본계획에서도 연도별 구체적인 소형열병합발전소에 대한 전망과 근거자료가 제시되지 않아 반영할 수 있는

근거가 미흡하여 정책방향에만 언급하고, 연도별 발전소 건설계획에는 소형열병합 설비계획이 구체적으로 제시되지 않았음.

- 점차 소형열병합발전이 점차 확대해가고 있는 추세에 있어, 단순히 소형열병합발전을 설비용량으로 반영하는 것은 한계

제2절 수요측 자원 분석

1. 개요

- 전력수급의 불균형 문제는 국가적 에너지위기를 초래할 수 있음.
 - 발전 및 송전에 대한 새로운 투자는 이러한 문제를 해결할 수 있는 한 가지 방안임.
 - 또한, 효율 및 부하관리, 소비자 자가발전, 그리고 시장가격에 연계한 소비자반응 등을 이용한 수요측 자원을 관리함으로써도 문제해결에 도움을 줄 수 있음.
- 미국 전력시장의 경우, 수요측 자원(Demand Resources)을 다음과 같이 정의.
 - 동부 메릴랜드주의 전력회사인 BGE는 수요자원을 에너지절약, 부하관리, 수요반응, 분산형 전원 및 에너지효율향상을 포함하는 수요관리 프로그램으로 정의
 - 미국 북동부 최대 전력시장인 PJM은 수요자원을 수요를 감축하거나 혹은 부하를 제어할 수 있는 증명된 능력을 가진 자원으로 정의
 - 또 다른 전력시장인 ISO-NE는 수요자원을 on-peak 수요자원, 계절적 피크수요자원, 임계피크수요자원, 실시간수요반응자원, 혹은 실시간비상발전자원으로 정의

○ 수요측 자원관리의 장점

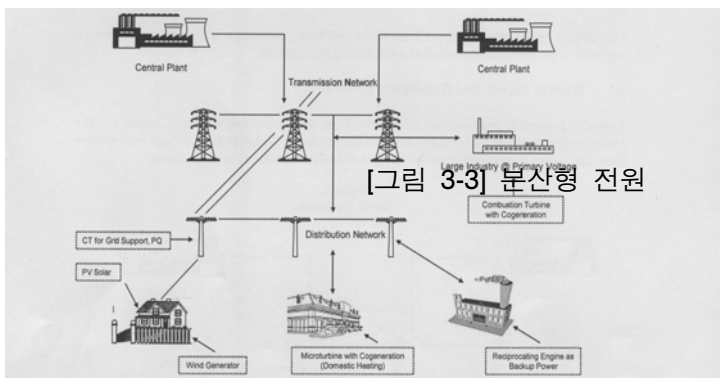
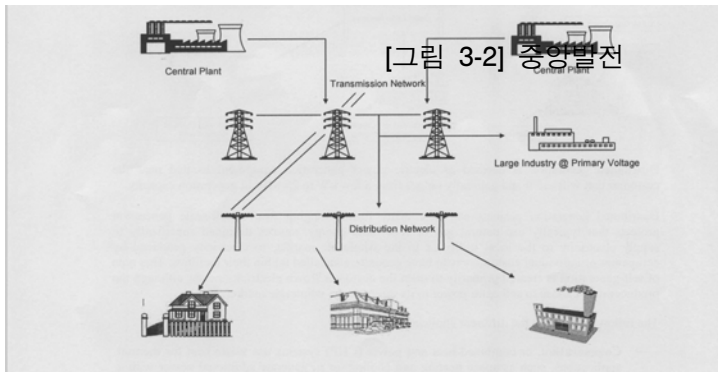
- 전력부하 증가에 따라서 발전시설을 늘리는 방법은 송전망 용량에 있어 특히 피크기간에 문제를 야기할 가능성이 있음. 송배전 확장을 같이 하지 않는 이상 새로운 발전시설 확장은 부하관리에 그다지 도움이 되지 못할 가능성이 있음. 그러나 수요측 자원은 공급/운반 체인의 최종 소비자측에서 부하관리가 되기 때문에 발전 적합성 및 연료 공급에서부터 송전망까지 모든 체인의 각 연계에 있어서 동시적으로 신뢰도를 증진시킬 수 있음.
- 에너지 효율성에 의한 부하관리는 피크시간대와 같은 중요한 시간대의 최종소비자의 시스템 부하커브를 조절함. 예를 들면, 에어컨 에너지 효율성 증진은 가장 중요한 시간대에 시스템부하를 줄일 수 있게 함.
- 수요측 자원을 통한 신뢰도 증진은 나라 전체적으로 전력요금을 감소시키는 효과도 창출함. 그 이유는 많은 효율성에 관련한 정부조치들은 발전 및 배송 비용보다 경제적이기 때문임.
- 수요측 자원관리는 또한 전력산업의 환경적 영향을 줄임. 부하관리 및 부하반응 프로그램은 새로운 전력시설 및 송전망 건설에 대한 필요성을 잠식시키기 때문임.

2. 분산형 전원

가. 정의에 대한 논란

- 전형적인 발전자원은 [그림 3-2]에서 보이듯이 대규모시설로 부하위치로부터 멀리 떨어진 곳에 위치하며, 생산된 전력은 고압송전망 및 배전선을 이용하여 가정 및 상업용 빌딩에 공급됨. 반면, 분산형 전원은 최종소비지 또는 최종소비가 발생하는 인근에 위치하는 전력배전시스템의 독립형 전력발전시설임([그림 3-3]참조).

- 그러나, 수요측 자원과 관련하여 분산형 전원에 대한 정의는 분산형 전원을 활용하고 있는 나라마다 서로 상이함.2)



자료: EES Consulting(2007)

- 2) 북미에서는 분산형 전원을 'dispersed generation'라는 용어로, 영미 국가들에서는 'embedded generation', 그리고 유럽과 아시아 일부 국가들은 'decentralized generation'이라는 용어를 지역에 따라 달리 사용하고 있음.

- Distributed Generation : Decentralized Generation : Dispersed Generation

- 일부 국가에서는 분산형 전원을 전압을 기준으로 하여 정의한 반면, 여타 국가들은 고객부하에 직접적으로 전력을 공급하는 지선이하에 분산형전원이 연결되어야 하는 원칙에 기초하여 정의하기도 함.

- 또한 다른 국가들은 분산형 전원을 재생에너지, 열병합발전, 급전불가 등과 같은 근본적 특성을 가진 것으로 정의하기도 함.

○ 이러한 상이한 정의는 전원의 가치와 효용에 대한 평가의 관점에 따라서 분산형 전원의 형태가 달리 정의될 수 있을 뿐만 아니라, 기존의 전력계통과의 연계 문제 및 전력수급계획에 반영하는 정도에 따라서 그 규모와 역할이 달리 정의될 수 있기 때문에 발생함.

○ 분산형 전원의 성격을 명확하게 구별하기 위해 분산형 에너지 자원(Distributed Energy Resource), 분산형 전원(Distributed Generation), 그리고 분산형 자원(Distributed Resource) 등의 각기 다양한 용도로 사용되는 용어들에 대한 정의를 이하에서 소개함.

1) 분산형 에너지 자원(Distributed Energy Resource)

○ California Energy Commission은 분산형 에너지 자원(DER: Distributed Energy Resources)을 전력소비지(가정, 기업 등)의 인접지에 적용되는 소형발전기술(전형적인 규모는 3~10,000kW)로서, 재래식 전력체계에 대한 진보된 기술 또는 대안적 기술로 정의함.³⁾

○ 또한, 미국 에너지부 산하 에너지효율 및 재생에너지부서는 분산형 에너지 자원을 소비자가 필요로 하는 곳에 전력용량 또는 에너지를 제공

3) CALIFORNIA ENERGY COMMISSION(JANUARY 2007), 2006 Integrated Energy Policy Report Update, p.73.

하는 소규모, 모듈라(modular), 에너지 전원 및 저장기술로 정의함. 전형적으로, 10MW이하의 전력을 생산하는 DER 시스템은 일반적으로 소비자의 특정요건에 맞는 크기로 현장에 설치됨.

- DER 시스템은 로칼 전력망에 연계되거나 또는 망으로부터 분리된 단독기기로 존재할 수 있음.
- 필요 전력공급 및 열을 생산할 수 있는 분산형 에너지 기술로는 고기솔산업터빈 및 마이크로터빈, 연료전지, 지열시스템, 천연가스엔진, 태양광(PV)시스템, 풍력터빈시스템, 소규모모듈라 바이오전력시스템, 에너지저장시스템, 혼합형시스템 등이 있음.

○ 분산형 에너지의 장점

- 소비지인접에 입지하여 송배전손실(약5%)을 감소시킴.
- 소비지에 인접한 여건 때문에 폐열 이용에 적절하며, 난방 목적으로 소비되는 천연가스 또는 전력을 대체할 수 있음.
- 소비지 인접 여건으로 인하여 현지의 효율과 발전능력의 통합이 가능하다는 점. 예로서 주거용 에너지 시장에 분산형 에너지를 도입 적용하면 "零收支에너지住宅(net zero energy home)"⁴⁾이 실현가능

○ 분산형 에너지의 단점

- - 소비자 또는 소매업자가 분산형 전원을 설치함에 따라 Utility회사의 수입감소하며, 분산형 전원시설을 설치함에 따라서 발생할 수 있는 소음문제, i.e. 풍력단지
- 망 신뢰도를 유지하기 위해 소요되는 시스템비용 및 보수유지비용
- 연료전지, 마이크로터빈, IC 엔진, 인버터, 통신 및 관리감독, 스위치기

4) 가정의 에너지 생산량이 에너지 소비량보다 많거나 같아서 에너지수지가 영(零) 이상인 주거용 주택.

어 등에 소요되는 시설비용

○ 분산형 에너지 확대 및 보급상의 문제점

- 시장경쟁정책 등은 통합전력수급대책의 확대 적용을 저해하고 있으며, 특히 분산형 에너지 기술의 도입 및 보급을 저해함.
- 분산형 에너지가 전력 공급망에 접속을 할 때 적용할 기준(standard)이 미비하여, 이런 기준의 결여가 분산형 에너지의 공급망 접속에 있어 효과적인 저지수단으로 역할
- 현행 대기환경규제는 분산형 에너지기술로부터 얻을 수 있는 추가적

		<표 3-6> 분산형에너지자원 기술 분류					
시스템	유형	전력품질 향상	예비전력	피크조정	저비용전력	CHP	
고기술산업터빈 및 마이크로터빈			○	○	○	○	
연료전지		○			○	○	
지열시스템				○		○	
천연가스엔진			○	○	○	○	
태양광시스템			○	○			
풍력에너지시스템				○	○		
소규모모듈라바이오전력시스템			○	○	○	○	
에너지저장시스템		○	○				
혼합형시스템		○	○	○	○	○	

- 5) National Energy Policy Development Group (2001)에 의하면, 요금상계제도(net metering)제도는 분산형 에너지 프로젝트에 대한 소비자의 비용을 낮출 수 있으나, 잉여 에너지를 공급망에 판매할 수 있는 법규상의 체계가 미비하면 소비자들의 분산형 신재생에너지 자원의 설비 이용이 저조. 따라서 소비자가 소형 전기 프로젝트를 가정에 설치하고, 잉여전력을 지역유틸리티회사에 판매를 하도록 함으로써 유틸리티로부터 구매한 전력과 상쇄 할 수 있도록 이에 대한 규정이나 규제 체계를 마련하는 것이 중요하다고 지적. National Energy Policy, Report of the National Energy Policy Development Group, pp.6-9

2) 분산형 자원(Distributed Resource)

- Moskovitz(2000)는 분산형 자원(Distributed Resources)을 시스템에 의해 공급되는 고객의 전력수요와 신뢰도수요를 충족하기 위해 송전시스템과 구별되는 배전시스템을 통하여 활용할 수 있는 수요 및 공급자원으로 정의.
- 분산형 자원의 두 가지 측면
 - 첫째는 배전시스템 내부에 위치해 있거나 혹은 계량기 고객측에 입지해 있는 분산형 전원
 - 두 번째는 전력수요를 피크시점에서 비피크시점으로 이전을 도모하는 부하관리 시스템과 같은 수요측 자원 혹은 전체 전력수요를 저감하는 건물 혹은 산업체의 효율성을 향상시키는 에너지효율향상 기기를 포함. 분산형 자원의 개념에 있어 중요한 점은 소비자측 계량기상의 전력시스템안에서의 자체발전 뿐만 아니라, 소비자수요를 감소시키는 수단이라는 점임.

3) 분산형 전원(Distributed Generation)⁶⁾

- 다양한 접근방법 및 효용가치 평가기준에 따라서 달리 정의될 수 있는 분산형 전원에 대해 국내에서 통용될 수 있는 분산형 전원의 정의를 정립하기 위해서 국내외의 문헌들을 토대로 중요 요소를 식별
- 전력의 소비지점에 인접해 있다는 의미에서의 분산형 전원은 오래 전부터 인식되어진 정의임.
 - 분산형전원시설의 위치로서의 정의에 대해서 많은 상이한 의견이 존재. 대부분의 연구자들은 분산형 전원의 위치를 네트워크의 배전측으

6) Ackermann(2001)과 한국전기연구원(2005)의 보고서를 참조하여 작성함.

로 정의하나, 소비자측 및 송전측을 포함하기도 함(Ackermann 등, 2001).

- CIGRE의 경우에는 분산형 전원을 연구하는 분과위원회를 두어 운용하고 있는데, 이 위원회에서 분산형 전원을 배전망에 접속되고, 중앙에서 계획 또는 급전되지 않으며, 최대 50~100MW의 설비용량을 가진 모든 발전기로 정의함. 이러한 정의에 따르면, 분산형 전원은 송전망운용자의 통제권에 있지 않게 됨. 즉, 송전망확충계획에 의해 건설된 발전기와 급전을 위해 설치된 발전기는 분산형 전원으로 인정하지 않음.
- IEEE의 경우에는 분산형 전원을 중앙급전지시를 받는 발전소보다 설비용량이 작은 발전설비로 정의. 즉, 전력계통의 어떤 모선에 접속해도 계통운용에 큰 영향을 미치지 않는 경우로 정의.
- IEA(2002)에서는 분산형 전원을 전력소비자의 거주 지역에서 혹은 지역별 배전시설에서 전력을 생산하여 이를 직접 지역배전망에 공급해 주는 발전기로 정의. IEA에서는 다른 정의들과는 달리, 발전용량에 대해서는 기준으로 삼고 있지 않는 것이 특징
- Ackermann 등(2001)은 발전용량보다는 계통의 접속과 그 위치 측면에서 분산 전원을 정의. 즉, 분산형 전원을 배전계통이나 수용가 계량기 주변에서 직접 접속되는 발전원으로 정의. 이 정의가 다소 광범위한 의미를 내포하고는 있으나, 분산형 전원 기술의 잠재력에 제한을 두지 않고 있다는 점에서 실효성이 있는 정의라고 할 수 있음.⁷⁾

-
- 병원 등지에서 예비 발전기, 거주지 옥상에 시설된 태양광발전시스템, 그리고 대규모 단지(공장, 교육시설, 주거지) 내에 설치된 열병합발전(CHP: Combined Heat and Power, Co-generation) 등이 일례임.
 - 전통적으로 전기사업자는 연료운송비, 환경규제, 전원입지 등을 고려해 전력이 소비되는 지역과 멀리 떨어진 곳에 발전소를 건설하고, 고

7) 이외에도 분산형 전원을 소규모의 발전원 혹은 대규모 중앙급전 대상발전이 아닌 부하에 근접해 있으면서, 1kW ~ 수 MW에 이르는 발전기 혹은 전력저장설비 또는 30MW 이하의 소규모 발전기로 정의한 경우도 있음. 발전기는 특정 소비자의 전력수요를 충족시키거나 분산전력망을 경제적으로 운영하기 위해서, 전력소비지역에 또는 그 근접지역에 위치.

압 송전선을 이용하여 원거리 전력전송을 통해 배전시스템까지 고압의 전력을 전송하여 배전 시스템에서 그 전압을 낮추어 소매 소비자에게 전달해 줌. 이와 같은 일반적인 전력시스템 하부구조상의 관점에서 분산형 전원은 전력소비지점과의 전기적 거리관점에서 평가되고 정의됨.

- 일부 국가에서는 분산형 전원을 전압수준을 기초로 정의를 내리고 있으며, 이는 분산형 전원이 전력망에 접속되고 이로부터 소비자에게 전력이 공급된다는 원칙에서 출발한 것임. 또 다른 국가들에서는 분산형 전원을 몇몇 기본적인 특성(신재생 에너지, 열병합 발전, 급전불능 등)을 가진 것으로 정의하기도 함.
- 또한, 전력시스템의 총 발전설비/발전량에 대해서 분산형 전원설비/발전량의 비율을 보면 그 규모가 매우 작은 점에서⁸⁾⁹⁾ 분산 전원을 소규모 발전으로 정의하는 경우도 있는데, 이러한 소규모 발전에 대한 정의는 명확하지 않음.
- 발전용량측면에서 분산형 전원의 정의를 살펴보면, 일부에서는 분산형 전원에 대규모 열병합 발전이나 풍력단지를 포함하는 경우도 있고, 일부에서는 배전계통에 접속되는 소규모 발전기로 정의하는 경우도 있음. 이러한 정의에 의하면 배전계통에 접속되는 소규모 발전기는 분산형 전원으로 인식할 수 있는 것을 의미함.

- 8) 미국 DOE (U.S. Department Of Energy)의 한 기관인 에너지 정보국(EIA)의 평가에 따르면 2000년도 미국 전체 발전량 3조 8천억kWh 가운데 약 0.5%인 210억kWh를 소비자의 자체 사용을 목적으로 한 비전기사업자가 발전한 것이고, 상업 및 산업분야에서의 열병합 발전시스템에서 자체 사용을 위해 생산한량은 시간당 1,350억 kWh(미국 발전량의 3.6%).
- 9) DOE EIA, Annual Energy Outlook 2003, with Projections to 2025, DOE/EIA_0383(2003) (2002년 12월), Table A8. "일차적인 목표가 전기 혹은 전기 및 열을 소비자들에게 판매할 용도로 만들어진 열병합 발전소(북미산업분류체계[NAICS] code 22)"는 4.2%의 전기를 추가적으로 생산.

- 따라서 배전계통에 접속되는 소규모 발전기와 전력소비지역 인근에 설치되어 송전계통에 접속되는 다소 큰 발전기에 대해서 분산형 전원으로 인식할 것인지 대한 의사결정이 요구됨.
- 또한, 신·재생에너지를 이용하는 대규모 발전설비 등이 전력망에 접속하여 전력을 공급하는 경우에는 분산형 전원으로 인식할 것인지에 대한 의사결정 또한 요구됨.

○ <표 3-7>은 소규모 발전으로 분류될 수 있는 발전기술을 나열하였으

며, 전술한 바와 같이 다양한 정의가 혼재하고 있는 것을 볼 수 있음.							
<표 3-7> 분산형전원의 발전기술과 특성							
구분	일반사항	적용범위	전력변환효율	적용	연료	비고	
왕복엔진 (Reciprocating engines)		디젤: 20kWe-10+MWe (IEA)	디젤: 36%-43% (IEA)	비상 시 또는 예비용	디젤, 연료용 중유	가스, 주로 천연가스, 바이오가스 및 landfill gas가 이용됨.	
		가스: 5kWe-5+MWe (IEA) 1MWe 이하	가스: 28%-42% (IEA)				
		생산에서 가장 알려진 기술					
	가스 터빈	1-20MWe (IEA)	21-40% (IEA)	CHP	가스, 등유		
		Molten carbonate: 50kWe-1+MWe (IEA)	35-60% (IEA)	공급시설 PEMFC: 운송 및 고정장치에 이용되는 저온저온	메탄올		
		Proton-exchange membrane: 200kWe-2MWe (IEA)	MCFC: 50-55% (IEA)	MCFC: 고온	수소, 천연 가스, SMR		
연료 전지 (Full Cells)		Solid oxide: SOFC (A)	MCFC: 250kWe-2MWe (A)	운송분야에 주로 이용		효율성 감소	
		Phosphoric acid: PAFC (A)	PAFC: 35% (IEA)				
		PEMFC: 1kWe-250kWe (A)	PEMFC: 35% (IEA)				
		SOFC: Direct	SOFC: 50-55%	SOFC: 고온			

구분	일반사항	적용범위	전력변환효율	적용	연료	비고
	Methanol:DMFC PAFC만이 현재 상업적으로 이용가능	1kWe-5MWe (A)	(IEA) 소규모기기의 전력효율 : 25%	전력발전이 빠른 시일내에 적용가능 CHP, UPS		
마이크로 터빈 (Micro turbines)		30kWe-200kW e (IEA)	25-30%(IEA)	CHP를 포함 가능한 전력발전	일반적으로 천연가스 이용. 또한 flare, landfill, 그리고 바이오가스 이용가능	
태양광 (Photovoltaic)	열생산 없음	1+kW (IEA) 20+kW (A); 많은 셀을 이용시 모든범위에서 가능	적용불가	가계, 소규모 상업기기 Off-grid applications Developing countries Small scale applications	태양	예측불가능 생산; 용량요소 B10-15% 서유럽
풍력 (Wind)	해양 및 육지	200W-3MW (A)	적용불가		풍력	예측불가능 생산; 용량요소 on shore B20-25%
기타 에너지	태양열, 재생 열, 해양 소수력,지 열, 해양		적용불가			

주1) (A) : Ackermann et al. (2001), (IEA) : International Energy Agency (2002)

주2) 배출량은 직접배출과 간접배출을 모두 포함

- <표 3-7>은 국제 포럼인 CIRED가 1999년에 회원국을 대상으로 실시한 설문조사를 토대로 확인된 것임. 그러나 이를 통해서 구체적이고 명확한 정의를 내리기에는 미흡한 점이 있는 것으로 보임.

나. 정의를 위한 주요 요소¹⁰⁾

- 중요 요소를 평가하는 방법과 전원으로서의 가치 및 효용을 평가하는 관점에 따라 다양한 분산형 전원의 정의가 존재
 - 국내 환경에 맞는 분산형 전원의 정의를 수립하는데 있어 관련된 중요한 요소로는 설비위치, 계통연계, 설비용량, 공급서비스, 발전기술, 운전형태, 소유형태 등이 있음.

1) 설비위치

- 설비의 위치에 따라 분산형 전원을 정의하기 위해서는 부하중심지에서 설비까지의 거리를 파악할 필요가 있음.
 - 전력의 생산지 인근에서 전력의 소비가 이루어지는 소매 소비자 소유의 전력생산이 분산형 전원에 포함될 수 있음
 - 소매 사업자가 건설한 열병합 발전설비가 포함될 수 있음.
 - 설비위치에 따른 분산형 전원의 정의는 부하중심지에서 설비까지의 전기적인 등가거리에 대한 명확한 정의를 요구함.
 - 전기적 등가거리 뿐만 아니라 설비의 위치에 따라서는 전력계통에 다양한 전력흐름(power flow)상의 문제를 야기할 수 있기 때문에 이에 대한 면밀한 사전검토가 이루어진 후 종합적으로 정의될 필요가 있음.

2) 계통연계

- 대부분의 정의에서 분산형 전원은 배전 또는 수용가 측 계량기를 통해 배전계통에 연계되는 전원으로 정의.
 - 즉, 분산형 전원은 부하지 인근에 위치하여 전력을 공급하는 설비로 정의할 수 있음.

10) Ackermann(2001)과 한국전기연구원(2005)의 보고서를 참조하여 작성함.

- 그러나, 전원이 부하지에 근접해 있는 이론적 배경을 보완할 필요성이 제기됨.
- 계통연계에 관한 요소를 통해서 분산형 전원을 정의할 경우에 있어서 전압수준에 따른 정의는 전압수준이 접속점에서 바라본 전력계통의 구조를 정확히 반영하는 것이 아니기 때문에 문제가 있음.
- 설비를 계통에 연계하는 연계점에서 주어진 전계시스템의 구조에 따라 설비가 계통에 미치는 파급효과 및 전기적 등가거리의 개념이 달라짐.
- 따라서, 전압수준만을 고려하여 분산형 전원을 정의하는 것보다는 계통구성의 형태를 고려하여 정의하는 것이 바람직한 것으로 평가되고 있음.

3) 발전용량

- 단위별 발전설비용량이 분산형 전원에 대한 정의를 내리는데 있어서 명확한 기준 중의 하나로 평가되고 있음.
- 최대 발전용량 수준에 대한 다양한 의견이 존재하고 있어 명확한 정의를 내리기는 어려움.
- 배전계통 자체용량이 다양하기 때문에, 단순히 분산형 전원의 용량 수준에 따라 분산형 전원을 정의하기 보다는 계통에 파급되는 영향을 고려한 계통의 용량수준이 일정량 이하인 경우에 대해서 분산형 전원으로 정의하는 방안이 제안됨.

4) 공급 서비스

- 공급 서비스 측면에서 분산형 전원을 평가해보면, 발전설비가 적어도 유효전력(active power)을 공급해야 함.

- 이는 무효전력이나 기타 품질유지 서비스(ancillary service)가 단지 부가적인 재화(생산물)이지 필수적인 재화는 아니라는 시각에서 평가된 것임.

5) 발전 기술

- 발전기술만을 통해서 분산형 전원을 정의내리기는 어렵지만, 발전기술은 분산형 전원을 정의하는데 유용한 도구로 사용될 수 있음.
- 일부에서는 분산형 전원기술이 반드시 신·재생에너지를 이용한 발전기술로 국한해야 하는 시각도 있음.
- 그러나, 현재 상용운전중인 많은 소규모 발전기술이 신·재생에너지를 일차에너지원으로 사용하지 않고 있음. 예를 들면, 가스터빈은 기존의 재래식 시스템으로 수 kW에서 500MW의 설비용량시설로 운영될 수 있음. 신·재생에너지를 이용한 발전기술로 국한하는 분산형 전원의 정의에 의해서는 이러한 가스터빈은 분산형 전원이라고 정의될 수 없음. 그러나, 소규모시설로 부하집중 인근에서 전력을 공급할 수 있다는 측면에서는 분산형 전원에 포함할 수 있음.
- 일차에너지원으로써 신·재생에너지를 사용하여 발전하는 설비를 모두 분산형 전원으로 고려할 경우에는 대규모 풍력단지와 같이 부하집중지에서 원거리에 위치하고 있음에도 불구하고 사용하는 에너지원으로 분산형 전원으로 정의될 수 있음.
 - 예를 들면, 설비용량이 100MW이상인 대규모 풍력단지 또는 대규모 수력발전소 등을 분산형 전원으로 정의될 수 있는 문제가 발생함.

6) 운전 형태

- 계획운전의 가용성, 시장가격에 연동한 발전, 그리고 급전가능성 등과 같은 운전형태도 분산형 전원의 중요한 정의의 기준이 될 수 있으나,

전력 네트워크의 운영과 관련하여 국제적인 규제가 나라별로 다르기 때문에 이러한 운전형태를 분산형 전원의 정의에 사용하는 것은 바람직하지 않는 것으로 평가됨(Ackermann 등, 2001).

- 하지만, 분산형 전원이 계통운용자의 통제권 밖에 있으므로 하여 발생하는 다양한 문제점들의 근본적인 해결책이 계통운용자 통제권 하에 분산형 전원을 포함시키는 것임. 이를 통해서 계통운용자가 전력수급 계획에 분산형 전원을 어떠한 방법으로든지 고려해 넣을 수 있다면, 분산형 전원과 수급계획사이의 논란의 소지는 해소될 것임에 따라서 이러한 운전형태에 따른 분산형 전원의 정의에 대해서 보다 심도 있고 구체적인 접근이 요구됨.

7) 소유 형태

- 일반적으로 소유의 형태를 분산형 전원에 대한 정의 기준으로 삼지는 않고 있음. 전력소비자, 독립발전사업자 그리고 기존 발전사업자가 분산형 전원을 소유할 수 있기 때문에, 소유구조에 따른 분산형 전원의 정의는 논란의 여지가 많음.
- 스웨덴에서는 전형적인 발전회사뿐만 아니라 독립 발전회사도 분산형 전원에 참여(Ackermann 외, 2001).

제4장 전력수급계획의 소형열병합발전 반영방안

제1절 자원계획의 분산형전원 반영 해외 사례

1. 미국 뉴욕시의 에너지 정책

- 미국 뉴욕시의 2008년까지 2,600MW의 신규 발전용량이 추가적으로 필요하며, 이러한 목적을 달성하기 위해 발전소와 송전선, 분산형 전원을 동시에 고려하는 것이 최선의 정책이라고 설명
- 분산형자원은 청정 수요처 발전(clean on-site generation), 다양한 에너지 효율 및 수요 감소방안, 연료 교체 등을 포함하며, 소형열병합발전은 수요처 발전에 해당
- 뉴욕시는 열병합발전을 분산형 자원 중 하나인 수요처발전으로 하여 수요측 자원으로 분류하고 있음.
- 뉴욕시는 2008년까지 3,780MW의 새로운 발전원의 공급이 필요한 것으로 추정
- 이중 665MW는 수요증가, 1,000MW는 시장의 안정성 증가, 2,115MW는 노후한 발전소의 대체를 위해 필요한 것으로 추정
- 현재 875MW의 발전시설이 건설중이며, 분산형 자원을 통해 300MW의 전력을 공급할 계획임.

가. 분산형 자원의 개념

- 분산형 자원(Distributed Resources)은 다음을 의미
- 에너지 효율(Energy Efficiency)은 에너지 효율은 계획, 에너지 효율적인 설비 등의 도입에 의한 에너지 사용의 감소를 의미

- 연료 교체(Fuel Switching Applications)는 스팀냉동기나 가스냉동기 등 전력을 사용하지 않는 냉방 설비를 지속적으로 사용함으로써 첨두 전력수요를 감소하는 것을 의미
- 열에너지 저장(Thermal Energy Storage)는 비첨두시의 냉수 저장, 빙축 시스템을 통해 첨두시간에 전력 수요를 감소하는 것을 의미
- 청정한 수요처 발전(Clean On-site Generation)는 인접지 발전으로 열병합발전, 마이크로 터빈이나 연료전지 같은 청정 분산형 전원을 의미하며, 둘 모두 수요처 인근에 위치해 있는 배전망에 연계된 발전 시설을 의미함.
- 첨두부하 관리(Peak Load Management)는 첨두시간대에 소비자로 하여금 일시적으로 그들의 전력 수요를 줄이도록 하는 방안을 의미
- 신재생에너지(Renewable Energy)는 매립가스, 태양광, 풍력 등을 의미하며, 화석연료에 의한 발전을 감소시키며, 에너지원의 다변화, 환경편익을 초래함.

나. 뉴욕시의 분산형 자원의 잠재량

- 에너지 효율의 경우, 뉴욕주 에너지연구개발국(New York State Energy Research and Development Authority, NYSERDA)은 2008년까지 하절기 피크부하를 감소시킬 수 있는 경제적 잠재량을 1,250MW로 추정하였으며, 2012년의 경우 2,710MW로 추정
- 2012년 경제적 잠재량 중 2,710MW중에 약 67%인 1,826MW가 경제적으로 실행가능하며, 2008년에는 868MW만이 실행가능함.
- 또한 실행가능한 잠재량은 향후 시장수용률(market acceptance rate), 기술채택주기(technology adoption cycle), 운영계약 등과 같은 요인들이 고려되지 않았기 때문에 현실적으로 달성하기가 어려움.

- 따라서 정책개발 목적에서는 TF에서 향후 5년간의 첨두부하의 감소를 통한 에너지 효율의 실제적 잠재량을 기준안의 경우 300MW, 상향안의 경우 868MW 내로 추정함. 이는 2012년 잠재량 2,710MW 중에 기준안의 실제적 잠재량 300MW는 전체 잠재량의 11%에 불과함
- NYSERDA는 향후 10년간 열병합발전의 기술적 잠재량이 3,276MW 정도에 해당하는 것으로 추정하고 있음.
- 대부분의 열병합발전은 5MW 이하의 규모이며, 호텔, 병원, 상업빌딩, 대규모 복합건물 같은 상업시설에 도입될 것임.
- 기술적 잠재량이 존재하지만, 열병합발전이 사업적 타당성이 있는가에 따라 실제적 도입잠재량은 감소하며, 실제 도입 잠재량은 기준안의 경우 142MW, 활성화안의 경우 343MW로 잠재량을 추정하고 있음.
- 기준안의 경우 경제적인 도입잠재량은 전체 잠재량 3,276MW의 4.3% 수준에 불과
- 첨두부하관리에 의해 기준안의 경우 127MW의 잠재량이 존재하는 것으로 추정되었으며, 이는 2003년 NYISO¹¹⁾의 특수한 경우를 반영하고 있음. 또한 첨두부하관리는 활성화안이 별도로 존재하지 않음.
- 이에 따라 2008년까지의 분산형 자원의 실제 잠재량을 추정하면 기준안의 경우 총 569MW로 추정되며, 첨두부하 관리가 127MW, 에너지효율이 300MW, 수요지발전이 142MW로 구성됨. 상향안의 경우 분산형 자원의 총 잠재량은 1,338MW로 추정됨.

11) NYISO(New York State Independent System Operator)는 전체 하절기 첨두부하 중에서 단지 3.7%만이 NYISO의 가격반응 부하 프로그램에 기록되는 것으로 나타나고 있어, 첨두부하 관리 프로그램은 상당히 확대될 수 있음을 보여주고 있으나, 잠재량을 추정하는 것은 여러 가지 요인으로 인하여 어려움.

2. 미국 북서부지역의 자원계획

가. 미국 북서부지역 전력회사 분산형전원 자원계획

1) 반영 방안

- 자원계획을 수립하고 있는 대부분의 미국의 전력회사는 분산형 전원을 수급계획 수립시 다음과 같은 방법을 통해서 반영하고 있음
 - ① 먼저 회사별로 공급구역 내에 존재하는 분산형 전원의 파악
 - ② 미래의 보급상황 예측
 - ③ 예측된 자료를 활용하여 DSM(Demand Side Management) 자원으로서의 가능성 및 출력변화를 파악하여 미래의 부하지속곡선을 수정
 - ④ 최적 전원개발계획 수립시에 분산형 전원의 보급이 공급측 자원의 건설지연에 어떤 영향을 미치는 가를 검토할 수 있으며 공급측 자원의 투자지연가능 용량을 검토
 - 이러한 계획수립을 위해서 분산형 전원의 경제성, 기술성 관련 자료를 공개하고 전기사용자의 분산형 전원에 대한 투자정보를 제공. 결국, 분산형 전원은 수요측 자원(DSM resource)로 고려되고 있음
 - 다음의 표는 미국 서부 전기사업자 통합자원계획 상의 분산형 전원의 개념과 현황에 대해서 개괄적으로 기술함
 - 수급계획에 분산형 전원의 반영에 대해서 가장 적극적인 PSE는 자체 분산형 전원 심사모형을 개발하여 활용하고 있음.

<표 4-1> 미국 북서부 전기사업자 통합자원계획상의 분산형 전원		
사업자명	개념 및 현황	
Avista	개념	◇ 분산형 전원은 전통적 전원에 대한 위협이 아님 ◇ 전기사업자의 전원 선택 대안 ◇ 분산형 전원기술을 이용한 소규모 발전시장형성 가능함
	현황	◇ 연료전지 기술 개발에 재정 지원 중 ◇ 현재 적용 중인 분산형 전원 설비는 없음
Idaho Power	개념	◇ 소비자 인근 배전시스템에 접속 가능한 분산형 전원자원 : 마이크로 터빈, 디젤, 천연가스 내연 발전기, 연료전지 ◇ 자원계획에는 분산형 전원을 포함하지 않음
	현황	◇ 자원계획 과정에서 대한적 선택전원으로 검토 ◇ 비상용 내연기관은 운영 중 ◇ 급전 중이거나 급전 계획 중인 것은 없음 ◇ 2.5MW급의 디젤 엔진 발전기를 소유, 비상용으로 운영
Nevada Power	개념	◇ 분산형 전원의 경제성과 잠재성에 주목
	현황	◇ 현재 진행 중인 대규모 분산형 프로젝트는 없음 ◇ 수요관리 계획을 통해 분산형 전원의 관리 ◇ 웹기반 DSM 정보 사이트를 통하여 전원관련 자료공유
PacifiCorp	개념	◇ 수급자원의 균형을 위한 옵션으로 사용 ◇ 열병합과 연료전지가 대상
	현황	◇ "Cogen-CT" CHP: 산업용 내연 터빈을 이용한 스팀 발전 ◇ 연료전지는 매우 비용효과적인 것으로 평가 ◇ 마이크로 터빈은 적용대상으로 보지 않음
Portland General Electric	개념	◇ 수용가 소유의 발전기를 비상전원으로 활용
	현황	◇ 수용가 소유 발전시스템의 계통연계 개발 중 ◇ 웹사이트를 통한 계통연계 관련 정보의 공유 ◇ 100MW 급전가능 대기 발전 프로그램 시행 : 연간 400시간의 시스템 피크 전력을 원격급전 ◇ 2003년 1월 현재 9.75MW가 연계

사업자명		개념 및 현황	
Puget Sound Energy	개념	◇배전시스템 계획에 분산형 전원을 포함 ◇저비용으로 신뢰성 있는 에너지 대안으로 인식 ◇분산형 전원 검색 도구를 이용 저비용의 대안을 도출 ◇2.4MVA의 디젤 대기 발전기 설치운영 ◇1.2MW 발전기를 루미 섬에 설치하여 사고발생을 대비	
	현황	◇분산형 전원의 사이트로 Dierenger substation을 고려 ◇150곳의 순검침제도 수용가의 시스템 피크전력 원격급전 :연료 전지, 소수력, 태양, 풍력 등, 25kW미만 수용가)	

2) 최신 동향

○ 자원계획 수립시 열병합발전 반영과 관련한 최신 동향

- 미국 북서부지역 전력 및 수요관리 위원회(Northwest Power and Conservation Council)는 아이다호, 몬타나, 오레곤 및 워싱턴 주의 주요 자원에 관한 미래를 결정짓는 결정을 가진 기구임.
- 동 기구는 1980년의 Northwest Power Act에 의해 20년간의 장기전력수급계획을 수립하고 있음.
- 2005년에 공표된 제5차 전력수급계획은 최초로 열병합발전을 자원 포트폴리오 구성에 반영할 방안을 고려하기 시작하였음.
- 제5차 전력수급계획 수립이전에는 소규모 설비용량, 다양성 및 예측불가한 스케줄 등의 열병합발전 특성으로 인해 주요한 자원으로서의 고려대상이 아니었음.
- 동 위원회는 500kW 천연가스엔진 발전기, 9MW 천연가스터빈 발전기, 48MW 천연가스터빈 발전기 등의 열병합발전 프로젝트를 평가하였음.
- 상기 3가지 사례를 분석한 결과 아직 중앙발전기와는 경제적 경쟁력

이 취약한 것으로 드러났으나 향후 환경 및 지역경제적 편익, 송배전 시스템비용 오프셋 등을 고려하면 가능성이 있는 것으로 보고 있음.

○ 미국 북서부지역의 열병합발전 이니셔티브 및 정책 동향

- 전력자원 구입에 있어 정책적 우선순위를 에너지절약, 신재생에너지 자원, 열병합발전, 중앙발전소 순으로 두어 추진하고 있음

제2절 소형열병합발전의 전력수급계획 반영방안

1. 소형열병합발전 전력수급계획 반영 현황

○ 전력수급기본계획에서의 열병합발전 반영 현황 및 평가

- 산업공단내 자가 열병합발전설비 및 지역난방공사의 지역 열병합발전 설비 등이 2002년부터 경쟁 전력시장에 참여함에 따라, 시장에 진입한

-	소형열병합 설비는 총 용량만 반영하고, 기수는 0을 적용하였음.									

<표 4-2> 연도별 소형열병합발전 건설계획

구 분	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012~2017
용량(MW)	16	16	56	47	61	79	105	142	2,078
누적용량	16	32	88	135	196	275	380	522	2,600

- 하지만, 제2장의 전망부문에서 분석되었듯이 소형열병합발전에 대한 향후 보급전망이 불투명한 것이 현실임. 즉, 제2차 전력수급기본계획 시 반영한 소형열병합 2600MW 보급목표의 이행차질이 예상됨. 이것은
- 주로 공동주택에 보급이 집중되고 상업 및 산업용에서 미진한 바, 이

는 주택용 전기요금의 과도한 누진제와 상대적으로 저렴한 산업용 전기요금에 기인하기 때문임

- 또한, 2006년에 공표된 제3차 전력수급기본계획에서도 연도별 구체적인 소형열병합발전소에 대한 전망과 근거자료가 제시되지 않아 반영할 수 있는 근거가 미흡하여 전력정책방향에만 언급하고 연도별 설비계획에는 반영하지 않았음

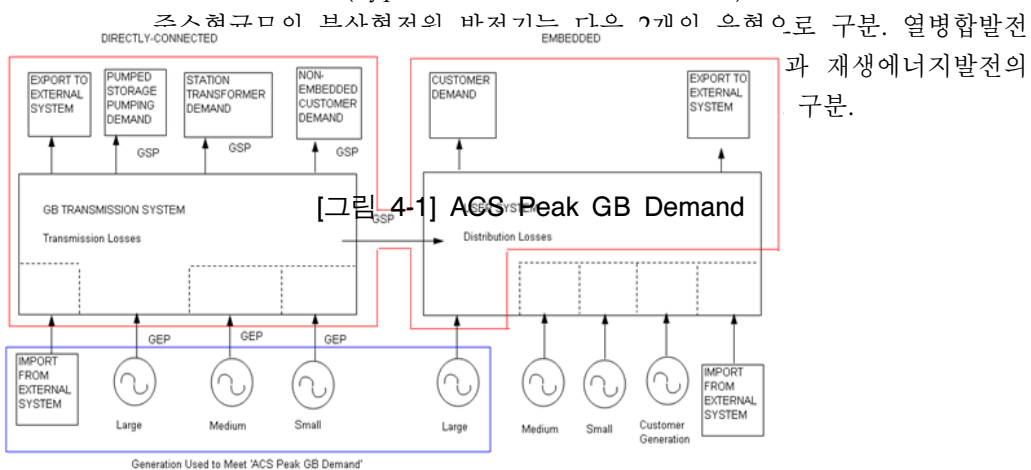
2. 소형열병합발전 전력수급계획 반영방향

가. 소형 열병합발전의 특성을 고려한 수요자원으로의 전환

- 소형 열병합발전은 전력수급계획에 반영하기 위해선 소형열병합발전과 같은 분산형전원에 대한 전력시장 기여도를 평가할 필요가 있음.
- 소형열병합발전은 일반적인 공급자원(Supply-Side Resource)과 달리, 제3장 및 제4장 제1절의 해외 사례에서 보았듯이 수요측자원(Demand-Side Resource)으로 간주되고 있으며 전력시장의 점진적 발전과 더불어 중요한 수급자원으로 인식되고 있음.
- 수요측자원은 기존의 효율향상(Energy Efficiency)자원 외에 새롭게 부상하고 있는 분산형전원(Distributed Generation)과 수요반응(Demand Response)을 포함하는 개념임.
- 따라서, 세계 각국은 분산형전원과 수요반응 등의 수요측 자원을 전력수급계획에 반영하기 위한 방안을 강구하기 위해 노력 중에 있음.
- 국내 소형열병합발전의 경우에도, 공급측 자원으로서 신뢰성과 확실한 전망자료가 부족한 실정이므로, 발전설비계획에서 제외하는 것이 바람직할 것임
 - 다만, 소형열병합발전 중 구역전기사업은 현행 집단에너지사업법에 의거하여, 집단에너지사업 허가 추진시 이를 전력수급계획에 반영하고 있는 실정

임. 따라서, 현행 전력수급계획의 반영방식대로 소형열병합발전 중 집단에너지사업 혹은 구역전기사업 등의 사업용으로 활용되는 물량만을 반영하는 것이 바람직함. 반면

- 자가용 발전설비의 경우, 현행 전력수급계획에서는 공급과 수요예측 부문에서 제외하고 있으므로, 현행과 같이 자가용 소형열병합발전은 전력수급계획에서 제외시키는 것이 타당함
- 영국의 전력수급계획인 7년간 전망계획(Seven Year Statement; SYS)에서도 분산형전원이 분담하게 되는 자가발전(Self-Generation) 수요는 전체 전력수요 예측에서 제외하고 있음
- 즉, 소형열병합 등의 분산형전원을 자가발전(Self-Generation)과 사업자(Customer)로 구분하여 수급계획에 반영하고 있음
- 분산형전원 유형(Types of Embedded Generation)과 관련하여 통상적으로



과 재생에너지발전의 구분.

- 호주의 전력수급계획인 Statement of Opportunities 에서도 전력시장의 열병합발전과 신재생에너지발전에 대한 전망을 수립하여 이를 전체 전력수요예측 에서 반영하고 있음

- 최근에는 비중앙급발전(non-scheduled generation)¹²⁾과 전력시장등록면제 발전(exempted generation)¹³⁾에 대하여 15년 장기 전망을 실시하여 이를 수급계획에 반영하고 있음

- 동 전망에는 비급발전기와 전력시장등록면제 발전기 등의 총발전설비용량, 총발전량(output), 총 역송발전량(buy-back), 자가발전량(own-use) 등에

Year	Capacity (MW)			Output (GWhs)			Buyback (GWhs)			
	Cogeneration renewable and non-renewable		Non-cogeneration renewable and non-renewable	Cogeneration renewable and non-renewable		Non-cogeneration renewable and non-renewable	Total			Own-use
	Scheduled	Embedded	Embedded	Scheduled	Embedded	Embedded	Scheduled	Embedded	Total	
2003	0	482	73	0	2283	225	0	599	599	1910
2004	0	482	75	0	2283	236	0	609	609	1911
2005	35	482	79	129	2283	250	45	622	667	1995
2006	65	497	113	365	2323	331	128	727	854	2165
2007	121	497	117	655	2323	344	229	740	969	2354
2008	201	512	142	1111	2362	406	366	821	1187	2691
2009	201	547	146	1111	2489	419	366	936	1302	2717
2010	201	552	146	1111	2509	419	366	944	1310	2729
2011	231	576	153	1347	2635	441	449	1016	1465	2959
2012	321	593	168	2057	2680	474	697	1058	1755	3455
2013	321	608	172	2057	2726	488	697	1090	1787	3483
2014	366	620	172	2412	2757	488	821	1099	1920	3736
2015	391	620	179	2611	2757	510	891	1120	2012	3866
2016	391	620	179	2611	2757	510	891	1120	2012	3866
2017	391	620	183	2611	2757	523	891	1133	2024	3867
2018	391	620	183	2611	2757	523	891	1133	2024	3867
2019	391	620	183	2611	2757	523	891	1133	2024	3867
2020	391	620	183	2611	2757	523	891	1133	2024	3867

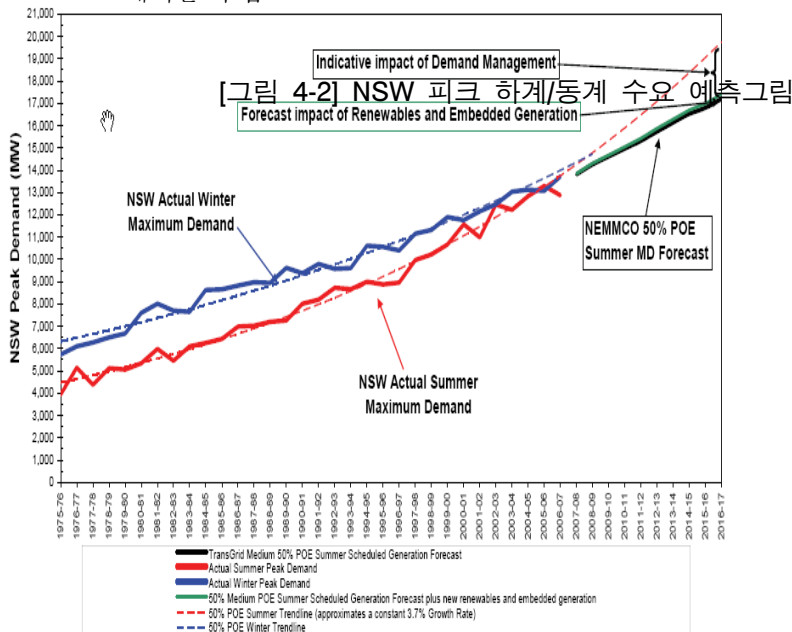
<표 4-3> 호주 퀸즐랜드주의 발전량, 역송발전량, 자가발전량 추정

- 참고로, 호주의 대표적 주인 뉴사우스웨일즈에 있어 분산형 전원설비의 전력수급계획 반영시의 절차로는 다음과 같음. 즉, ① 분산형 전원이 담당하게 될 수요를 포함한 시스템의 전체 가용한 수요를 모두 식별하고, ② 수

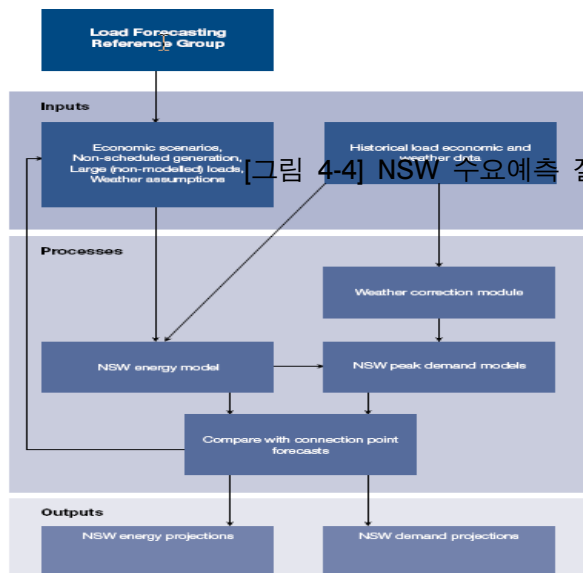
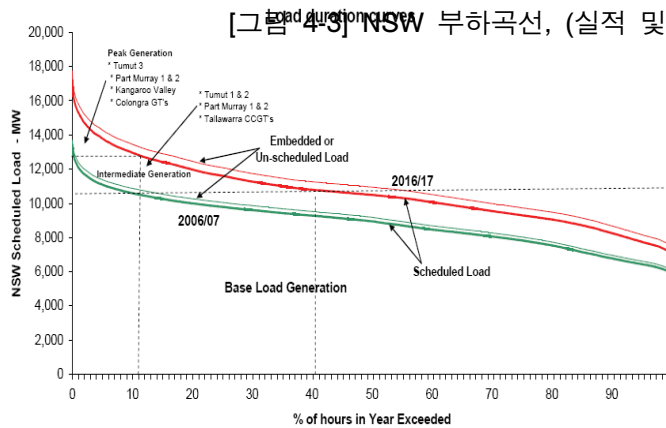
12) 비급발전기는 풀시장에 참여하지 않는 발전기를 지칭. 발전설비용량이 30MW를 초과할 수 있으나 설비용량규모, 연료유형, 혹은 낮은 이용율 등으로 인해 풀시장에 강제로 참여를 요구받지 않는 발전기들임

13) 발전기의 설비용량, 부하의 고유 특성, 혹은 소규모 잠재적 역송발전량으로 인해 전력 풀시장에서 등록을 면제받는 발전기를 지칭

요의 형태에 따른 중장기 수요예측을 수행함. 즉, 기존 전력망을 통해서 전력을 공급받는 수요, 기존 전력망을 사용하지 않고 자체 생산설비를 이용하는 설비의 수요를 구분하여 포괄적으로 중장기 수요예측을 수행하며 ③ “수요자원”으로 분산형 전원설비를 고려할 경우는 ②를 통해서 확보한 중장기 수요예측자료를 통해서 분산형 전원의 설비 및 에너지 용량을 수요에서 차감하여 부하지속곡선(load duration curve)을 수정하고 최적 전원개발 계획을 수립



[그림 4-3] NSW 부하곡선, (실적 및 예측)



[그림 4-4] NSW 수요예측 절차

나. 소형 열병합발전의 수요자원 전환시 고려사항

- 소형 열병합발전을 전력수급계획 수립에 있어 수요관리자원으로 전환을 검토할 필요가 있음
 - 대통령 산하 지속가능발전위에서 제기한 수요관리자원으로 전환방향은 수요관리자원인 부하관리와 효율향상과 같은 현재의 분류를 살펴볼 때, 합리적으로 포함시키는 것은 현재로선 어려울 것으로 사료됨
 - 현 부하관리자원으로는 휴가보수, 자율절전, 직접부하제어, 축냉설비, 원격에어콘 등이 있는 반면
 - 효율향상사업으로는 조명기기, 인버터 등의 사업이 있음.
 - 하지만 현 수요관리량중 피크절감 계획대비 실적에 대한 신뢰성에 대한 논란이 있음.
 - 따라서 소형열병합설비를 수요관리자원으로 전환하는 것은 쉽게 결정할 사항은 아니며, 신뢰성있는 연도별 계획치와 관련 수요관리 전문위원회와 정부의 방침이 필요한 사항임. 참고로,
 - 한국전기연구원에서 분석한 자료에 의하면, 2002년에 시행한 수요관리사업들의 피크억제율을 추정한 결과 하계보수프로그램이 53.9%, 자율절전사업이 48.5% 들이었음
 - ※경쟁적 전력시장에서의 중장기 수요관리사업 추진방안('04.4), 한국전기연구원, 산업자원부
 - 수요자원에 대한 수요관리 효과 검증 및 평가 등에 대해서는 본 장의 3절 이하를 참고하여 전력수급계획에 반영할 필요가 있음
- 전력수급계획에 있어 소형열병합발전 반영을 위한 기관별 역할 정립
 - 소형 열병합발전 보급에 있어 하나의 중요한 사실은 향후 소형열병합보급확대에 대한 명확한 정책방향이 제시되고 이를 이행하는 주체와 수급정보를 제공하는 기관이 정의가 중요함.

- 소형열병합발전과 관련하여 다양한 주체들이 존재하여 각자의 역할을 수행하고 있음. 먼저,
- 정부기관중 전기위원회는 전기설비의 안전관리와 관련하여 동 설비의 공사계획 인가 또는 신고, 기술기준 마련, 전기설비의 사용전검사 등을 규정하고 있으며 또한 전기설비를 이용한 전기사업의 허가 등의 업무를 관장하는 반면 산업자원부의 에너지관리팀은 소형열병합발전 보급 정책 수립 등의 집단에너지 정책을 관장하고 있으며 전력산업팀은 전력수급기본계획 수립 등의 전력정책 전반에 걸친 제반 역할을 수행함. 반면
- 에너지관리공단은 에너지이용합리화 자금 지원 등의 소형열병합발전 등의 보급 정책을 지원하는 역할을 수행하고 있음
- 전력거래소는 전력수급기본계획의 수립 및 전기사업의 허가에 있어 정부의 업무를 지원하는 역할을 수행하고 있음
- ESCO 사업자는 아파트, 산업체, 건물 등의 소형열병합발전 사용자들을 대신하여 소형열병합발전을 실질적으로 도입하고 운영하는 역할을 수행
- 에너지이용효율향상 및 에너지공급안정성은 국가에너지정책 수립에 있어 반드시 고려되어야 하는 중요한 요소들이기 때문에 이러한 정책 목표들이 효과적으로 연계되어 추진되도록 하는 체계 구축이 필요하다고 할 수 있음.
- 하지만, 국내의 경우 관련 기관 등의 기능과 협력을 효과적으로 가능하게 하는 체계 구축이 되어 있지 않은 상태임
- 전력수급계획 측면에서 실무적인 역할을 수행하는 전력거래소의 경우, 전력수요예측측면에서 소형열병합발전 등의 분산형전원의 수요감축 효과에 대한 주기적이고 체계적인 실태조사를 실시할 필요가 있으며

이를 통해 보다 정확한 수요예측을 확보할 필요가 있음.

- 소형열병합발전을 활용한 자가발전에 대한 현황은 에너지관리공단이 에너지절약사업의 일환으로 주기적으로 파악하고 있으나 실질적인 운영상태에 대해서는 간헐적으로 또한 부분적으로 실태조사를 실시함으로써 에너지이용 및 전력수요 감축 효과 등에 관한 정확한 실태를 파악하고 있지 못하고 있음. 따라서, 향후 이를 보완하여 소형열병합발전 실태를 파악하고 관리할 필요가 있음.
- 또한, 전력수급기본계획 수립에 있어 에너지효율개선의 정책목표 등의 이러한 여타 에너지정책 목표들을 고려해야 하나 이를 위한 충분하고 적절한 조정협력체제가 확보되어 있는 지 의문임.
- 이러한 효과적 연계체계 구축의 미비는 비효율적인 국가에너지계획의 수립과 이로 인한 자원의 비경제적인 낭비로 이어질 가능성이 큼.
- 분산형전원 보급의 장기전망 등에 대한 정보가 전력수급기본계획 등의 국가에너지정책 등에 효율적으로 반영되기 위한 메커니즘을 도입할 필요가 있음.
- 전력수급계획 수립에 있어 소형열병합발전의 효율적 반영을 위해 관련 기관의 협조체계가 구축될 필요가 있으며 이를 위한 각 기관의 역할이 확실하게 정립될 필요가 있음.
- 가장 중요한 문제로 지적될 수 있는 것은 분산형전원의 보급 중요성에도 불구하고 이에 대한 전망자료 및 분석이 미흡하다는 것임.
- 따라서 이러한 이유로 인해 전력수급기본계획 등의 반영에 있어 장기전망 등의 정보를 정확하게 제공하지 못하고 있음.
- 이런 문제점으로 인해 합리적인 전력수급계획 수립을 저해하는 요소로 작용.
- 정부는 소형열병합발전 보급 활성화 등의 계획 수립에 앞서 이에 대

한 명확한 분석과 이를 근거로 한 계획 수립의 메커니즘을 활용할 필요가 있음

- 현재 이러한 부분에 대한 업무를 관장하는 부서인 산업자원부의 에너지관리팀은 중장기 집단에너지 보급정책과 전망을 위해 집단에너지기본계획을 수립하여 정책을 집행하고 있음.
- 현재 집단에너지기본계획은 5년 단위의 계획으로 2001년에 공고된 제2차 집단에너지기본계획은 2002년에서 2006년까지의 집단에너지 보급에 관한 내용을 담고 있으며 조만간 공고예정인 제3차 집단에너지기본계획은 2007년에서 2011년까지의 보급 전망을 내용을 예정임.
- 하지만, 동 계획은 중 장기적인 계획의 성격보다 중 단기적인 계획의 성격을 띠고 있어 엄밀한 의미의 중 장기 계획은 부재한 실정임. 또한,
- 중요한 문제로 지적할 수 있는 것은 집단에너지기본계획이 매5년마다 수립되는 5년 단위의 계획인 반면 전력수급기본계획은 10년 이상의 장기 계획으로서 매2년마다 이를 수정하여 새로운 계획을 수립하여 공고하기 때문에 양 계획과의 오차가 발생하더라도 이것을 수정하게 하는 조정메커니즘이 없다는 것임.
- 즉, 집단에너지 기본계획이 가진 본질적 한계로 말미암아 관련 에너지 계획인 전력수급기본계획과 원활한 조화를 이루고 있지 못함
- 또한, 집단에너지 기본계획에도 소형열병합발전 관련부분은 주요한 내용이 아니며 별도의 장으로 구분되어 있지도 않음.
- 집단에너지사업 중 구역형 집단에너지 개념을 통해 소형열병합발전 등을 도입하는 시도는 몇 번 있었으나 이 또한 현재까지 성공적이 되지 못하고 있는 실정임.
- 소형열병합발전이 집단에너지부문에 있어 필요한 하나의 부분이기 때

문에 집단에너지 정책 및 집단에너지 기본계획 수립에 있어 효율적 반영방안을 통하여 집단에너지 정책목표를 효과적으로 달성할 필요가 있음. 하지만

- 점점 분산형전원의 중요성이 강조되어 가고 있는 현 시점에도 이를 반영하는 국가 에너지 계획 수립은 체계가 확보되어 있지 않아 이를 개선할 방안을 마련할 필요가 있음

다. 분산형전원 차등화 등의 구분 기준 설정 및 평가

○ 분산형 전원 자원 범위

- 분산형전원은 고객 시설내의 온사이트에서 전기를 생산하는 모든 자원을 포함.

○ 분산형전원의 발전 특성을 고려하여 기저발전형 분산형전원과 피크발전형 분산형전원으로 구분할 필요가 있음.

- 분산형전원 자원평가에 있어 고려되어야 할 대상은 기저발전형 분산형전원이며 피크부하삭감의 역할을 수행하거나 비상발전대기 역할을 수행하는 피크발전용 분산형전원은 수요반응으로 간주하여 처리할 필요가 있음.

○ 기저발전형 분산형 전원 평가

- 기저발전용 분산형전원은 상시적으로 가동됨으로서 해당 최종수용가의 일부 혹은 전부의 전력수요를 지속적으로 충족시켜주는 유형으로 분류할 수 있음.
- 여기에 해당될 수 있는 대표적인 분산형전원은 공동주택 등에 설치되고 있는 소형열병합발전이라고 할 수 있음.
- 기저발전용 분산형전원을 다음과 같은 특성을 지님;
 - 통상적으로, 전부하 상당시간은 연중 8,760시간중에서 최소 6,000 시간 이

상으로 운전하는 경우로서 가동율 70%이상인 경우가 많음.

- 현재 조사된 자료에 의하면 주택용 열병합발전 전력사용자가 이에 해당되고 있음
- 참고로, 가동율이 높을수록 열병합발전의 에너지의존율이 높고 종합에너지 단가가 저렴해짐.
- 기저발전용 분산형전원은 분산형전원 도입 취지 목적중 에너지효율 개선향상, 에너지절약 유도 등에 가장 부합하는 분산형전원의 성격을 지님.
- 따라서, 기저발전용 분산형전원에 대한 평가는 이러한 성격을 고려하여 평가할 필요가 있음.
 - 고효율 에너지절약 기기는 그 특성상 설치후 적절히 사용될 경우에는 상당한 에너지절약의 편익을 사회에 제공
- 기저발전용 분산형전원은 여타 고효율 에너지절약기기와 유사한 형태의 수요절감 효과를 기대할 수 있기에 에너지효율향상 기기에 대한 평가를 적용함이 현재로선 타당함.
- 에너지효율향상 기기에 대해서는 전력수급계획 중 수요관리 방안에서 수요관리 목표량 설정에 이를 반영하고 있음.

○ 피크발전형 분산형 전원 평가

- 피크발전용 분산형전원은 부정기적으로 가동됨으로서 해당 최종수용가의 전력수요 일부를 충족시켜주는 유형으로 분류할 수 있음.
 - 여기에 해당될 수 있는 대표적인 분산형전원은 건물 등에 설치되고 있는 소형열병합발전이라고 할 수 있음.
- 피크발전용 분산형전원을 다음과 같은 특성을 지님;
 - 통상적으로, 열병합발전에 의한 가동시간이 짧음. 따라서, 에너지절약설비의 가동율 저하를 초래하는 단점을 야기

- 2004년에 조사된 사무용 건물의 경우 설비가동율이 19%로서 전부하 상당 시간은 연간 1,690 시간에 불과하였음
- 피크발전용 분산형전원은 최대전력수요 담당율과 밀접한 관계가 있음.
- 최대전력수요 담당율의 정의
 - 최대전력수요 담당율은 설비의 용량에 따른 최대전력수요의 비율을 말하는 것으로 소형열병합발전의 초기 투자비와 상관관계가 있으며,
 - 2004년에 조사된 실태조사결과에 의하면 최대 전력에 대한 발전설비 용량은 복합건물이 57%, 공동주택의 경우 41% 수준이었음
- 피크발전용 분산형전원은 최대전력수요 감축의 분산형전원 도입목적에 가장 부합하는 분산형전원의 성격을 지님.
- 따라서, 피크발전용 분산형전원에 대한 평가는 이러한 성격을 고려하여 평가할 필요가 있음.
- 피크발전용 분산형전원은 여타 부하관리 사업 등과 유사한 형태의 수요절감 효과를 기대할 수 있기에 수요반응 등의 부하관리 사업에 대한 평가방식을 적용함이 현재로선 타당함.
 - 부하관리 프로그램에 대해서는 전력수급계획 중 수요관리 방안에서 수요관리 목표량 설정에 이를 반영하고 있음.
- 다만, 피크발전용 분산형전원의 실제적 수요관리 성과에 대해서는 현재 검증된 실적이 없기 때문에 충분한 자료가 확보가 확보되기 전까지는 합리적인 가정을 수립하여 적용할 필요가 있음.

라. 분산형전원의 효율적 반영을 위한 기반 구축

○ 분산형 전원 평가방법 확립

- 수요관리사업의 효율향상사업에 대한 에너지절감 및 피크수요 감소에 대한 실증적 분석 및 평가가 미흡한 상황이므로 이에 대한 개선 노력이 요구됨.

- 따라서, 분산형 전원에 대한 효율적 정책의 시행을 위해 분산형전원 도입에 따른 실제적 수요관리 효과 검증이 사후적으로 객관적이고 과학적인 방법에 의해 수반될 필요가 있음.
- 이를 위해 선진 외국에서 추진중에 있는 분산형전원의 수요관리효과 평가방법에 대한 정보 수집과 이를 국내에 활용할 수 있는 방안을 모색할 필요가 있음.

○ 분산형 전원 운영자료 수집

- 소형열병합발전이 상대적으로 보급이 활발히 된 아파트를 중심으로 소형열병합발전 도입에 따른 수요관리 성과에 대해서 계측 및 검증을 할 필요가 있음.
- 또한, 소형열병합발전 등과 같은 자가발전에 대해 현재 전력거래소는 매2년마다 상용자가발전업체 조사분석을 수행하고 있음.
 - 동 조사의 목적은 상용자가발전량은 우리나라 총 발전량의 약 8% 수준을 점유하고 있어 상용자가발전의 설비변동이 향후 전력수요예측 및 전력수급 계획 수립시 중요한 변수가 되므로 이에 대한 체계적인 조사 및 통계관리가 필요하기 때문임.
 - 2005년도에 실시된 조사분석에서는 113개의 상용자가발전업체 및 신규 계획업체를 대상으로 해당 년도 상용자발전실적 및 '6'-'10년도 발전계획, 상용자가발전 설비현황 및 신·증설 계획 등을 조사하였음.
- 현재 전력거래소가 수행하고 있는 상용자가발전업체 조사분석의 문제점으로는 자가발전설치에 따른 연간전력사용량에 대해서는 자료를 조사하고 있으나 상용자가발전설치에 의한 피크수요감소, 즉 시스템의 최대전력 감소에 얼마만큼 기여하는 지에 대해 조사를 하지 않고 있기 때문에 피크전력감소 효과를 평가하기 어렵다는 것임. 또한,
- 상용자가발전업체의 일별 및 월별 혹은 계절별 등에 있어 수요 및 (자가)발전량 등의 상세한 부하분석 자료가 미흡하여 자가발전에 의한

수요감축 등의 효과를 분석하기 어려운 측면이 있음.

- 또한, 조사대상이 산업체 등의 업종에 치중되어 있어 점증적으로 증가하고 있는 주택용 및 일반용 대상에 대한 정보가 많이 부족하다는 문제를 가지고 있음.
- 따라서, 향후에는 이를 보완할 수 있는 방안을 강구할 필요가 있으며 소형열병합발전의 경우 그 보급 정도가 높은 공동주택(아파트) 등과 호텔, 병원, 복합건물 등의 일반용 건물대상에 그 초점을 맞춰 추진될 필요가 있음.
- 따라서, 향후 시행되는 상용자가발전업체 조사분석에서는 이와 같은 측면이 보완되어 시행될 필요가 있음. 또한,
- 소형열병합 보급측면에서 실무적인 역할을 수행하는 에너지관리공단의 경우, 에너지절약측면에서 소형열병합발전 등의 에너지이용효율 향상 효과에 대한 주기적이고 체계적인 실태조사를 실시할 필요가 있으며 이를 통해 보다 정확한 보급정보 등을 제공할 필요가 있음
- 동 기관은 소형열병합발전 보급에 그 초점이 맞춰진 관계로 소형열병합발전 보급이후 실제적 운영에서의 에너지절약효과에 대한 검증 평가가 이루어지지 못하고 있음.
- 따라서, 동 기관은 소형열병합발전의 실제적 운영 측면에서 에너지이용효율개선의 효과가 발생하고 있는지에 대한 사후 검증체제를 구축할 필요가 있음.
- 이러한 성과검증 관리체제가 구축된 이후에는 에너지 자원의 효율적 활용을 위해 이러한 정보가 전력수급계획에 반영될 수 있도록 정보의 공유체계가 확립될 필요가 있음.

○ 분산형 전원과 네트워크설비투자계획

- 분산형전원의 중요하면서도 사회적 편익이 큰 부분은 전력시스템에

미치는 송배전 관련편의임.

- 미국 디트로이트 전력회사 수급계획 수립 사례에서 보듯이 분산형전원을 배전계획과 밀접하게 연계하여 이를 평가하고 보급하고 있음.
 - 지금까지의 전력수급계획에서는 배전계획 관련한 정책방향에서 다음과 같이 천명하고 있음.
 - 제3차 전력수급기본계획에 의하면, 송변전사업의 추진방향 중 대용량 고객 및 부하밀집지역 공급신뢰도 향상과 관련하여서는
 - 직거래 고객의 22.9kV 공급범위 확대
 - 직거래 고객의 22.9kV 공급한도를 20MW에서 40MW로 상향 조정(전기공급약관 개정, 2006. 7. 1)
 - 22.9kV 공급범위 확대에 따른 안정공급 방안 마련
 - 154kV 변압기 단위용량 증대 추진
 - 부하급증 대비 및 건설부지난 해소를 위한 공급능력 증대
 - 변압기 단위용량 증대
 - 154kV 허브(Hub)변전소 건설 추진
 - 대규모 산업단지, 신도시 등 부하밀집지역 공급 신뢰도 제고
 - 공급능력 증대 (변압기 최종규모 4Bank → 8Bank)
 - 구역전기사업지역의 안정적 전력공급을 위해 신규 개발지구사업자를 조기에 선정함으로써 전력공급설비의 중복투자방지
 - 구역전기사업 및 집단에너지사업자의 시장진입 증가가 예상됨에 따라 소규모 공급자원에 대한 정책적 관리 필요성 대두
- 현재 우리나라의 전력수급계획의 수립에 있어 소형 열병합발전 등의 분산형전원에 대한 관리 필요성은 인지하고 있으나 이에 대한 대응방향 및 방안은 수립되어 있지 않은 상태임.

- 따라서, 향후 제4차 전력수급기본계획 수립시부터는 구역전기사업 및 집단에너지사업자들의 에너지공급설비에 대해서는 소규모 공급자원을 용도별로 구분하여 자가사용 발전설비는 수요측 자원으로 간주하여 이를 반영할 필요가 있음. 반면, 상대적으로 대용량인 집단에너지설비는 현재와 동일하게 공급측자원으로 분류하여 전력수급계획에 반영할 필요가 있을 것임
- 더욱이, 분산형전원은 네트워크망과의 효율적인 조율을 필요로 하기 때문에 이에 대한 방안도 반드시 고려되어야 할 것임
- 즉, 송변전계획의 수립과정에 있어서 소형열병합발전의 보급 도입 등과의 효과적인 조정과정이 필요하며 이를 통해 자원의 효율적 활용과 사회적 투명성을 제고할 필요가 있음

3. 수요측 자원 평가 방법

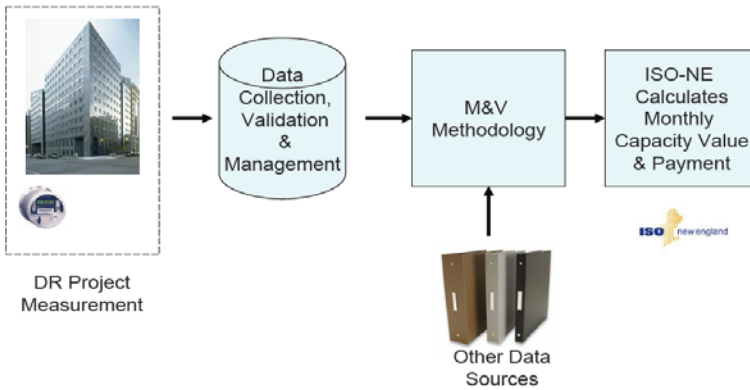
가. 수요측 프로그램 평가

○ 수요측 프로그램에 대한 평가방법

- 수요반응 프로그램은 전력시장이 발전/진화됨에 따라 점진적으로 개발될 가능성이 아주 높은 프로그램으로서 시장친화적인 프로그램의 성격을 띠고 있음.
- 수요측 자원에 대한 평가방법은 수요측반응 자원이 새롭게 부각되고 진화되고 있기 때문에 아직 공인된 방법은 존재하지 않으나 수요측 자원에 대한 검증 평가 프로토콜에 대한 논의는 현재 진행 중에 있음.
- 수요측 자원에 대한 검증 평가 프로토콜은 미국 전력시장을 위시한 여러 국가에서 추진중에 있으며 미국 북동부 뉴잉글랜드 시장은 수요측 자원의 수요감축효과에 대한 계측검증 프로토콜을 준비 중에 있음.

○ ISO-NE의 수요측자원 수요감축효과에 대한 계측검증 Manual

- 수요측 자원 분류
 - 에너지효율향상 프로그램 (Energy Efficiency)
 - 부하관리 프로그램 (Load Management)
 - 분산형전원(Distributed Generation)
- 현재 제안중인 인증(qualified) 수요측 자원
 - 온피크 시간 수요측 자원
 - 계절별피크 수요측 자원
 - 핵심피크 수요측 자원
 - 실시간 수요반응 자원
 - 실시간 비상 발전 자원
- 수요감축 평가위한 성과시간대
 - 수요측 자원의 온피크 시간대
 - 수요측 자원의 계절별 시간대
 - 수요측 자원의 핵심피크 시간대
 - 실시간 수요반응 시간대
 - 실시간 비상 발전 이벤트 시간대
- 계측 검증 데이터 흐름(Measurement & Verification Data Flow)



○ 수요측 자원에 대한 평가 관점

- 사회 구성원(참여자) 혹은 시스템운영자에 따라 수요측 자원에 대한 관점의 차이가 발생
- 사회 구성원(참여자)은 전체 사회적 차원에서의 편익과 비용을 고려하여 수요측 자원에 대해 평가를 내리는 반면 시스템운영자는 전력 계통을 운영하는 측면에서의 편익과 비용을 고려하여 수요측 자원을 평가하고 있음.
- 따라서, 국가에너지효율향상 차원에서 정책을 추진하는 프로그램과 전력시장에 의해 추진되는 프로그램과의 차별이 불가피하기 때문에 향후 이 상이한 프로그램간의 효과적인 조정 메커니즘 개발이 필요할 것임.

자원 평가 불일치 및 가치평가 시점	
소매 프로그램(회피비용)	시스템운영자 프로그램 수요반응 이벤트 (시점 사전 미인지)
설비편익: 하계 및 동계 시스템 피크(MW)	선도용량시장: 구체화된 성과시간대 (온 파크, 핵삼파크, MWh)
에너지편익: 피크 및 비피크 (하계 및 높은 가격 혹은 가격결정 이벤트 (시점 동계, MW)	사전 미인지)
송배전 설비편익	송전설비 계획 (TBD)
누적 및 수명기간 영향	단기 기간

나. 수요관리 성과 평가

○ 수요관리 성과 평가

- 전력수급계획에서의 효율향상자원(프로그램)에 대한 평가는 효율향상 프로그램이 오랜 기간 수행되어 온 관계로 이에 대한 평가방식이 정형화되어 있는 실정임.
- 하지만, 소형열병합발전과 같은 신규 분산형전원에 대한 평가, 특히 전력수급계획차원에서의 평가는 전혀 이루어지지 못하고 있는 형편임.
- 따라서, 소형열병합발전에 대한 독립적인 평가방식이 아직 개발되어 있지 않아 선진 외국의 경우에도 분산형전원에 대해서는 기존의 효율향상자원(프로그램)에 적용하는 평가방식을 일반적으로 준용하고 있음.
- 즉, 효율향상 프로그램에서처럼, 소형열병합발전 자원의 보급 목표를 설정하고 프로그램의 수행중 혹은 수행후에 이에 대한 평가를 함으로써 소형열병합발전 자원의 보급 목표를 재설정하는 일련의 순환 과정을 거침.
- 향후에 있어서는 소형열병합발전 등에 같은 분산형전원에 대한 독자

적인 평가방법이 개발될 것으로 전망됨.

○ 수요관리 표준 평가방법

- 수요관리 프로그램의 평가는 일반적으로 표준화된 방법론(protocol)을 사용하여 에너지효율향상 프로그램의 성과를 평가하는 것이 일반적임.

- 이러한 평가 방법 프로토콜으로는 IPMVP(International Performance Measurement and Verification Protocol)가 대표적이며 이외에도 각 국가에서는 저마다의 독립적인 평가방법을 개발 중에 있음.

○ 캘리포니아 수요관리 평가방법

- 수요관리 부문에서 선도적인 역할을 수행하고 있는 미국 캘리포니아의 경우에는 수요관리 평가를 위해 CPUC Energy Efficiency Policy Manual (2003)를 개발하여 수요관리 목표 설정, 실행 프로그램 선정, 비용효과 평가, 평가/계측/인증 등의 과정에 활용하고 있음.

- 특히, 에너지효율향상 프로그램의 평가와 관련하여 최근 California Energy Efficiency Evaluation Protocol를 확립하기 위해 전문가를 위시한 다양한 이해관계자로부터의 의견을 수렴하고 있음.

- 이와 관련한 내용으로는 Protocols and Procedures for the Verification of Costs, Benefits, and Shareholders Earnings from Demand-Side Management Programs (1999), IPMVP (2001), The California Evaluation Framework (2004), California Energy Efficiency Evaluation Protocols: Technical, Methodological, and Reporting Requirements for Evaluation Professionals (2006) 등이 있음

- Energy Efficiency Policy Manual의 목적으로는

- 캘리포니아의 에너지효율향상 프로그램의 개발과 평가에 있어서 필요한 제반 규정의 설정

- 평가가 달성되어야 할 다양한 정책적 목표 제시 등임. 또한,

- Energy Efficiency Policy Manual에서 제시한 프로그램 평가시 고려되

어야 할 사항으로는

- 해당 프로그램에 의한 에너지절감 및 최대수요 감축에 대한 계측
 - 비용효과성(cost-effectiveness) 계측
 - 전위(up-front) 시장평가 및 기준분석
 - 수행 프로그램에 대한 현존 피드백, 수정 및 건설적인 지도
 - 프로그램 성과에 대한 전반적 수준 평가 등이 있음
- IPMVP는 에너지효율향상 및 신재생에너지 프로젝트의 성과를 증명하기 위해 가용한 테크니크중 현존하는 가장 최상의 테크니크에 대한 개요를 제공하는 것이 주 목적임
- IPMVP의 M&V(Measurement and Verification), 즉 에너지절감을 결정하는 과정에서 사용되는 인증방법은 다음 아래의 4개 옵션중에서 하나를 선택
 - Option A : 사전에 약정된 알고리즘의 매개변수들과 현장에서 계측된 여타 매개변수들을 이용하여 엔지니어링 방법에 의해 에너지절감 등을 계산
 - Option B : 현장에서 계측된 알고리즘의 매개변수들을 이용하여 엔지니어링 방법에 의해 에너지절감 등을 계산
 - Option C : 청구 혹은 계량된 데이터를 활용한 전체설비분석으로서 이를 위해 시간 경과에 따른 단일 건물에 대한 단순 사전/사후 비교에서부터 회귀분석 등을 활용
 - Option D : 시간대별 혹은 월간 전력회사 전기요금청구 데이터 및/혹은 end use 계량 등에 의하여 보정된 컴퓨터 시뮬레이션
- "Protocols"는 대규모 수요관리 프로그램활동의 비용과 편익을 인증하기 위해 민간전력주식회사(IOU)에 의해 사용되는 프로토콜과 절차들임
- 캘리포니아 평가 프레임워크는 캘리포니아의 에너지효율향상과 자원 취득 프로그램에 대한 계획과 평가를 수행하기 위한 체계적이고 일관성있는 주기적인 접근방식을 제공.

- 영향평가(impact evaluation)의 주요한 목적은 프로그램으로 인한 에너지 및 수요 절감에 대한 가장 정확하고 편파적이 아닌 추정치를 얻는 것임. 또한
- 총 절감량(Gross Savings)은 참여자들의 참여이전 사용량에 비해 감소된 프로그램 참여자 사용량으로부터 계산.
- 총절감량 산정을 위해 두 가지 방법을 사용: 전기요금청구분석 방법과 엔지리어닝 분석방법
- 요금청구분석방법은 통계적 원칙에 기초하여 복수 회귀분석 모델 등을 활용하여 총 절감량을 산정
- 엔지리어닝분석방법은 물리학의 기본 원리에 기초하여 엔지리어닝 모델 혹은 건물에너지 시뮬레이션 및 현장데이터수집을 통합한 계측검증(M&V) 등

<표 4-4> 캘리포니아 수요관리 평가방법					
		EE Policy Manual	CA 평가 Framework	"Protocols"	IPMVP
구체적 효율향상프로그램에 따른 차등화	Yes	Yes	Yes	Yes	No
주지된 성공 매개변수와 논란에 대한 프로토콜	Yes	No	No	Yes	No
에너지영향평가 절차	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
전력수요영향평가 절차	Yes	No	No	No	No
프로그램레벨 샘플링 절차	No	Yes	Yes	Yes	No
특정 보고 양식과 절차	No	No	No	Yes	No
지속적 영향평가 절차	Yes	No	No	Yes	No
평가 시점 논의	Yes	Yes	Yes	Yes	No

다. 수요관리 성과 평가 사례

- 캘리포니아 Energy Efficiency Policy Manual에 의거한 비용효과성 평가 사례

- 분산형에너지자원(DER)의 비용-편익의 주요한 구성요소

- 설치시설기기의 구매와 유지 관련 비용
- 전력생산과 절감 관련 편익
- 천연가스 소비와 절감 관련 편익
- 분산형에너지자원의 행정 및 인센티브 관련 비용

- 분산형발전에너지자원(DER)에 대한 각 테스트(척도)의 주요 구성요소

- 분산형발전에너지자원에 대해서는 사회적 비용편익 테스트(Societal Test), 참여자 테스트(Participant Test), 비참여자 테스트(Non-Participant Test or Rate-Payer Impact Test) 등에 의해 비용효과 여부를 평가하고 있음

테스트	비용	편익
	분산형전원 운전에 따른 시스템설치비용(배출통제, 계통연계 및 배출오프셋)	외부환경비용 회피 망발전비용(회피전력비용) 회피 송배전 투자이연비용
	시스템운전유지비	신뢰도 순편익
	수요관리프로그램 행정비용	네트워크망손실 저감
	사회적	외부환경편익
	분산형전원 연료비용	■ CO₂(망생산전력에만 적용) ■ 회피천연가스에 의한 NO_x와 CO₂(호스트사이트 보일러)
	잔존비용제외한 시스템제거비용	시장가격(탄력성) 영향 회피 천연가스연료비용(폐열회수)

<표 4-5> 사회적 비용편익 테스트

· 참여자 테스트

<표 4-6> 참여자 테스트		
테스트	비용	편익
	시스템설치비용(오염배출통제, 계통연계 및 배출오프셋)	전기요금감소
	시스템운전유지비용	호스트사이트 천연가스 연료비용 (폐열회수)
참여자	분산형전원 연료비용 전기불가 요금들	수요관리프로그램 등에 의한 인센티브 조세크레딧 감가상각 편익

<표 4-7> 비참여자 테스트		
테스트	비용	편익
	전기요금수용가 비용	전기요금수용가 편익
비참여자 (RIM)	■ 프로그램 비용 ■ 참여자에 대한 전력판매감소 ■ 송배전수입 감소	■ 회피 망발전비용 ■ 회피 송배전투자비용 및 망손실 감소 ■ 신뢰도순편익 ■ 가격(탄력성) 편익
	가스요금지불자비용	가스요금지불자편익
	■ 수요관리설비 비용 ■ 보일러용 연료수송수입 감소 ■ 천연가스연료 수요관리시스템용 전력회사 연료수송비용 증가	■ 천연가스연료 수요관리시스템용 전력회사 연료수송수입 증가 ■ 호스트사이트 보일러용 연료수송비용 감소

참고문헌

- Ackermann, T., G. Andersson, and L. Soder(2001), " Distributed generation: a definition," Electric Power Systems Research 57, pp.195-204
- Ackermann, T.(2007), " Distributed resources and re-regulated electricity market," Electric Power Systems Research 77, pp.1148-1159
- CALIFORNIAE NERGY COMMISSION(JANUARY 2007), 2006 Integrated Energy Policy Report Update
- EES Consulting(2007), "Discussion Paper on Distributed Generation(DG) and Rate Treatment of DG,"Ontario Energy Board, Implementation of DG Policy
- National Energy Policy Development Group (May 2001), National Energy Policy, Report of the National Energy Policy Development Group, pp.6-9.
- Rawson, M.(2004), "Distributed Generation Costs and Benefits Issue Paper," Public Interest Energy Research, California Energy Commission, Staff Paper
- Dondi 등(2002)
- Chambers(2001)
- IEA(2002)
- 산업자원부, 제2차 전력수급기본계획, 2004. 12.
- 산업자원부, 제3차 전력수급기본계획, 2006. 12.
- 에너지관리공단, 집단에너지사업 관련 자료집, 2007.
- 에너지경제연구원, 집단에너지 공급기본계획 수립에 관한 연구, 2007.
- 에너지경제연구원, 구역전기사업제도 도입에 따른 보완공급약관 제정방안 연구, 2004. 5.

에너지경제연구원, 집단에너지 확대보급을 위한 에너지 및 환경정책 개선방안연구, 2004. 12.

에너지경제연구원, 소형열병합발전에 의한 집단에너지 공급방안 연구, 2005.9.

한국전기연구원(2005), “분산형전원을 고려한 중장기 전력수급계획 수립방안 연구”

<부록1> 소형열병합발전 설치업체 목록(2007년 3월말)

NO	설 치 장 소	용량 (kW)	설치대수	설치년도	원동기종류	비 고
1	잠실롯데월드	5,900	6	1988	가스엔진	자체자금
2	삼성에버랜드	2,300	1	1995	가스터빈	ESCO
3	롯데부산점	2,500	3	1995	가스엔진	자체자금
4	한국가스공사	1,056	1	1996	가스터빈	자체자금
5	테마폴리스(분당터미널)	1,400	3	1998	가스엔진	ESCO
6	(주)센트럴시티	3,000	3	1998	가스엔진	절약시설
7	LG 강남타워	1,400	3	1998	가스엔진	절약시설
8	성가병원	538	2	1999	가스엔진	자체자금
9	하나한방병원	70	2	2000	가스엔진	자체자금
10	성빈센트병원	985	1	2001	가스엔진	자체자금
11	안양병원	333	1	2001	가스엔진	절약시설
12	대구 파크호텔	375	2	2001	가스엔진	ESCO
13	안산서울병원(안산신병원)	235	1	2001	가스엔진	자체자금
14	계룡대아파트	220	1	2002	가스엔진	ESCO
	계룡대아파트	327	2	2002	가스엔진	ESCO
15	신동아아파트	325	1	2002	가스엔진	절약시설
16	마산 중리 현대아파트	340	1	2002	가스엔진	ESCO
17	인천 만수주공4단지아파트	340	1	2002	가스엔진	ESCO
	인천 만수주공4단지아파트	228	1	2002	가스엔진	ESCO
18	에너지경제연구원	10	1	2002	가스엔진	자체자금
19	가스공사인천LNG인수기지	9,000	3	2002	가스터빈	자체자금
20	대구 파타마병원	800	1	2002	가스엔진	ESCO
21	덕정주공아파트	356	1	2002	가스엔진	ESCO
22	수원역사	1,438	3	2002	가스엔진	절약시설

NO	설 치 장 소	용량 (kW)	설치대수	설치년도	원동기종류	비 고		
23	대구 스파밸리	356	1	2002	가스엔진	ESCO		
24	평택삼성아파트	340	1	2003	가스엔진	ESCO		
25	상도동 건영아파트	248	2	2003	가스엔진	ESCO		
26	대구 대봉청운맨션	385	1	2003	가스엔진	ESCO		
27	사당 극동아파트	340	3	2003	가스엔진	ESCO		
28	익산 모현현대2차아파트	327	1	2003	가스엔진	ESCO		
	익산 모현현대2차아파트	220	1	2003	가스엔진	ESCO		
	창원 현대아파트	385	1	2003	가스엔진	ESCO		
29	창원 현대아파트	220	1	2003	가스엔진	ESCO		
30	옥수동 삼성아파트	248	2	2003	가스엔진	ESCO		
31	대전 판암주공5단지아파트	356	1	2003	가스엔진	ESCO		
32	대전 유천현대1차	327	2	2003	가스엔진	ESCO		
33	서울 오금동 삼성아파트	85	1	2003	가스엔진	자체자금		
34	수원 매탄삼성2차	327	1	2004	가스엔진	ESCO		
35	산격호수사우나	150	1	2004	가스엔진	자체자금		
36	옥수 극동 그린아파트	356	1	2004	가스엔진	ESCO		
37	옥수 현대아파트	356	1	2004	가스엔진	자체자금		
38	창동 주공1단지 APT	248	1	2004	가스엔진	ESCO		
39	창동 주공2단지 APT	248	1	2004	가스엔진	ESCO		
40	인천 작전동 한신아파트	130	1	2004	가스엔진	ESCO		
41	인천 옥련동 현대아파트	356	1	2004	가스엔진	ESCO		
42	서울보훈병원	846	1	2004	가스엔진	ESCO		
43	대전 판암 주공아파트	356	2	2004	가스엔진	ESCO		
44	인천 연수삼성력키아파트	404	1	2004	가스엔진	ESCO		
45	원광대학교군포병원	846	1	2004	가스엔진	절약시설		
46	부산 망미 삼성아파트	356	1	2004	가스엔진	ESCO		

	NO	설 치 장 소	용량 (kW)	설치대수	설치년도	원동기종류	비 고
	47	대구 월성 주공 4단지	404	1	2004	가스엔진	ESCO
	48	뉴맨염직	1,200	1	2004	가스엔진	자체자금
	49	북천동우성베스트피아 APT	353	1	2004	가스엔진	ESCO
	50	관교동 삼환 1단지 APT	210	1	2004	가스엔진	ESCO
	51	금호동 벽산아파트	481	2	2004	가스엔진	ESCO
	52	군산 구암 현대 아파트	356	1	2004	가스엔진	ESCO
		군산 구암 현대 아파트	248	1	2004	가스엔진	ESCO
	53	서울 대방 대림 아파트	327	3	2004	가스엔진	ESCO
	54	삼부아파트 1단지	327	1	2004	가스엔진	ESCO
	55	경산옥산후방타운	356	1	2004	가스엔진	ESCO
	56	연수주공3차	356	1	2004	가스엔진	ESCO
	57	이태원 청화아파트	248	2	2004	가스엔진	ESCO
	58	오정동신동아아파트	327	1	2004	가스엔진	ESCO
	59	두산진정아파트	267	1	2004	가스엔진	ESCO
	60	대우그린 아파트	385	1	2004	가스엔진	ESCO
		창원반림동 현대건설아파트	210	1	2004	가스엔진	ESCO
	61	창원반림동 현대건설아파트	360	1	2004	가스엔진	ESCO
	62	단국대 천안병원	800	1	2004	가스엔진	ESCO
	63	삼산동현대아파트	450	1	2004	가스엔진	ESCO
	64	월피동한양아파트	450	1	2004	가스엔진	ESCO
	65	가람아파트	920	1	2005	가스엔진	ESCO
	66	청량리 현대아파트	128	1	2005	가스엔진	ESCO
	67	중리동 사옥	150	1	2005	가스엔진	자체자금
	68	평거동 들말한보아파트	355	1	2005	가스엔진	자체자금
	69	상대동 한보아파트	310	1	2005	가스엔진	자체자금
	70	인천시영2차아파트	355	1	2005	가스엔진	자체자금

	NO	설 치 장 소	용량 (kW)	설치대수	설치년도	원동기종류	비 고
	71	선경3차아파트	327	1	2005	가스엔진	ESCO
	72	행구동 건영아파트	248	1	2005	가스엔진	ESCO
	73	포항 장성동 럭키아파트	360	1	2005	가스엔진	ESCO
	74	부산 사하구 현대아파트	360	1	2005	가스엔진	ESCO
	75	석사 대우아파트	191	2	2005	가스엔진	ESCO
	76	독원아파트	360	1	2005	가스엔진	ESCO
		독원아파트	210	1	2005	가스엔진	ESCO
	77	다대2동 삼환아파트	356	2	2005	가스엔진	ESCO
	78	칠곡 주종1단지(그린빌)	267	1	2005	가스엔진	ESCO
	79	관교풍림아파트	182	1	2005	가스엔진	ESCO
	80	광명 성애병원	333	1	2005	가스엔진	절약시설
	81	석사동 그랜드아파트	248	1	2005	가스엔진	ESCO
	82	중계동 청구 3차 아파트	481	1	2005	가스엔진	ESCO
	83	시그마타워	128	1	2005	가스엔진	ESCO
	84	동우1차아파트	248	1	2005	가스엔진	ESCO
		동우1차아파트	356	1	2005	가스엔진	ESCO
	85	서울도사가스 본사	319	1	2005	가스엔진	자체자금
	86	사당극동(사당 CES)	327	3	2005	가스엔진	집단에너지
	87	대전 수정타운	385	2	2005	가스엔진	ESCO
	88	대구 보성상아맨션	267	1	2005	가스엔진	ESCO
	89	대전 원앙마을2단지	267	2	2005	가스엔진	ESCO
	90	용흥동 우방아파트	360	4	2005	가스엔진	ESCO
	91	경기도 이천시 IPARK	385	1	2005	가스엔진	ESCO
	92	대전삼익동지아파트	228	1	2005	가스엔진	ESCO
	93	라이프/신동아/청구아파트	248	2	2005	가스엔진	ESCO
	94	남천삼익뉴비치아파트	355	1	2005	가스엔진	ESCO

	NO	설 치 장 소	용량 (kW)	설치대수	설치년도	원동기종류	비 고
	95	경동도시가스 사옥	6	1	2005	가스엔진	자체자금
	96	군산자유무역청사 업무지원동	및 154	1	2005		자체자금
	97	사회복지법인 한울안	105	1	2005		자체자금
	98	설악웨딩타운(주)	200	1	2005		자체자금
	99	가락 우성아파트	356	1	2005	가스엔진	자체자금
	100	현대아파트	85	1	2005	가스엔진	ESCO
	101	수원 월드컵 부속건물	경기장 356	2	2005	가스엔진	ESCO
	102	한보온빛마을아파트	210	1	2005	가스엔진	ESCO
	103	청구아파트	356	1	2005	가스엔진	ESCO
	104	석림주공2단지아파트	356	1	2005	가스엔진	ESCO
	105	대백맨션	204	1	2005	가스엔진	ESCO
	106	노블카운티	356	2	2005	가스엔진	자체자금
	107	삼익 세라믹아파트	248	1	2005	가스엔진	ESCO
	108	성내동 삼성아파트	248	2	2005	가스엔진	ESCO
	109	원주 단계 벽산아파트	248	1	2005	가스엔진	ESCO
	110	신음동현대아파트	380	1	2005	가스엔진	ESCO
	111	대구 산업단지 대웅점유 외	750	1	2006	가스터빈	ESCO
	112	대구 산업단지 서광산업 외	750	1	2006	가스터빈	ESCO
	113	남천 우성 보라 아파트	85	2	2006	가스엔진	ESCO
	114	칠곡화성3차 아파트	481	1	2006	가스엔진	ESCO
	115	풍림 2차아파트	152	1	2006	가스엔진	ESCO
	116	들말대경아파트	356	1	2006	가스엔진	ESCO
	117	태영아파트	356	2	2006	가스엔진	ESCO
	118	산들마을 4단지 아파트	404	1	2006	가스엔진	ESCO
	119	쌍용 주공 9단지 아파트	267	1	2006	가스엔진	ESCO

NO	설 치 장 소	용량 (kW)	설치대수	설치년도	원동기종류	비 고
120	은하수 아파트	319	1	2006	가스엔진	자체자금
121	읍내동 현대아파트	631	1	2006	가스엔진	ESCO
122	울산발리온천	128	1	2006	가스엔진	ESCO
123	명일 삼익그린2차 아파트	327	3	2006	가스엔진	ESCO
124	환산 동성 아파트	327	1	2006	가스엔진	ESCO
125	한숲아파트	218	2	2006	가스엔진	ESCO
126	동신 현대아파트	248	1	2006	가스엔진	ESCO
127	녹원아파트	356	1	2006	가스엔진	ESCO
128	퇴계 한주아파트	248	1	2006	가스엔진	ESCO
129	영남 보정아파트	404	1	2006	가스엔진	ESCO
130	장암 현대2차아파트	338	1	2006	가스엔진	ESCO
131	구로 현대 연예인 아파트	385	1	2007	가스엔진	ESCO
132	천안 극동 늘푸른 아파트	267	2	2007	가스엔진	ESCO
133	수원 우만 주공2단지아파트	327	1	2007	가스엔진	ESCO
134	목포 상동 삼성아파트	267	1	2007	가스엔진	ESCO
135	KT 우면동 연구센터	333	1	2007	가스엔진	자체자금
136	현대오일뱅크(주) 사원아파트	218	1	2007	가스엔진	ESCO
137	태전동 현대 1차 아파트	218	1	2007	가스엔진	ESCO
138	퇴계원 성원아파트	356	1	2007	가스엔진	ESCO
139	주례 럭키아파트	356	2	2007	가스엔진	ESCO
140	상도 삼호아파트	182	2	2007	가스엔진	ESCO
141	개포 1,2차 우성아파트	356	2	2007	가스엔진	ESCO
142	관교 동아아파트	248	1	2007	가스엔진	ESCO
143	한국산업기술대학교	846	1	2007	가스엔진	자체자금
144	익산 원광대학교 병원	846	1	2007	가스엔진	자체자금

<부록2> 소형열병합발전 운영실태 조사

○에너지절약성 평가

구 분	평가방법	내 용
발 전 효 율	발전량 ÷ 연료소비량	열병합발전시스템 이용효율검토
열 효 율	배열발생량 ÷ 연료소비량	열병합발전시스템 이용효율검토
평 균 부 하 율	발전량 ÷ (발전용량 × 운전시간)	부하, 용량, 대수의 효과 도출
배 열 이 용 율	배열이용량 ÷ 배열생산량	경제성, 대수 및 운전제어 검토
전 부하 상당시간	연간발전량 ÷ 정격발전용량	에너지절감 및 경제성 검토
가 동 율	전부하상당시간 ÷ 8,760	년간(8,760h/년) 설비의 가동율
열병합발전의 의존율	종합의존율 (배열이용열량+발전량) ÷ 총에너지사용량(전력+열)	열병합발전의 에너지의존율
	열 의존율 배열이용열량 ÷ 열 수요량	열병합발전 배열의 의존율
	전기의존율 발전량 ÷ 전력 수요량	자가발전 의존율
	최대 의존율 발전용량 ÷ 건물최대전력	최대수요에 대한 발전기 역할 (건물최대전력 = 발전 + 수전피크전력)
열 전 비	열사용량 ÷ 전기사용량	건물의 열과 전기사용 비율
종합 이용 효율	(발전량+배열이용량) ÷ 열병합발전연료소비량	열병합발전의 종합이용효율 검토

○경제성 평가

구 분	검 토 내 용
절 감 율	○(도입전 도입후에너지사용량) ÷ 도입전에너지사용량 - 에너지절감효과 검토
초 기 투 자 비 검 토	○기존시스템 VS 열병합발전 투자비
운 전 비	○기존시스템 VS 열병합발전시스템의 연료비 및 유지보수비용 비교
투자비 감액 요소 검토	○초고압수전설비(154kW 수전비용)설치비용, 배열이용에 따른 보조열원기기의 용량감소 비용, 세액공제 및 절려금
단순 투자 회수 기간	○초기투자비 ÷ 에너지절감금액
내부 수익률 (IRR)	○투자에 따른 수익률 평가

주) 본 보고서에서는 경제성 평가는 실시하지 않음

4. 조사대상(건물용도별 각 1개소 총 5개소)

구 분	Office건물	백화점및역사	복합건물	아파트	병원
건물명	LG강남타워	수원역사	센트럴시티	상도건영	안양병원

II. 소형열병합발전 운용실태 조사

1. Office 건물 : LG강남타워

가. 건물현황

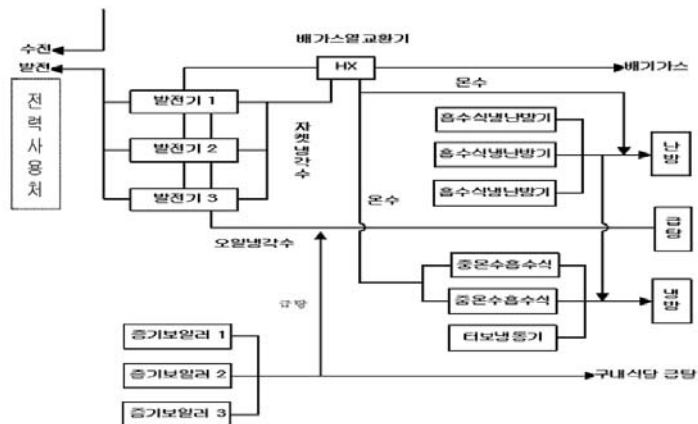
건 물 명	LG강남타워	운영기관	LG MRO
건물용도	사무실, 공연장(LG 아트센터)	준공년도	1999
연 면 적	141,551 m ²	냉난방면적	113,240m ² (연면적의 80%)
소 재 지	서울 강남구 역삼동		
특 징	○사무실 건물로 냉·난방 시간 12 h/d(08:00~20:00)임 ○LG 아트센터 공연시 냉난방열을 공급하나 주로 야간에 이루어지고 있어(전력 경부하시간) 발전기 가동시간이 낮음		

나. 에너지 설비현황

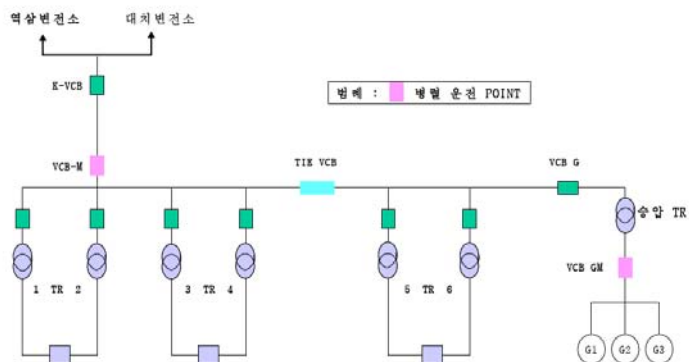
구 분	용량	대수	형식	설치년도	비 고
열병합발전기	1,400 kW	3	가스엔진	1999	발전효율 : 33.6% 열 효율 : 52.8%
증기 보일러	4t/h, 2t/h	각 1	노통연관식	1999	냉·난방용
흡수식냉온수기	1,200RT	3	가스직화식	1999	냉·난방용
	310RT	2	증온수흡수식	1999	냉방용
냉 동 기	310RT	1	터보(전기)	1999	냉방용
비상 발전기	없음				열병합발전기1대를 비상발전기로 사용
계약전력	13,000kW(일반용전력을 고압A 선택2)				

다. 에너지시스템 구성도

○에너지절비 구성도



○ 단선 결선도(전력계통도)



라. 에너지사용현황

구 분		단 위	2003년도 실적		년평균단가 (B÷A)
			사 용 량(A)	금액(백만원)(B)	
에너지원	발 전 기	천Nm³/년	1,984	838	단가 : 422원/Nm³
	보일러및기타	천Nm³/년	1,056	460	단가 : 436원/Nm³
	소 계	toe/년	3,192	1,360	단가 : 426원/toe
전기	수 전 전 력	MWh	18,269	1,706	단가 : 93원/kWh
	자 가 발 전	MWh	7,100	-	단가1 : 118원/kWh 단가2 : 56원/kWh
	소 계	MWh	25,370	1,706	단가 : 67원/kWh
에너지사용량 합계		toe	9,534	3,066	단가 : 322원/toe

주) 자가발전외 단가1 : 발전배열이용제외의 경우, 단가2 : 발전배열이용시

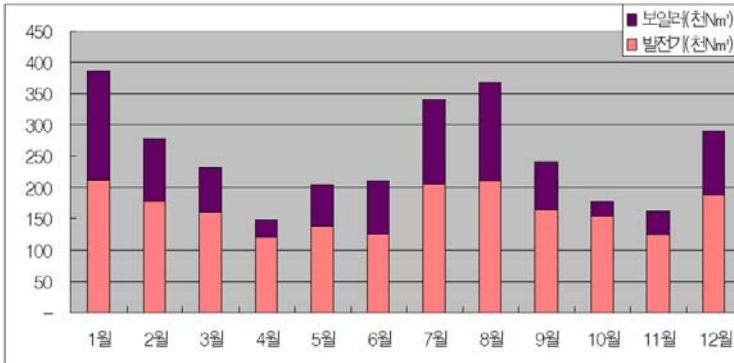
다. 월별 에너지사용실적(2003년도)

월 별	Peak	수전전력	열병합발전		보일러 및기타	전동전제사용량	
	kW (발전제어)	수전량 (MWh)	발전량 (MWh)	사용량 (천Nm)	사용량 (천Nm)	전기 (MWh)	연료 (천Nm)
1월	3,437	1,401	718	212	175	2,118	386
2월	3,475	1,273	602	178	101	1,875	279
3월	3,254	1,446	567	161	71	2,013	234
4월	3,398	1,528	432	120	28	1,960	148
5월	3,658	1,631	473	138	66	2,104	204
6월	3,571	1,644	513	126	84	2,157	210
7월	3,782	1,628	789	207	134	2,418	342
8월	3,888	1,615	736	210	158	2,351	368
9월	3,619	1,532	562	165	75	2,094	240
10월	3,389	1,557	526	154	24	2,083	178
11월	3,293	1,565	432	124	39	1,996	163
12월	3,514	1,451	750	189	101	2,201	289
합계	-	18,269	7,100	1,984	1,056	25,370	3,040

○ 수 전 전 력 : 계약전력 13,000 kW, 계약종별 일반용전력을 선택2 고압A
○ 보일러연료 : 업무용 난방 요금
○ 열병합연료 : 열병합발전용 요금

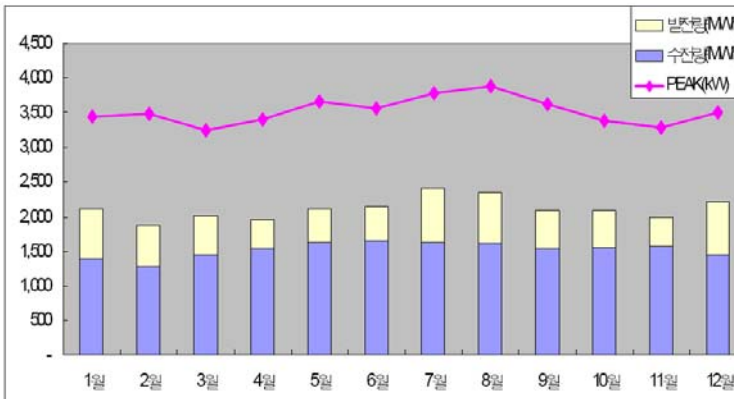
마. 운전행태 분석

○ 열병합발전 - 보일러 연료사용 현황



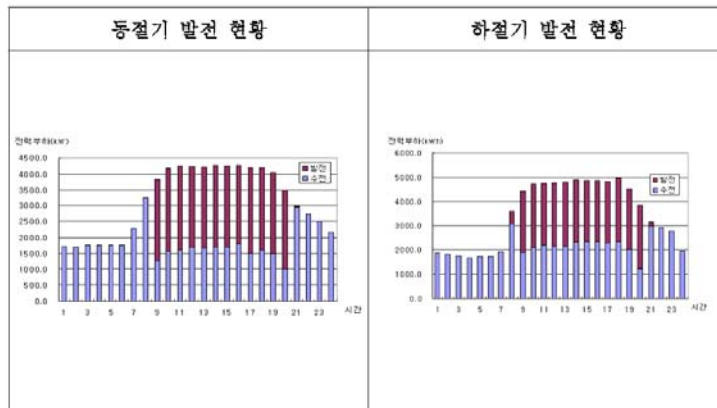
※ 열병합발전 배열을 이용함으로써 보일러의 연료사용량이 매우 작음을 알 수 있음

○ Peak - 수전 - 발전 현황

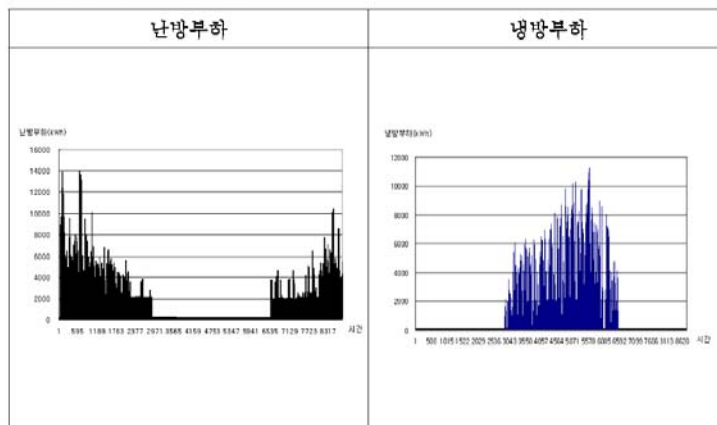


※ 총 전력사용량의 28%를 발전함으로써 발전으로 피크부하를 감소시킴

○계절별-일간 발전 현황



○년간 냉·난방 부하 현황



※ 하절기 난방부하가 없어 열병합발전 배열을 증온수흡수식 냉동기를 이용하여 냉방을 실시하고 있어 하절기 전력 Peak를 감소시킬 수 있음

사. 운전행태 검토 결과

구 분		단 위	내 용	비 고	
열병합발전	발 전 량	MWh	7,100		
	연 료 소 비 량	천Nm ³	1,984	배열발생량 : 1,044 천Nm ³	
	이용 효율	배 열	%	52.6	정격효율 : 52.8 %
		발 전	%	32.3	정격효율 : 33.6 %
		종 합	%	84.9	정격종합효율 : 86.4 %
	의존율	열	%	50	배열이용량 : 940 천Nm ³
		전 기	%	28	
		종 합	%	36	(발전량+배열이용량)÷총에너지사용량
		최대수요당량율	%	44 ^{주1)}	최대수요에 대한 발전기 역할 (피크시발전부하 1,400W×2×0.9)
	부하율	전부하상당시간	h	1,690	연간발전량÷정격발전용량
		가 동 율	%	19	설비의 유휴가 많음
건 물 의	열 전 비	-	0.9	열병합열전비 : 1.6	
전 력	한전 수전량	MWh	18,269		
보조열원	기타연료사용량	천Nm ³	1,056	부족열원에 대한 에너지사용량	

주1) 1400kW 3기중(1기 비상발전기용) 2대에 대한 최대수요당량율을 계산한 것임

아. 문제점

구 분	내 용
문제점	○경제성 악화 - 설계시보다 GAS 단가 상승 및 전기료 인하로 경제성 악화 ※ '99년 287 원/Nm³ → '04. 9월 415.72 원/Nm³(45% 상승) ○가동율 저하(19%) - Office 건물 특성상 가동시간 축소(12h/d : 08:00~20:00) - 건물 구조변경(스포츠헤나 취소) 및 환전기 열사용처 부족으로 배열회수율이 감소하여 가동율 저하 - 경부하 시간대(22:00~08:00) 발전은 전력단가 차이로 손실 초래 · 경부하 전력요금 : 37.2원/kWh, · 발전단가 : 배열 미 이용시 약 118원/kWh(이용시 약 56원/kWh) ○높은 유지보수 비용 및 비상자재 확보 곤란 - 대부분 고가의 외산자재로 수입에 의존하므로 유지보수 곤란

자. 건물의 열병합발전 도입 특징

특 징	○ 사무용 건물로 열병합발전 가동시간이 짧다 - 설비가동을 저하 초래(19%, 전부하상당시간 1,690 h/년) ○ 일반용 전력요금 체계로 경부하시 경제성 부족 - 전력 Peak 감소를 위한 최대부하 및 중간부하 시간단 가동으로 가동율 감소에 따라 경제성 부족 - 열병합발전시스템 고장시 피크로 절약효과가 감소될 위험 존재 ○ 환절기 열이용처 부족으로 발전배열 방열 위험 존재 - 열병합발전의 특징인 전기와 열을 동시에 이용시 도입효과가 크므로 열사용처 확보가 필요 ○ 하절기 냉방으로 피크억제 및 전력 대체효과가 크다 - 열병합발전 배열을 이용하여 증온수 흡수식 냉동기를 가동하여 냉방을 함으로써 전력대체효과가 큼 ○ 에너지시설 투자비 감소를 위하여 열병합발전 시스템 도입 - 열병합발전을 비상발전기로 활용함으로써 초기투자비 회피 - 열병합발전 시스템을 도입함으로써 154 kV 수전설비 회피 ※ 계약용량 10,000 kVA 이상일 경우 건물내 154 kV 수전설치 의무조건을 회피할 수 있음
-----	--

2. 백화점 및 역사 : 수원민자역사

가. 건물현황

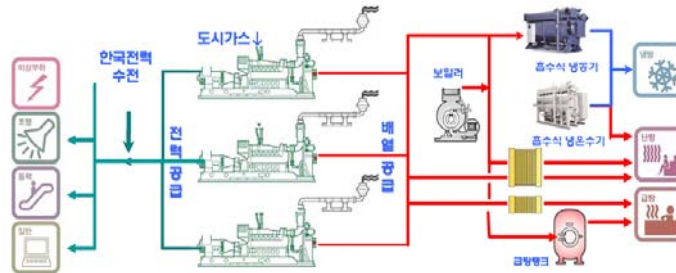
건 물 명	수원민자역사	운영기관	에경E&C
건물용도	역사, 백화점	준공년도	2003
연 면 적	129,933 m ²	냉난방면적	91,028 m ² (연면적의 70%)
소 제 지	경기 수원 권전구 매산로 1가		
특 징	○역사, 백화점 건물로 냉·난방 시간 12 h/d(10:00~22:00)임 ○폐열을 역사만 한정 공급, 발전전력은 백화점 공급으로 이원화 - 역사 및 에경백화점 소유주가 달라 에너지공급이 원활치 못함		

나. 에너지 설비현황

구 분	용량	대수	형식	설치년도	비 고
열병합발전기	1,438kW	3	가스엔진	1999	발전효율 : 39.8% 열 효율 : 40.2%
증기 보일러	6t/h, 4t/h	3, 1	노통연관식	2003	백화점 난방,급탕
중온수보일러	2Gcal/h	2	-	2003	냉·난방용
전기보일러	2.7t/h	1	-	2003	가 슥 용
흡수식냉온수기	327RT	2	중온수흡수식	2003	역사 냉방용
	870RT	3	증기흡수식	2003	백화점 냉방용
직화식냉온수기	400RT	1	가스직화식	2003	냉방용
냉 동 기	870RT	3	터보(전기)	2003	비상용
비상 발전기	없음				열병합발전으로 대응
계약전력	11,000 kW(일반용전력 을 고압A 선택2)				

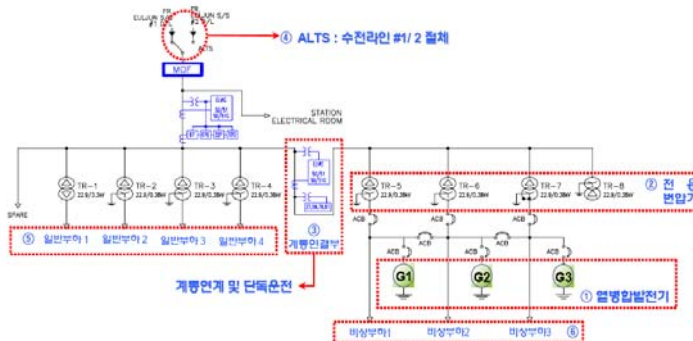
다. 에너지시스템 구성도

○에너지설비 구성도

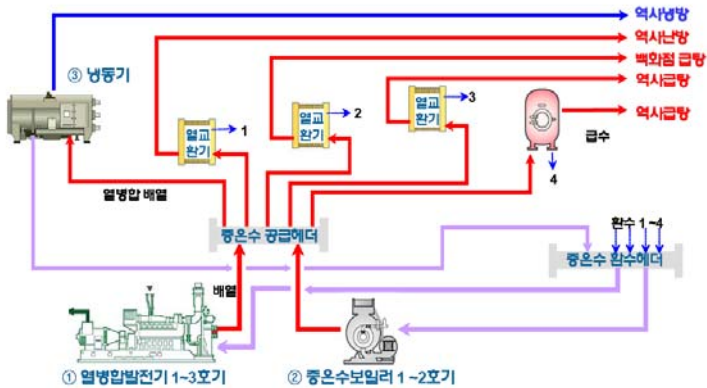


구분	방식	사양	용량	비고
발전설비	안전 계통연계	380V, 60Hz	1,438 kW ×3 (합 1,452 kW ×3)	상용 및 비상 급용
냉방	중온수	95℃ / 80℃		역사 난방 급용 및 벽파열 급용
				중온수 흡수식 냉동기로 역사 난방

○단선 결선도(전력계통도)



○ 열병합발전 배열이용설비 구성도



구분	내역	비고
난방 및 급탕	역사 난방 및 급탕 우선 충당 후 백화점 급탕 보조열원으로 활용	
냉방	③ 중온수 흡수식 냉방기 가동 (95℃/80℃), 역무시설 냉방	
에너지 이용	열병합발전 정지시 ② 중온수보일러로 냉방 및 난·급탕 가동	2.0Gcal/h×2

라. 에너지사용현황

구분		단위	2004년도 실적		년평균단가 (B÷A)
			사용량(A)	금액(천원)(B)	
에너지원	발전기	Nm³/년	950,485	373,559	단가 : 393원/Nm³
	보일러및기타	Nm³/년	1,268,877	495,556	단가 : 391원/Nm³
	소계	toe/년	2,330	869,115	단가 : 373천원/toe
전기	수전전력	MWh	23,144	2,513,206	단가 : 109원/kWh
	자가발전	MWh	4,000	-	단가1 : 93원/kWh 단가2 : 62원/kWh
	소계	MWh	27,145	2,513,206	단가 : 93원/kWh
에너지사용량 합계		toe	9,116	3,382,321	단가 : 371천원/toe

주) 자가발전의 단가1 : 발전배열이용제외의 경우, 단가2 : 발전배열이용시

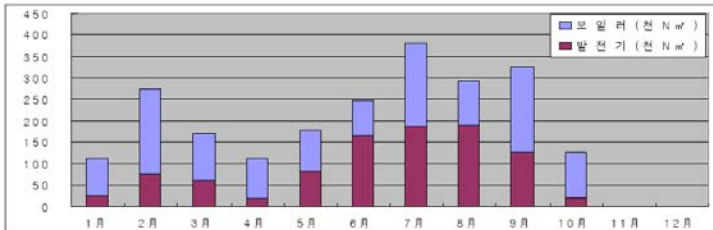
2004년 1월부터 10월까지의 자료임

마. 월별 에너지사용실적(2004년도)

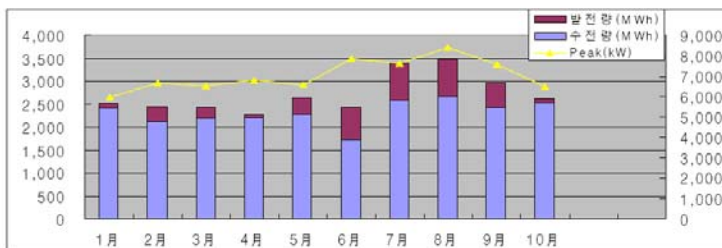
[illegible]

바. 운전형태 분석(2004년 10월까지의 데이터를 분석한 자료임)

○ 열병합발전 - 보일러 연료사용 현황

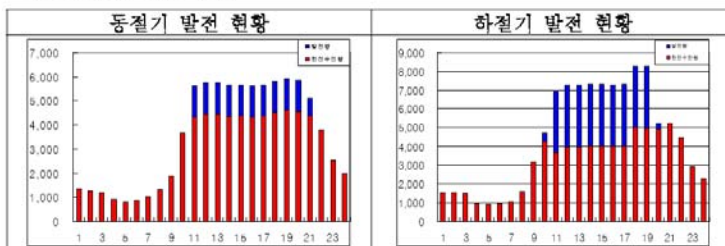


○ 수전 - 발전 현황(2004년도)



※ 총 전력사용량의 15%를 발전함으로써 피크부하를 감소시킨

○ 계절별-일간 발전 현황



사. 운전형태 검토 결과

구 분		단 위	내 용	비 고
열병합발전	발 전 량	MWh	4,000	
	연 료 소 비 량	천Nm ³	950	배열발생량 : 315 천Nm ³
	이용 효율	배 열	%	정격효율 : 40.2 %
		발 전	%	정격효율 : 39.8 %
		중 합	%	정격중합효율 : 80%
	의존율	열	%	20
		전 기	%	15
		중 합	%	16
		최대수요단당율	%	(발전량+배열이용량+총에너지사용량) 최대수요에 대한 발전기 역할 (피크시발전용량1,438kW×3×0.9)
	부하율	전부하상당시간	h	927
		가 동 율	%	13
전 불 의	열 전 비	-	0.6	열병합발전비 : 1.0
전 력	한전 수전량	MWh	23,144	
보조열원	기타연료사용량	천Nm ³	1,269	부족열원 에너지사용량

아. 문제점

구 분	내 용
문제점	○ 운전관리 불합리로 경제성 취약 - 정격효율대비 9% 이하로 운전 - 칠도청 및 애경백화점으로 소유주 분리되어 열병합발전운전회사인 애경E&C에서 종합적 관리를 할 수가 없어 불합리하게 운전됨 ※ 열공급은 수원전자역사, 전력공급은 애경백화점으로 분리되어 열을 많이 사용하는 백화점에 열을 공급하지 못하여 손실 초래(발전배열은 냉방열원으로 이용하지 못하므로 가동율 저하) ○ 가스요금 상승으로 인한 경제성 악화 : 설계시보다 GAS 단가 상승 ○ 가동율 저하(13%) - 건물 특성상 가동시간 축소(12h/d : 10:00~22:00) - 열사요청이 있음에도 건물주 이원희에 따라 열 미사용으로 가동율 저하 - 경부하 시간대(22:00~08:00) 발전은 전력단가 차이로 손실 초래 ○ 높은 유지보수 비용 및 비상자재 확보 곤란 - 대부분 고가의 외산자재로 수입에 의존하므로 유지보수 곤란

자. 건물의 열병합발전 도입 특징

특 징	○ 건물주 이원화로 운전관리 불합리 - 열병합발전 가동시간이 짧다 - 설비가동율 저하 초래(13%, 전부하상당시간 927 h/10개월) ○ 일반용 전력요금 체계로 경부하시 경제성 부족 - 전력 Peak 감소를 위한 최대부하 및 중간부하 시간만 가동으로 가동율 감소에 따라 경제성 부족 - 열병합발전시스템 고장시 피크로 절약효과가 감소될 위험 존재 ○ 환절기 열이용처 부족으로 발전배열 방열 위험 존재 - 열병합발전의 특징인 전기와 열을 동시에 이용시 도입효과가 크므로 열사용처 확보가 필요 ○ 하절기 냉방으로 피크억제 및 전력 대체효과가 크다 - 열병합발전 배열을 이용하여 증온수 흡수식 냉동기를 가동하여 냉방을 함으로써 전력대체효과가 큼 ○ 에너지시설 투자비 감소를 위하여 열병합발전 시스템 도입 - 열병합발전을 비상발전기로 활용함으로써 초기투자비 회피 - 열병합발전 시스템을 도입함으로써 154kV 수전설비 회피 ※ 계약용량 10,000 kVA 이상일 경우 건물내 154kV 수전설치 의무조건을 회피할 수 있음
-----	--

3. 복합건물 : 센트럴시티

가. 건물현황

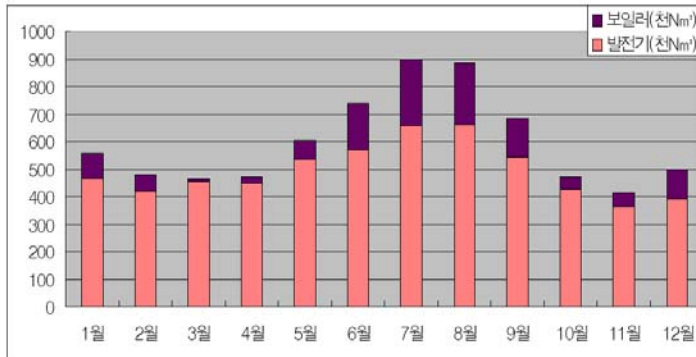
건 물 명	센트럴시티	운영기관	센트럴건설(주)
건물용도	호텔, 백화점, 상가, 터미널	준공년도	2000
연 면 적	219,282 m ²	냉난방면적	148,673m ² (연면적의 68%)
소 재 지	서울 강남구 반포동		
특 정	○복합건물로 비교적 가동시간이 많으나 전력부하가 전형적인 백화점 부하 형태를 보이고 있음(15h/d(08:00~23:00)임 ○배열을 온수와 증기로 이원화하여 회수 - 온수는 급탕, 증기는 흡수식냉동기 및 난방열원으로 이용 ○건물 건설시 초기부터 열병합발전시설 도입 - 154kV 수전설비 건설 회피		

나. 에너지 설비현황

구 분	용량	대수	형식	설치년도	비 고
열병합발전기	3,000kW	3	가스엔진	2000	발전효율 : 38.1% 열효율 : 42.2%
증기 보일러	10t/h	3	노통연관식	2000	냉 · 난방용
흡수식냉동기	1,000RT 900RT	4 1	증기흡수식	2000	냉방용
냉 동 기	900RT	3	터보(전기)	2000	냉방용
비상 발전기	2,500kW	1	디젤엔진	2000	
계약전력	13,000 kW(일반용전력 을 고압A 선택2)				

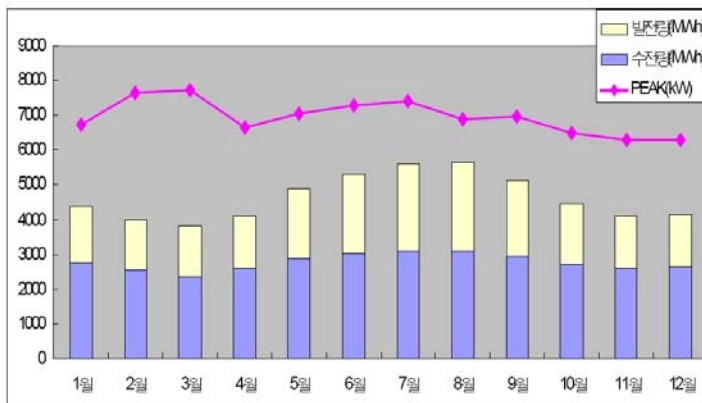
바. 운전행태 분석

○ 열병합발전 - 보일러 연료사용 현황



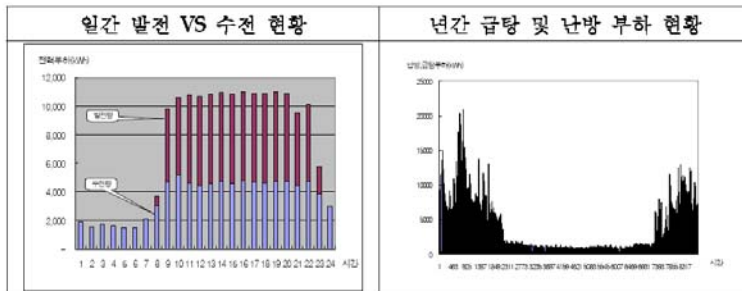
※ 열병합발전 배열을 이용함으로써 보일러의 연료사용량이 매우 작음을 알 수 있음

○ Peak - 수전 - 발전 현황

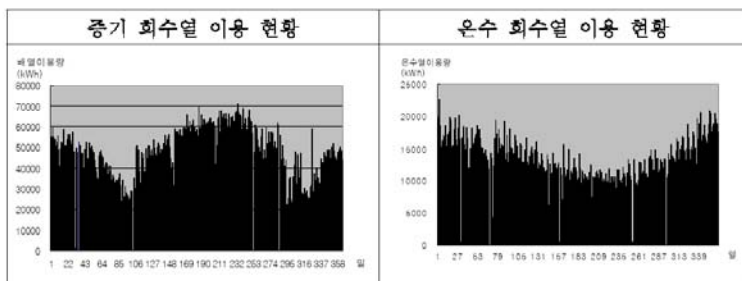


※ 총 전력사용량의 40%를 발전함으로써 피크부하를 감소시킴

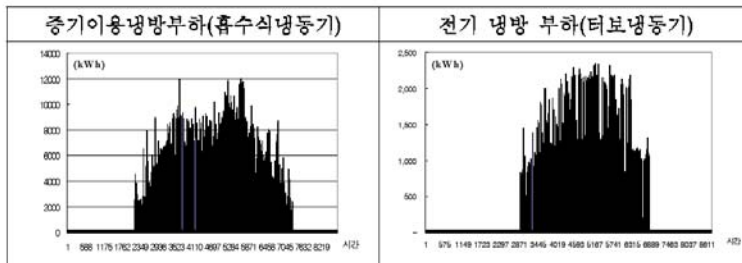
○일간 발전 및 수전, 연간 급탕 및 난방 부하 현황



○연간 발전 배열 이용 현황



○연간 냉방 부하 현황



※ 전기냉방만 실시할 경우 하절기 피크 전력은 현재보다 최고 1,200kW정도 상회할 것임

사. 운전행태 검토 결과

구 분			단 위	내 용	비 고
열병합발전	발 전 량		MWh	22,238	
	연 료 소 비 량		천Nm ³	5,608	배열발생량 : 2,355 천Nm ³
	이용 효율	배 열	%	41.9	정격효율 : 42.2 %
		발 전	%	35.3	정격효율 : 38.1 %
		중 합	%	77.2	정격중합효율 : 80.3 %
	의존율	열	%	59	배열이용량 : 1,927 천Nm ³
		전 기	%	40	
		중 합	%	43	(발전량+배열이용량)/총에너지량
		최대수요당량	%	57	최대수요에 대한 발전기 역할 (피크시발전용량 3,000kW/3.09)
	부하율	전부하상당시간	h	2,482	연간발전량÷정격발전용량
		가 동 율	%	28	
건 물 의 열 전 비		-	0.8	열병합열전비 : 1.1	
전 력	한전 수전량	MWh	32,230		
보조열원	기타연료사용량	천Nm ³	1,605	부족열원에대한에너지사용량	

아. 문제점

구 분	내 용
문제점	○가동을 저하(28%)-전력추종운전(피크컷 운전) - 일반용 전력요금체제로 경부하시 비가동(15h/d(08:00~23:00)) - 경부하 시간대(22:00~08:00) 발전은 전력단가 차이로 손실 초래 · 경부하 전력요금 : 37.2원/kWh, · 발전단가 : 배열 미 이용시 97원/kWh(이용시 약 56원/kWh) ○높은 유지보수 비용 및 비상자재 확보 곤란 - 대부분 고가의 외산자재로 수입에 의존하므로 유지보수 곤란 ○발전배열을 증기와 온수로 이원화하여 회수이용하므로 배열이용효율이 온수만으로는 이용보다 저하(배열이용효율 82%)

자. 건물의 열병합발전 도입 특징

특징	○ 열병합발전 가동시간이 짧다 - 가동율 저하 초래(28%, 전부하상당시간 2,482 h/년) - 최대부하 및 중간부하 시간만 가동으로 가동율 감소 - 열병합발전시스템 고장시 피크로 절약효과가 감소될 위험 존재 ※ 최대전력수요의 57%를 열병합발전이 담당하나 가동율이 28%에 불과하여 가동율 저하에 따른 경제성 악화 소지가 있음 ○ 환절기 열이용처 부족으로 발전배열 방열 위험 존재 - 열병합발전의 특징인 전기와 열을 동시에 이용시 도입효과가 크므로 열사용처 확보가 필요 ○ 하절기 증기이용 흡수식냉방을 실시 - 열병합발전 배열을 증기로 회수하여 2중효용흡수식냉동기를 가동하여 냉방을 함으로써 전력 피크억제 및 대체효과가 큼 ○ 에너지시설 투자비 감소를 위하여 열병합발전 시스템 도입 - 건설초기부터 열병합발전을 도입함으로써 154 kV 수전설비 회피 ※ 에너지를 효율적으로 이용함에도 전력요금체계 및 가스요금에 따라 경제성확보의 어려움이 존재
----	---

4. 아파트 건물 : 상도동 건영 아파트

가. 건물현황

건 물 명	건영아파트	운영기관	아파트관리사무소
건물용도	주거용	준공년도	1997
세 대 수	824세대(15, 24, 34, 44평)	난방방식	중앙난방
소 재 지	서울 동작구 상도동		
특 징	○ 고가의 전력단가로 상시가동: 24 h/d(기저부하 발전) ○ 가동율은 높으나 하절기 일병합발전 배일 방일 - 방일이 되더라도 발전단가가 수전단가보다 저렴하여 대수제어에 의한 상시 운전을 실시함		

나. 에너지 설비현황

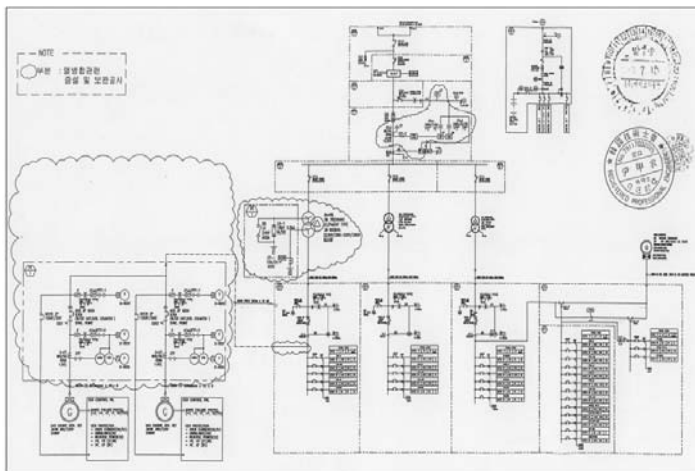
구 분	용량	대수	형식	설치년도	비 고
일병합발전기	248kW	2	가스엔진	2002	발전효율 : 33% 열 효율 : 55%
중온수보일러	4Gcal/h	2		2002	난방용
비상 발전기	300kW	1			
냉방시설	중앙냉방시설은 없으며, 개별 냉방기를 이용함				
계약전력	1,750 kW(주택용 고압A - 단일요금제)				

다. 에너지시스템 구성도

○에너지설비 구성도



○단선 결선도(전력계통도)



라. 에너지사용현황

구분 에너지원		단위	2004년도 실적		년평균단가 (B:A)
			사용량(A)	금액(천원)(B)	
연료	발전기	m³/년	868,953	377,797	단가: 435원/Nm³
	보일러및기타	m³/년	490,538	247,706	단가: 505원/Nm³
	소계	toe/년	1,427	625,503	단가: 438원/toe
전기	수전전력	MWh	1,133	108,451	단가: 96원/kWh
	자가발전	MWh	3,109	-	단가1: 122원/kWh 단가2: 61원/kWh
	소계	MWh	4,242	108,451	단가: 26원/kWh
에너지사용량 합계		toe	2,488	733,954	단가: 295원/toe

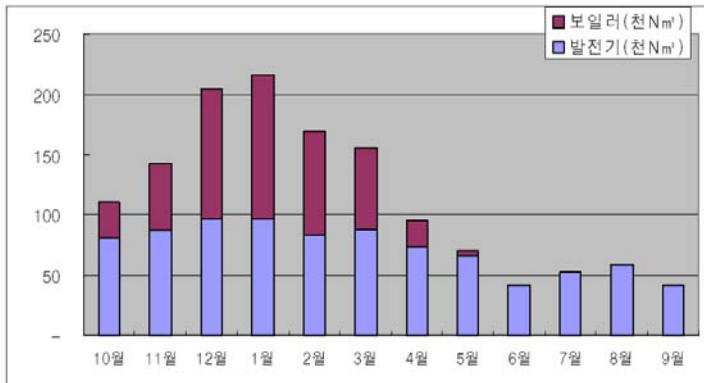
주) 자가발전의 단계1: 발전배열이용제외의 경우, 단계2: 발전배열이용시
2003년도 10월부터 2004년 9월까지의 실적임

마. 원별 에너지사용실적(2004년도)

[illegible]

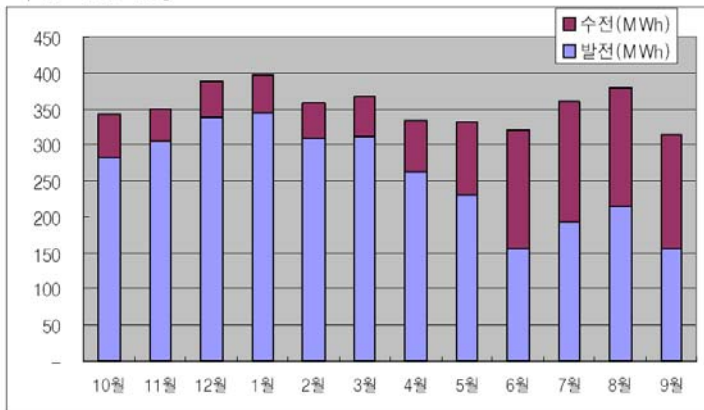
바. 운전형태 분석

○ 열병합발전 - 보일러 연료사용 현황



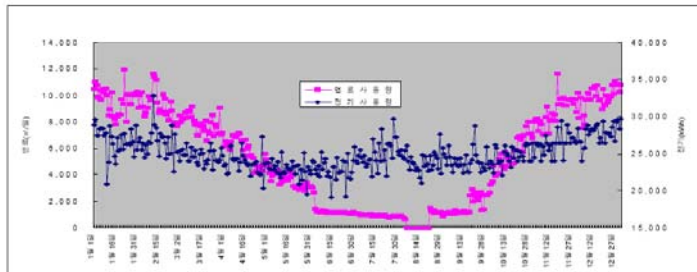
※ 열병합발전 배열이용으로 동절기를 제외하고 보일러의 연료사용량이 없음을 알 수 있음

○ 수전 - 발전 현황

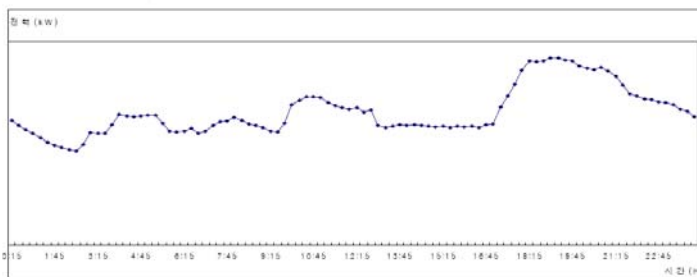


※ 총 전력사용량의 73%를 발전함

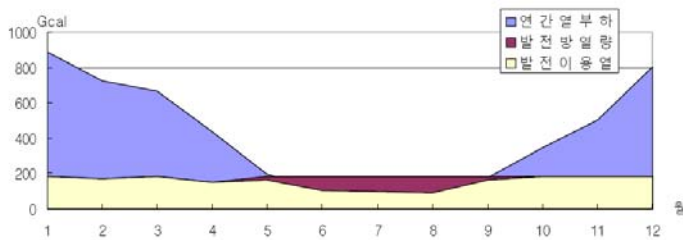
○아파트의 연간 열 및 전기 부하 현황



○일간 전력 부하 패턴



○년간 열병합발전의 이용열량 및 방열 패턴



※ 하절기 열사용처 부족으로 방열하는 경우가 많음

사. 운전행태 검토 결과

구 분			단 위	내 용	비 고
열병합발전	발 전 량		MWh	3,109	
	연 료 소 비 량		천Nm ³	869	배열발생량 : 435천Nm ³
	이용 효율	배 열	%	50	정격효율 : 33 %
		발 전	%	32	정격효율 : 55 %
		중 합	%	82	정격중합효율 : 86.4 %
	의존율	열	%	47	
		전 기	%	73	
		중 합	%	49	(발전량+배열이용량)/총에너지사용량
		최대수요단골	%	41	최대수요에 대한 발전기 역할 (피크시발전용량 248kW×2×0.9)
	부하율	전부하상당시간	h	6,269	연간발전량: 정격발전용량
		가 동 율	%	72	
건 물 의 열 전 비		-	2.4	열병합열전비 : 1.7	
전 력	한전 수전량	MWh	1,133		
보조열원	기타연료사용량	천Nm ³	491	부족열원에 대한에너지사용량	

아. 문제점

구 분	내 용
문제점	○ 하절기 열사용처 부족으로 발전배열 망열 - 주택용 전력단가가 발전단가 보다 비싸 하절기 발전을 실시하나 열사용처 부족으로 방열을 시키면서 운전함 · '03년 주택용 평균단가가 108원/kWh이나, 실제 조사결과 32평 아파트의 경우 공동요금을 포함하여 152원/kWh수준임 · 평균발전단가는 배열이용시 61원/kWh, 배열방열시 122원 수준임 ※ 하절기 방열을 억제하기 위해 대수제어(2대중 1대가동)로 운전하나 열병합발전 배열의 5.5%(총연료사용량의 3.5%)를 방열함. ○ 전문인력 부재에 따른 사후관리 부족으로 유지보수의 어려움이 예상 - 당 아파트는 철저한 관리를 통하여 운전을 실시하나, 다른 아파트의 경우 관리 특성상 유지보수의 어려움이 예상됨

자. 건물의 열병합발전 도입 특징

특징	○ 열병합발전 가동시간이 길어 매우 경제적인임 - 설비 가동율이 72%로 복합건물, 사무용건물 보다 매우 높음 ○ 주택용 전력요금에 적용되어 매우 경제적임 - 주택용 평균 전력단가가 적용(누진제)되어 일반용 전력요금 단가보다 매우 비쌈 - 03년 주택용 평균단가가 108원이나, 실제조사결과 34평의 경우 공동요금 포함하여 전력단가가 152원으로 조사됨 ※ 년 평균 발전단가는 배열이용시 61원, 미이용시 122원 수준임 ○ 하절기 열사용처 부족으로 발전배열 방열 - 하절기 열 사용처 발굴 및 대수제어 등 효율적 운전방안이 필요
----	---

5. 병원 건물 : 안양 병원

가. 건물현황

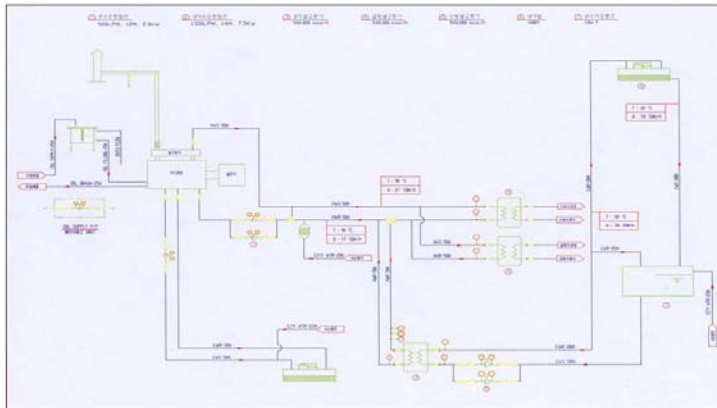
건 물 명	안양병원	운영기관	안양병원 시설팀
건물용도	병원용	준공년도	1972
연면적	4,776㎡	냉·난방면적	3,343㎡
소 제 지	경기 안양시 만안구		
특 징	○ 열 및 전력 부하에 따라 상시가동 가능하나 운전 관리 부족으로 가동을 21%에 불과(시간구분 없이 필요에 따라 운전) - 관리능력 부족으로 운전 부하 패턴이 불규칙함 ○ 발전배열을 냉방에 이용하지 않음으로 하절기 열사용처 부족시 운전하지 않음 - 따라서 발전배열을 이용한 냉방시스템과의 연계가 요구됨		

나. 에너지 설비현황

구 분	용량	대수	형식	설치년도	비 고
열병합발전기	333 kW	1	가스엔진	2001	발전효율 : 35.4% 열 효율 : 52.8%
증기 보일러	1.5t/h	2			기존설치보일러
중온수보일러					
흡수식냉온수기					
직화식냉온수기					
냉 동 기					
비상 발전기					
계약전력	1,600kW(일반용전력 을 고압A 선택2)				

다. 에너지시스템 구성도

○에너지설비 구성도



○단선 결선도(전력계통도)



라. 에너지사용현황

구 분		단 위	2003년도 실적		년평균단가 (B:A)
			사 용 량(A)	금액(천원)(B)	
연료	발 전 기	Nm³/년	162,622	64,512	단가: 397원/Nm³
	보일러 및 기타	Nm³/년	81,847	38,959	단가: 476원/Nm³
	소 계	toe/년	256.7	103,471	단가: 403천원/toe
전기	수 전 전 력	MWh	2,434	310,676	단가: 128원/kWh
	자 가 발 전	MWh	600	-	단가1: 108원/kWh 단가2: 55원/kWh
	소 계	MWh	3,034	310,676	단가: 102원/kWh
에너지사용량 합계		toe	1,015	414,147	단가: 408천원/toe

주) 자가발전의 단가1 : 발전배열이용제외의 경우, 단가2 : 발전배열이용시

다. 월별 에너지사용실적(2003년도)

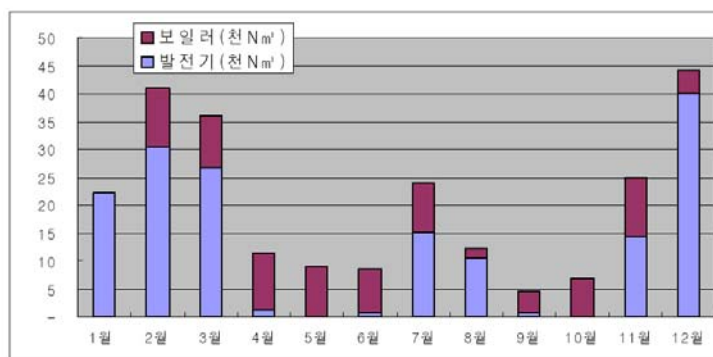
월별	Peak	수전전력	열병합발전		보일러 및기타	전물전제사용량	
	kW (발전세외)	수전량 (MWh)	발전량 (MWh)	사용량 (천Nm)	사용량 (천Nm)	전기 (MWh)	연료 (천Nm)
1월	798	242	86	22	-	328	22
2월	704	78	116	30	10	194	41
3월	587	101	102	27	9	203	36
4월	621	241	5	1	10	246	23
5월	836	225	0.4	0.1	9	225	9
6월	859	241	3	0.8	8	244	8
7월	957	236	54	15	9	289	24
8월	954	297	34	10	2	331	12
9월	950	247	3	0.8	4	250	5
10월	613	250	-	-	7	250	8
11월	670	189	52	14	11	240	25
12월	711	88	146	40	4	234	44
합계	-	2,434	600	163	82	3,034	244

계약
종별

- 수 전 전 력 : 계약전력 1,600kW, 계약종별 일반용전력을 고압A 선택2
- 보일러연료 : 업무난방용 요금
- 열병합연료 : 경기지역 열병합발전용

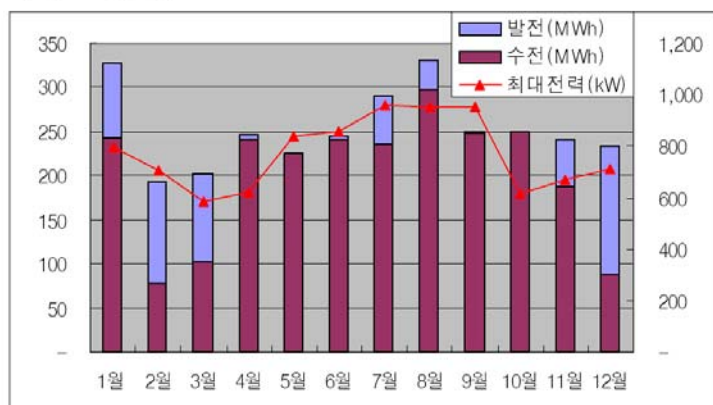
바. 운전형태 분석

○ 열병합발전 - 보일러 연료사용 현황



※ 관리부족으로 운전 형태가 일정하지 않음

○ 수전 - 발전 현황



※ 총 전력사용량의 20%를 발전함

사. 운전행태 검토 결과

구 분		단 위	내 용	비 고	
열병합발전	발 전 량	MWh	600		
	연 료 소 비 량	천Nm ³	163	배열발생량 : 80천Nm ³	
	이용 효율	배 열	%	49.1	정격효율 : 52.8 %
		발 전	%	33.3	정격효율 : 35.4 %
		중 합	%	82.4	정격중합효율 : 88.2 %
	의존율	열	%	49.4	
		전 기	%	19.8	
		중 합	%	28.9	(발전량+배열이용량)÷총에너지사용량
		최대수요당량	%	27	최대수요에 대한 발전기 역할 (피크시발전용량 333kW×0.9)
	부하율	전부하상당시간	h	1,803	연간발전량÷정격발전용량
가 동 율		%	21		
건 물 의	열 전 비	-	0.6	열병합발전비 : 1.5	
전 력	한전 수전량	MWh	2,434		
보조열원	기타연료사용량	천Nm ³	82	부족열원에대한에너지사용량	

아. 문제점 및 특징

구 분	내 용
문 제 점	○가동율 저하 - 열병합발전과 냉방과의 연계가 없어 열사용처가 없을 경우 가동정지 ※ 현재 온수사용처단을 발전배열이 담당하고 있으므로, 냉방과의 연계가 시급한 실정임
	○관리 부족으로 인한 합리적 운전 결여 및 유지보수의 어려움 존재 - 전문인력부재에 따른 사후관리 부족으로 유지보수의 어려움이 예상 - 열병합발전시스템 고장시 피크로 절약효과가 감소될 위험 존재
	○일반용 전력요금 체계로 경부하시 경제성 부족 - 전력 Peak 감소를 위한 최대부하 및 중간부하 시간만 가동
특 징	○열병합발전을 도입하기 위한 부하조건이 합리적임 - 열과 전기 부하가 연간 일정하므로 합리적 설제시 많은 잇점이 있음
	○기타 조건은 사무용건물과 동일한 조건임

III. 종합비교 및 맺음말

1. 건물용도별 종합 비교

구 분		단 위	LG 강남타워	수 원 만지역사	센트럴 시 티	건영 아파트	안양 병원	비 고
건 물 의 열 전 비		열/전기	0.9	0.6	0.8	2.4	0.6	열병합 1.0~1.8
연료평균단가	열 병 합	원/Nm ³	422	393	385	435	397	
	보일러가	원/Nm ³	436	391	472	505	476	
전력평균단가	수전단가 (계약종류)	원/kWh -	93 일반전력	109 일반전력	69 일반전력	96 주택용	128 일반전력	
	발전단가1	원/kWh	118	93	97	122	107	배열이용
	발전단가2	원/kWh	56	62	56	61	55	배열이용
에너지단가(연료, 전기 합계)		천원/toe	322	371	243	295	408	
열 병 합 발 전	운 전 방 식	-	전력추종 Peak-Cut	전력추종 Peak-Cut	전력추종 Peak-Cut	전력추종 Base-Load	전력추종 Peak-Cut	
	발전량당 연료소비량 (배열이용시)	Nm ³ /kWh	0.28 (0.13)	0.24 (0.16)	0.26 (0.15)	0.28 (0.14)	0.27 (0.14)	≈0.27 (≈0.14)
	종합이용효율	%	84.9	71.1	77.2	82	82.4	
	의존율	열	%	50	20	59	47	49.4
		전 기	%	28	15	40	73	19.8
		종 합	%	36	16	43	49	29
	부하율	전부하상당시간	h/년	1,690	927	2,482	6,269	1,803
		가 등 율	%	19	13	28	72	21
	최대전력수요당량율		%	44	35	57	41	27
	냉방과의 연계 (배열이용 냉방관계)		-	중온수 흡수식 냉 방	중온수 흡수식 냉 방	중 기 흡수식 냉 방	연 계 없 은	연 계 없 은