



소형열병합발전시스템 효율성과 보급정책

에너지관리공단
부산울산지사

개 요

1. 소형열병합발전시스템 의 개요

2. 소형열병합발전시스템 보급현황

3. 소형열병합발전시스템의 경제성분석 (공동주택)

4. 소형열병합발전시스템의 보급활성화를 위한 정책방향

5. 소형열병합발전시스템 지원제도



1. 소형열병합발전시스템 의 개요



소형열병합발전시스템의 개요

소형열병합발전의 정의

- ❖ 주로 천연가스(LNG)를 연료로 발전용량이 1만kW 이하인 가스 엔진 또는 가스터빈을 이용하여 열과 전기를 동시에 생산·이용하는 고효율 중합에너지시스템을 말함

에너지이용효율 비교

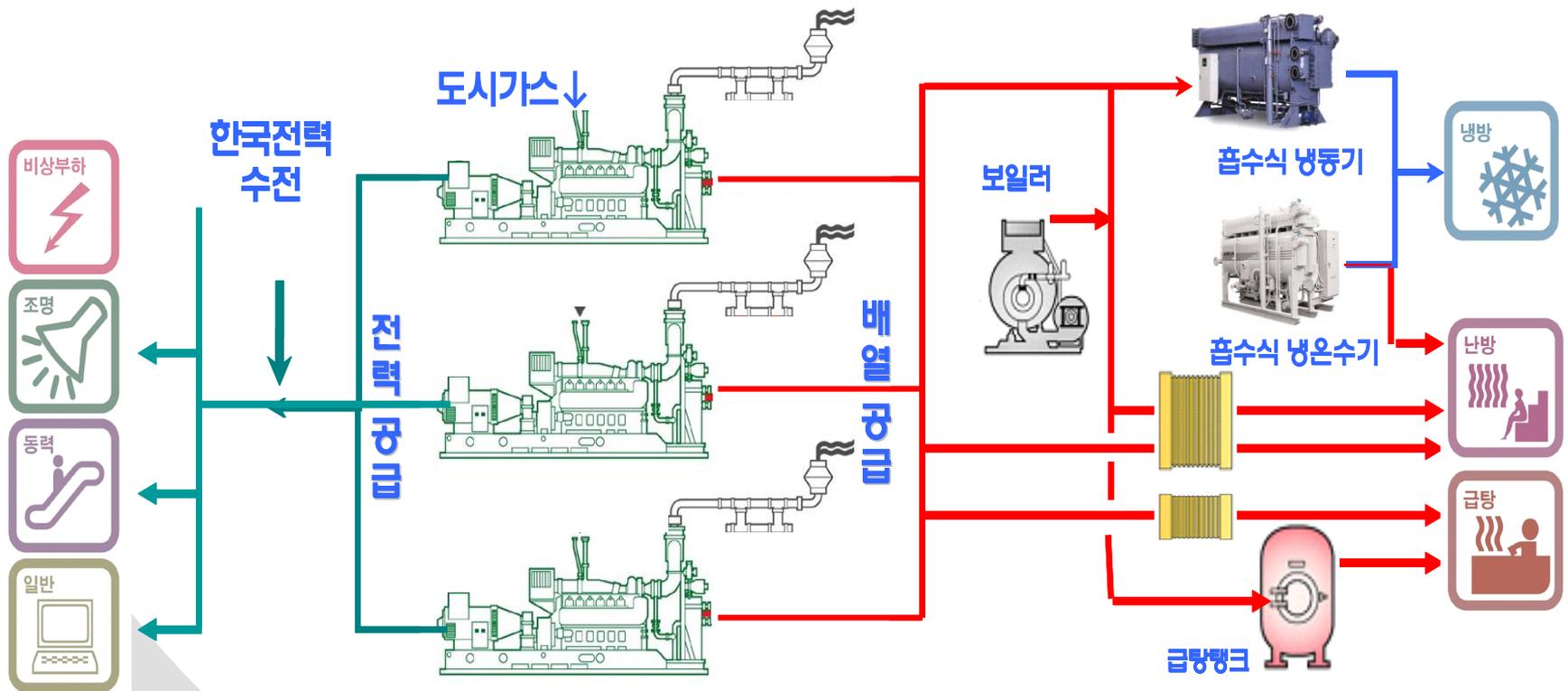
구분	발전전용	기존방식	열병합	절감효과
효율(%)	38	55~65	75~90	10~35

- ※ 기존방식이란 전기는 한전으로부터 수전하여 사용하고 열은 중앙난방보일러에서 생산하여 이용하는 방식을 말함



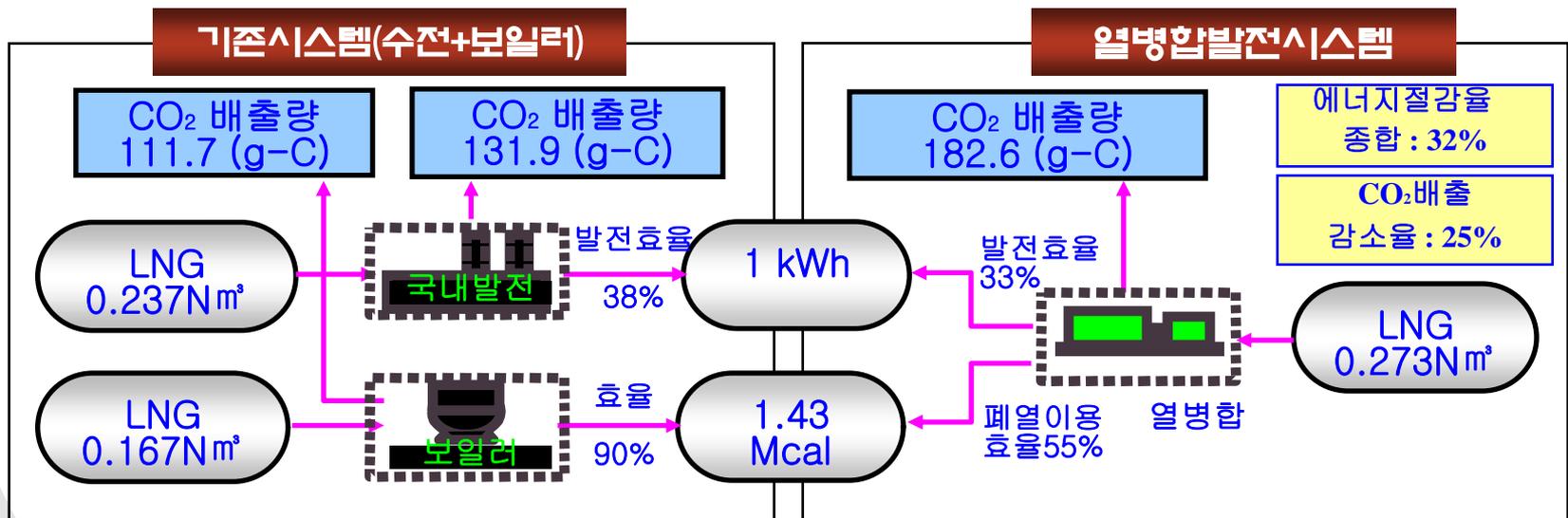
소형열병합발전시스템의 개요

소형열병합발전시스템 구성도



소형열병합발전시스템의 개요

기존시스템과 비교



구분	필요에너지 (kcal)	에너지		이산화탄소(CO ₂)	
		사용량(N ^{m³})	중합효율(%)	배출량(g-C)	비율(%)
기존	2.292	0.404	60	243.6	100
열병합	2.292	0.273	88	182.6	75

소형열병합발전시스템의 개요

소형열병합발전의 장단점

장 점

고효율에너지시스템

중합효율75~90%
(화력발전 40%이하)

환경친화적인 시스템

CO₂, NO_x, SO_x감소
(CO₂20~50%감소)

분산형전원, 비상발전

발전소 및 가스저장시설
비용 힙피
송전손실 감소

소형열병합 발전

단 점

초기 투자비 과다

설비 수입으로 설치비용
과대

투자비 회수 위험

열전비 부적절시

유지비용 크고 보수곤란

국내기술부족
입산 자재 확보 어려움
비용 크고 장기간소요

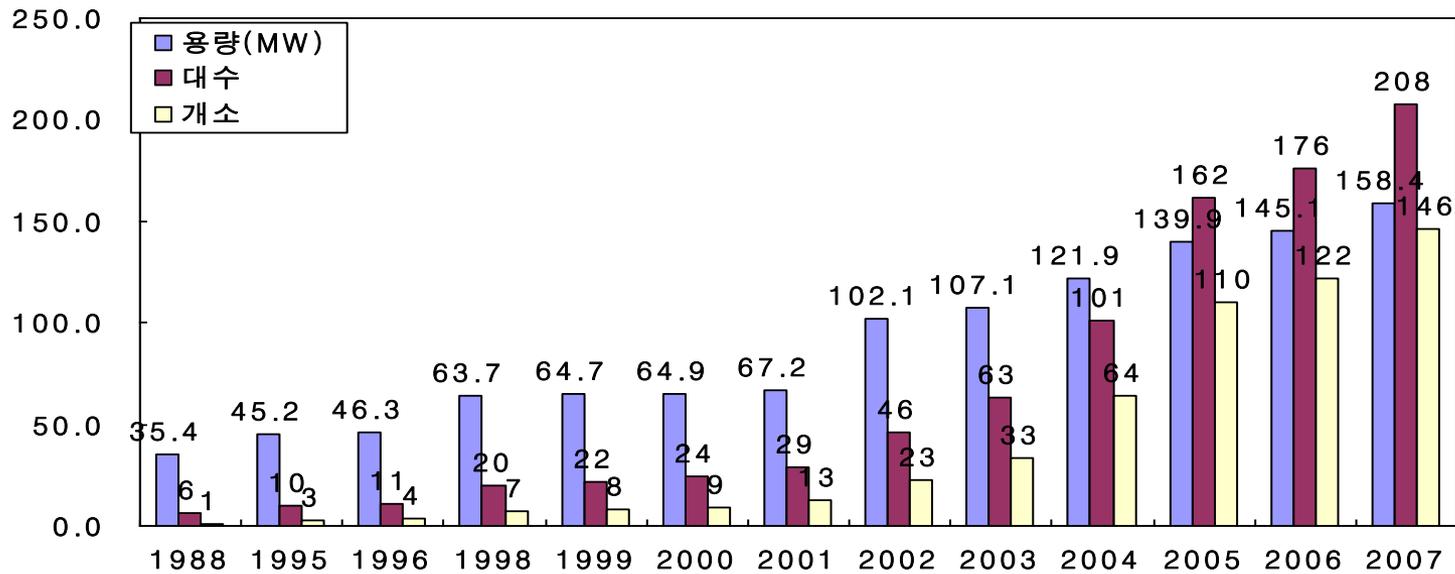


2. 소형열병합발전시스템 보급현황

소형열병합발전시스템 보급현황

국내 보급현황(연도별)

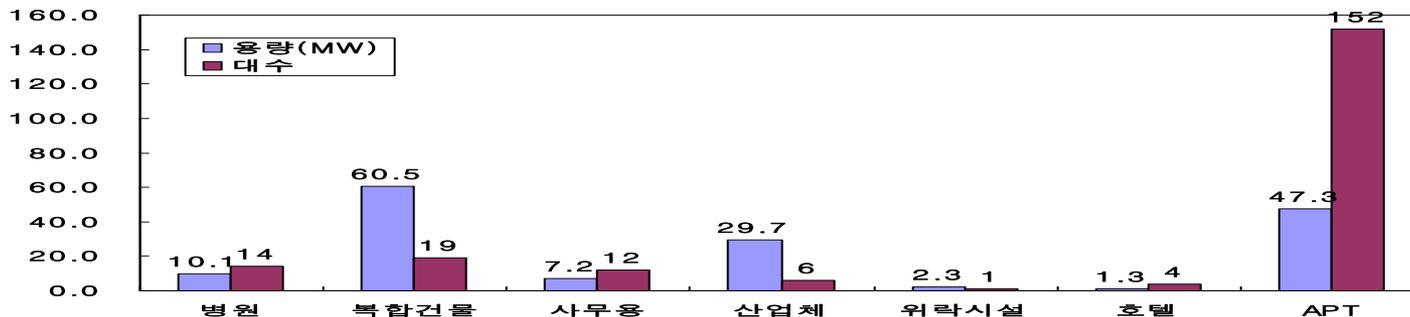
❖ 2007년도 2분기 기준 146개소 208기(158.4MW)가 설치되어, 국내 총 발전용량의 약 0.2%를 차지함



소형열병합발전시스템 보급현황

국내 보급현황(용도별)

❖ 2007년도 2분기 기준 총 146개소 중 110개소 아파트에 152기 47.2MW가 보급되었고 산업체, 병원, 호텔 등은 소형열병합발전 보급이 미흡한 실정임



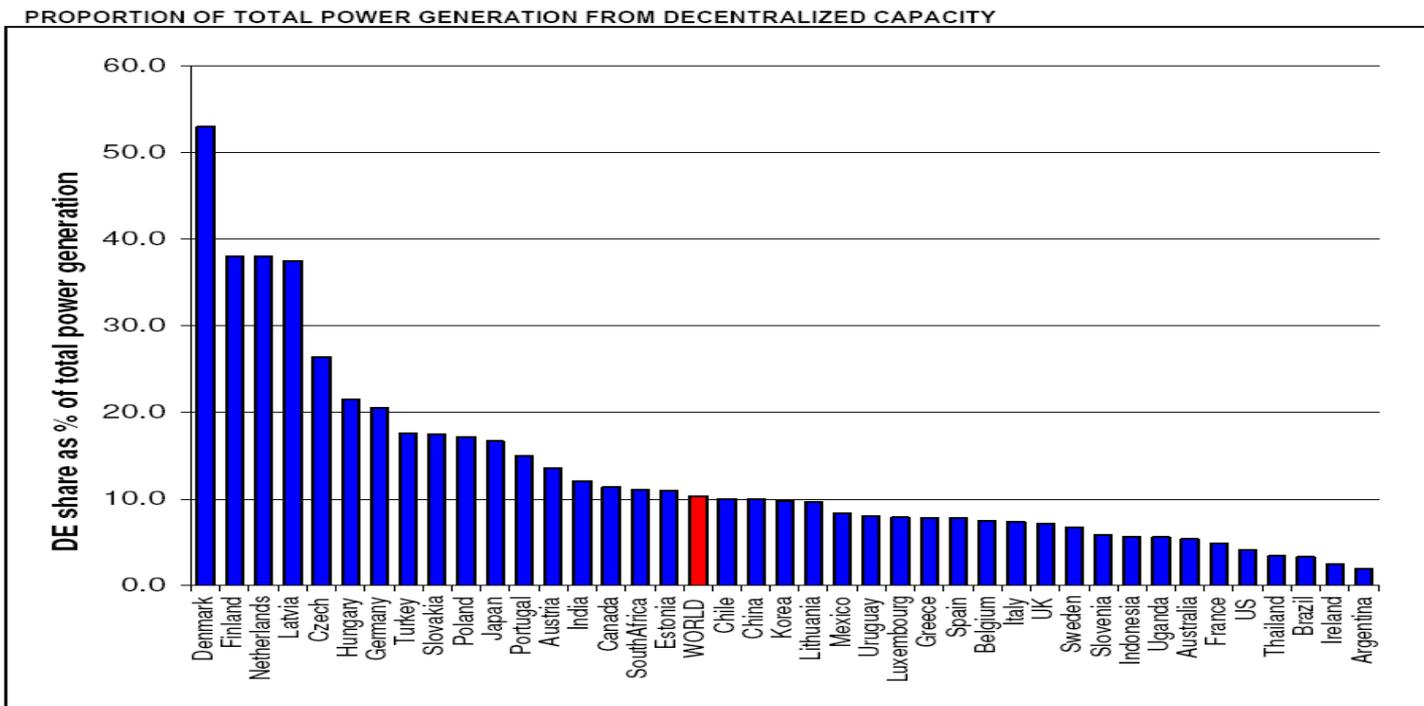
부산지역 설치 현황(건물1개소,공동주택7개소)

- 롯데부산점 '95년가스엔진2500KW*3기=7500KW 현대중공업,
- 망미삼성아파트 '04년 672세대가스엔진 356KW 효성,
- 북천우성아파트 '04년 752세대 가스엔진353KW 삼성테크윈,
- 다대삼환아파트 '05년 1669세대가스엔진356KW*2대 효성중공업,
- 신평현대아파트 '05년 992세대 가스엔진360KW 삼성테크윈,
- 남천삼익뉴비치 '05년 990세대 가스엔진355KW SK,
- 남천우성보라아파트 '06년 192세대가스엔진 85KW*2대 삼성테크윈
- 주례럭키아파트 '07년 1963세대 가스엔진356KW*2대 효성 ,독일MDE



소형열병합발전시스템 보급현황

주요 국가 분산형 전원 보급현황



WADE

※ 출처 : World survey of DE 2006

한국의 경우 집단에너지를 포함하여 약 9.8%정도임



3. 소형열병합발전시스템의 경제성분석 (공동주택)



소형열병합발전시스템의 경제성 분석

적용효율

난방방식별 에너지비용 비교

- 개별난방보일러 : 90%
- 중앙난방보일러 : 85% (배관손실등 5% 감안)
- 수전(LNG발전) : 35%
- 소형열병합발전 ('05.11 운전실태조사 결과치 적용)
 - 발전효율 : 33.4%
 - 폐열이용효율 : 44.9%

LNG,지역난방 및 전기요금 단가

- 난방용 (개별,중앙) : 601.27원/Nm³
- 집단에너지용 (동절기) : 551.69원/Nm³
- 공동주택용 (열병합용) : 525.5원/Nm³
- 지역난방 : 62.4원/Mcal
- 한전수전요금 : 152.0원/kWh
- 소형열병합발전 수전요금 : 73.5원/kWh

- 주) 1. L N G : '06.3 서울기준
2. 지역난방 : 한국지역난방공사 열요금 ('06.2)
3. 전 기 : 주택용 고압 ('05.12.29)



소형열병합발전시스템의 경제성 분석

난방방식별 에너지비용 비교

기타 적용기준

- 열병합발전 도입시 자가발전량
기존 수전량의 65% (05.11 운전실태조사 결과치 적용)
- 연료 (지역난방)및 전력 필요량 : 서울지역 32평형 B아파트 1호기준
 - 지역난방 열량 : 13,600 Mcal/y · 호 113만 kcal/m · 호
 - 전력량 : 4,890 kWh/y · 호 407.5kwh/m호

에너지비용지수

- 각 난방방식별 에너지 사용량에 따른 사용금액을 기준으로 지수를 비교함
- 중앙난방을 지수 100으로 기준함.



소형열병합발전시스템의 경제성 분석

난방방식별 에너지비용 비교

난방방식별 에너지사용량

구분		지역난방	개별난방	중앙난방	소형열병합발전	
필요량	열량(Mcal/년)	13,600	13,600	13,600	13,600	
	전력량(kWh/년)	4,890	4,890	4,890	4,890	
사용량	전력 (kWh/년)	한전수전	4,890	4,890	4,890	1,712
		자기발전	-	-	-	3,178
		소계	4,890	4,890	4,890	4,890
	열 (Mcal/년, Nm ³ /년)	보일러	13,600	1,584	1,677	1,224
		열병합발전	-	-	-	858
		소계	13,600	1,584	1,677	2,082
에너지 종합효율(열+전기) (%)		66	66	64	74	

소형열병합발전시스템의 경제성 분석

난방방식별 에너지 사용금액 및 비용지수

구 분		지역난방	개별난방	중앙난방	소형열병합발전	
사용금액 (원/년)	연료	보일러	848,640	952,412	1,008,330	675,268
		열병합발전	-	-	-	450,879
		소 계	848,640	952,412	1,008,330	1,126,147
	전 력	743,280	743,280	743,280	125,832	
	합 계	1,591,920	1,695,692	1,751,610	1,251,979	
에너지비 용지수 (%)	연 료	84	94	100	112	
	전 력	100	100	100	17	
	중 합	91	97	100	72	



소형열병합발전시스템의 경제성 분석

난방방식별 장단점 비교

구분	장점	단점	적용요건
개별난방	<ul style="list-style-type: none"> 원하는 시간대 난방가능 세대자체에서 절약 운전이 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 세대 자체관리로 안정성 불리 노후화 등 틈새 발생시 사고위험 내구 년한이 짧음 목욕 샤워시 급탕량 부족 급탕온도 도달시간 지체 	<ul style="list-style-type: none"> 입주자 선택
소형열병합발전	<ul style="list-style-type: none"> 한전 화력발전에 비해 열 효율 높음 첨두전력부하 완화에 기여하여 발전소 건설비용 회피 송전손실저감,에너지절감 및 개선효과에 기여 전력수급안정성에 기여 	<ul style="list-style-type: none"> 초기 투자비 과다 <ul style="list-style-type: none"> -규모의 비경제성 위험시 투자비 회수 부담 발생 발전기등 핵심부품이 거의 대부분 수입에 의존해 유지보수 비용 과대 고장시 필요 부품의 적기 조달 지연으로 정상가동이 어려울 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 연중 안정된 전력/열 부하가 있어야 하며, 열전비 (열부하/전기부하)가 높을 수록 유리
지역난방	<ul style="list-style-type: none"> 열원설비가 없어 가장 안전 주요장비가 적어 유지보수 용이 소각열 등 미활용에너지 이용으로 에너지 절감 및 환경개선 효과가 큼 전력 수급안정성에 기여 사용이 편리하고 쾌적함 	<ul style="list-style-type: none"> 시설 분담금 부담 인근에 집단에너지 공급시설이 없으면 공급이 어려움 사업자의 초기 투자비 부담이 큼 	<ul style="list-style-type: none"> 인근에 집단에너지 공급시설이 있어야 함
중앙난방	<ul style="list-style-type: none"> 기계실 통합관리 	<ul style="list-style-type: none"> 열수요가 낮은 경우 빈번한 간헐 운전으로 축열·수 송손실이 많음 세대 원하는 시간대에 난방이 곤란함 급탕용량이 부족함 	-



소형열병합발전시스템의 경제성 분석

공동주택 열병합발전 운영실태 조사결과

조사기간 : '05.11.7 ~ 11.30

현장방문 : '05.11.7 ~ 11.19

- 결과분석 : '05.11.21 ~ 11.30
- 조사방법 : 현장방문 기술지도 및 자료수집 분석
- 조사대상 : 서울시 소재 D아파트 등 공동주택 5개소
(주요 ESCO별 1개소씩)



소형열병합발전시스템이 경제성 분석

공동주택 열병합발전 운영실태 조사결과

- 공동주택 평형구성 및 발전용량

구분	A	B	C	D	E
세대구성	56평 192세대	35평 960세대	25평 412세대	26평 570세대	33평 494세대
	48평 160세대	42평 120세대	32평 429세대	34평 570세대	48평 260세대
			44평 273세대	50평 298세대	56평 208세대
				60평 190세대	
	총 252세대	총 1,080세대	총 1,114세대	총 1,628세대	총 962세대
열병합발전 용량(kW)	210	404	496	981	450



소형열병합발전시스템의 경제성 분석

공동주택 열병합발전 운영실태 조사결과

에너지사용량

구분		단위	A	B	C	D	E	합계
열병합발전	열병합발전기	천Nm ³ /년	414(48%)	874(45%)	984(56%)	1,776(58%)	864(49%)	4,912(52%)
	보조보일러	천Nm ³ /년	447(52%)	1,081(55%)	783(44%)	1,311(42%)	887(51%)	4,509(48%)
	계	천Nm ³ /년	861	1,955	1,767	3,087	1,751	9,421
전력수전	한전 수전	MWh/년	776(32%)	2,402(42%)	2,268(38%)	2,586(29%)	1,892(37%)	9,924(35%)
	열병합발전	MWh/년	1,624(68%)	3,244(58%)	3,653(62%)	6,432(71%)	3,266(63%)	18,219(65%)
	계	MWh/년	2,400	5,646	5,921	9,018	5,158	28,143
에너지사용량 합계		toe/년	1,098	2,653	2,423	3,888	2,311	12,373

소형열병합발전시스템의 경제성 분석

공동주택 열병합발전 운영실태 조사결과

- 열병합발전기 주요 성능치

구분		단위	A	B	C	D	E	평균	
경제회체전구	여에	발전	%	35.4	33.4	33.5	32.6	34.1	33.4
		배열이용	%	45.7	39.6	44.3	47.6	44.9	44.9
		계	%	81.0	73.0	77.8	80.2	79.0	78.3
	이전에	전력	%	67.7	57.5	61.7	71.3	63.3	64.7
		열	%	31.9	26.2	38.2	41.7	32.7	35.2
		계	%	41.5	34.9	45.7	50.2	41.3	43.7
	파이에	전부하상당 기동시간	h/년	7,732	8,031	7,366	6,557	7,259	7,170
		기동율	%	88.3	91.7	84.1	74.8	82.9	81.8

소형열병합발전시스템의 경제성 분석

공동주택 열병합발전 운영실태 조사결과

- 전력단가 및 연료단가

구분		단위	A	B	C	D	E	평균
전력단가	도입전수전단가	원/kWh	171.5	133.0	130.9	150.3	147.5	144.0
	발전단가 (배열미포함)	원/kWh	115.6	118.5	120.1	125.8	132.2	123.6
	발전단가 (배열포함)	원/kWh	48.0	55.1	56.9	50.3	56.1	52.8
	도입후수전단가	원/kWh	99.6	82.2	92.8	79.7	94.4	87.6
	평균전력단가 (배열미포함)	원/kWh	110.4	103.0	109.6	112.6	118.4	110.9
	평균전력단가	원/kWh	64.7	66.6	70.6	58.7	70.1	65.1
연료단가	도입전단가	원/Nm ³	551.8	550.8	521.4	543.4	592.1	552.6
	열병합발전	원/Nm ³	453.5	439.7	445.8	455.4	500.1	458.4
	보조보일러	원/Nm ³	522.6	535.5	476.7	517.2	577.7	527.0



소형열병합발전시스템의 경제성 분석

공동주택 열병합발전 운영실태 조사결과

열병합발전시스템 운전에 의한 개선효과

구분		단위	A	B	C	D	E	합계or평균
1차 에너지	절감율	%	16.9	10.9	14.5	16.3	14.0	14.5
	절감량	toe/년	223	325	412	756	375	2,091
에너지비용	절감율	%	36.2	26.2	29.8	34.1	27.3	30.6
	절감액	백만원/년	283	412	434	876	421 (807)	2,426 (2,812)
상환금액		백만원/년	280	475	425	866	523	2,569
에너지비용 잉여 절감액		백만원/년	3	-	9	10	- (284)	22 (284)
총 투자비		백만원	1,856	2,572	2,305	4,328	3,178	14,239
상환기간		개월	80	65	66	60	73	66
LNG 수요 창출율		%	16.4	18.6	23.9	22.0	18.1	20.4
보조보일러 연료사용 감소율		%	39.5	34.4	45.1	48.2	40.2	42.4
전력사용 증가율		%	10.2	13.1	10.7	13.5	14.1	12.6
한전수전 감소율		%	64.4	51.9	57.6	67.5	58.1	60.3

※ E의 경우 기존 사용연료인 경유를 LNG로 환산하여 산출하였고 ()에 표시한 값은 경유 (보일러 등유) 가격을 적용했을 때 절감액을 나타낸 것임

소형열병합발전시스템의 경제성 분석

공동주택 열병합발전 운영실태 조사결과

- 열병합발전시스템 도입시 주요사항

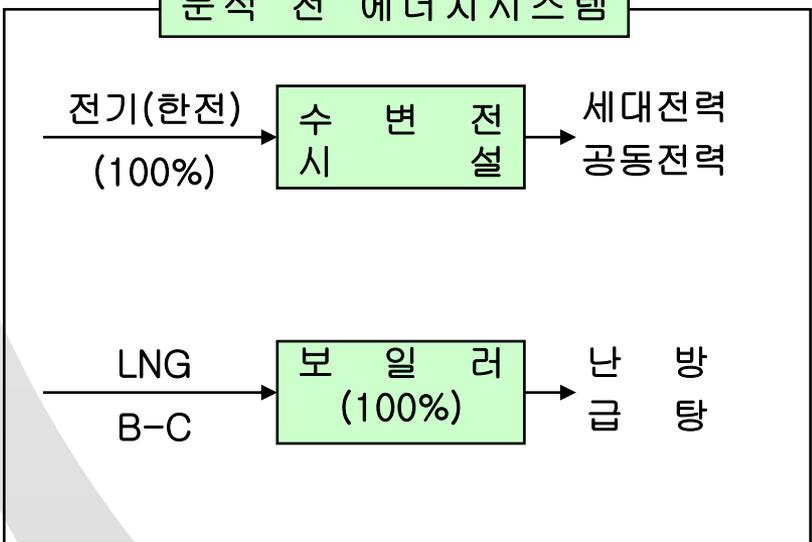
구분	A	B	C	D	E
입주자 찬성율	93.5%	86.5%	90%	94%	68%
입주자에 세입자 포함여부	포함(15%)	포함	미포함	포함(15%)	포함(30%)
지자체 행위 허가 여부	○	○	×	○	○
대기배출가스 신고 여부	○	×	×	○	×
설치 업체 선정요령	공개경쟁입찰	공개경쟁입찰	공개경쟁입찰	공개경쟁입찰	공개경쟁입찰

경제성 분석 대상건물

대상 수	세대 수	건축 연면적	비 고
48개 APT단지	45,493 세대	4,598 천 m ²	12~66 평형

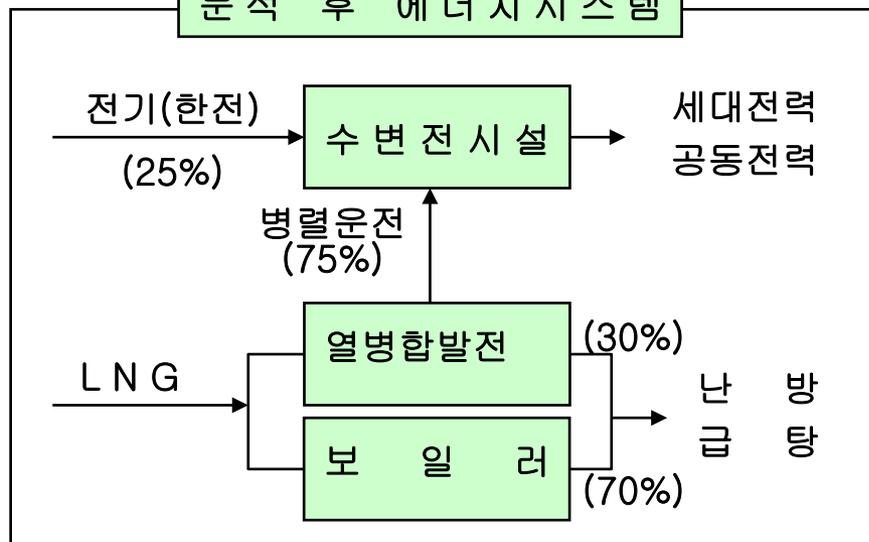
지역별	서울	경기	경남	경북	광주	대구	대전	부산	인천	충남	합계
단지수	21	11	1	2	1	1	7	2	1	1	48

분석 전 에너지시스템



전력은 모두한전수전, 보일러로 난방 및 급탕

분석 후 에너지시스템



한전수전 25%(자가발전75%), 발전폐열(30%) (30%) 과 보조보일러(70%)로 난방 및 급탕

경제성 분석 I

도입 기대효과 및 경제성 평가

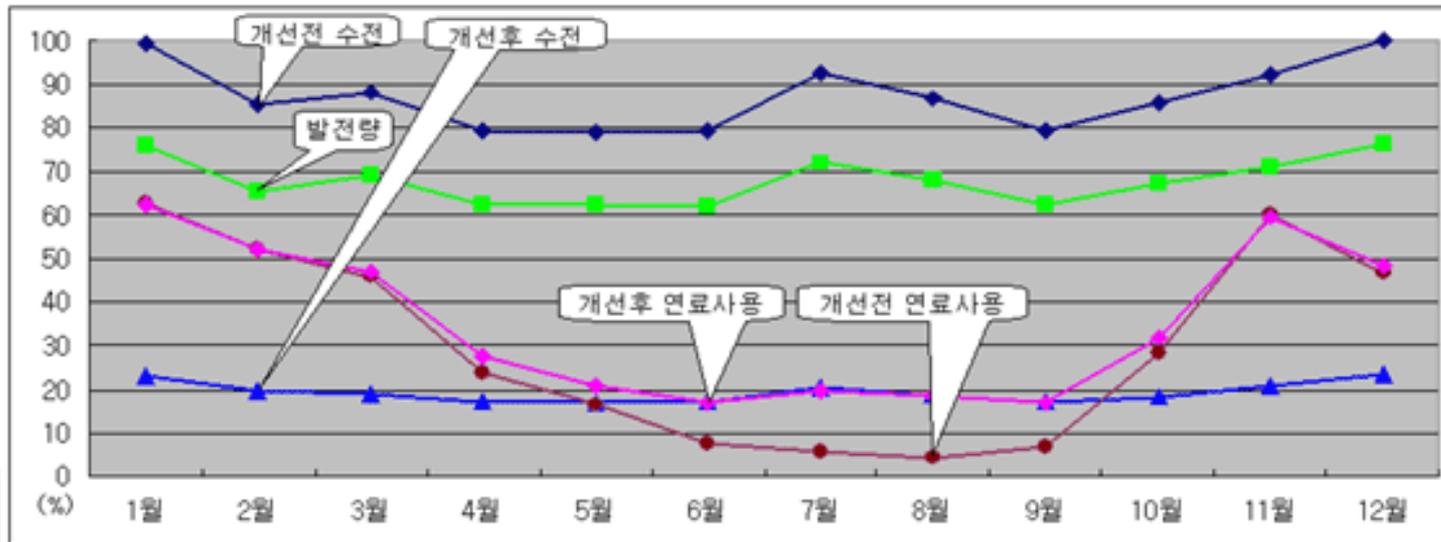
- 가스엔진의 발전용량은 1000세대당 평균 약 430kW 정도가 소요되며, 연료비용은 12%증가하나, 전력비용은 88%감소하여 총 32%의 에너지비용 감소.
- 세대당 약 20~60만원정도 절감할 수 있는 것으로 분석되어 단순 투자회수기간은 평균 4.6(3~8)년으로 나타나 현재의 에너지비용 체제하에 다수의 아파트에서 투자 경제성이 있는 것으로 분석됨.

구분	에너지 사용량			에너지 비용			1000세대당 설비용량	대당 평균 용량	투자 회수 기간	발전폐열 담당율
	연료	전력	합계	연료	전력	합계				
내용	22% 증가	75% 감소	20% 감소	12% 증가	88% 감소	32% 감소	430kW	322kW	4.6년	29%

경제성 분석 II

분석 전·후 에너지 사용 현황

- 48개아파트 타당성분석결과 소형열병합발전 시스템을 도입한다면 연료 사용량은 22%증가, 한전수전량은 자가발전에 의해 기존보다 75%감소되어 종합적으로 20%의 에너지를 절감하는 것으로 분석됨.



소형열병합발전 APT도입 경제성 분석 사례

아파트 명	투자비	에너지절감금액	에너지절감량	투자회수기간
서울 사당동 극동아파트	2,675백만원	630백만원	729TOE/년	4.25년
논산 계룡대 아파트	4,077백만원	1,010백만원 (수영장부분포함)	1,469TOE/년	4.04년
서울 옥수동 현대아파트	536백만원	169백만원	149TOE/년	3.17년

- 소형열병합발전의 **APT**를 대상으로 적용된 실 사례를 보면 전력부하사용량, 열부하 사용량에 따라 차이는 있으나, **일반적으로 3년에서 8년 사이에 투자회수가 가능함.**

경제성 분석 결론

에너지비용 32%감소
전력비88%감소-가스비12%증가
(세대당20~60만원감소)

에너지 20%절감
(가스 22%증가
전력 75%감소)

소형열병합
발전 도입

투자비 kW당 400만원
(가스엔진 132만원)

단순투자회수기간
평균4.6년(3~8년)



4. 소형열병합발전시스템의 보급활성화를 위한 정책방향



소형열병합발전시스템의 보급활성화를 위한 정책방향

열병합발전 보급 기본방향

열병합발전시스템 및 **미활용에너지**를 활용한 집단에너지 사업의
지속적 확대

- ❖ 중대형 열병합시스템을 활용한 **대규모 지역냉난방** 사업 촉진
- ❖ 건물 밀집지역에 대한 **전력직판사업**과 병행된 **소규모 집단에너지사업 활성화**
- ❖ 재건축 또는 신축 공사시 건축 시공사의 **열병합발전 냉난방시스템 검토 유도**



소형열병합발전시스템의 보급활성화를 위한 정책방향

열병합발전 기술개발 자립화 지원

- ❖ 가스엔진제작기술, 터빈코어기술 등 핵심기술
 - 100% 유럽 및 일본에서 수입
 - 현재 분산형 마이크로터빈 시스템(55kW) 개발 과제 수행중
- ❖ 소형열병합발전시스템 상용화 과제의 국산화 개발을 위해 에너지 절약 중대형기술개발사업으로 수행중
 - 수행기관 : 한국에너지기술연구원
 - 종합효율 85%이상(발전효율 33% 이상, 열효율 52%이상), NO_x 50ppm이하의 300kW급 가스엔진시스템 개발
- ❖ 안정적인 연구개발비 확보



소형열병합발전시스템의 보급활성화를 위한 정책방향

홍보기능 강화

- ❖ 열병합 발전에 대한 **대국민 인지도 저하**로 인한 보급지연
- ❖ 대국민 인지도 및 신뢰도 향상
 - 열병합발전의 **경제성, 환경친화성** 등을 강조
 - 수용가, ESCO, 도시가스 사업자들을 대상으로 정책방향
정책방향 세미나, 기술실무교육 등을 통하여 저변확대에 노력



5. 소형열병합발전시스템 지원제도

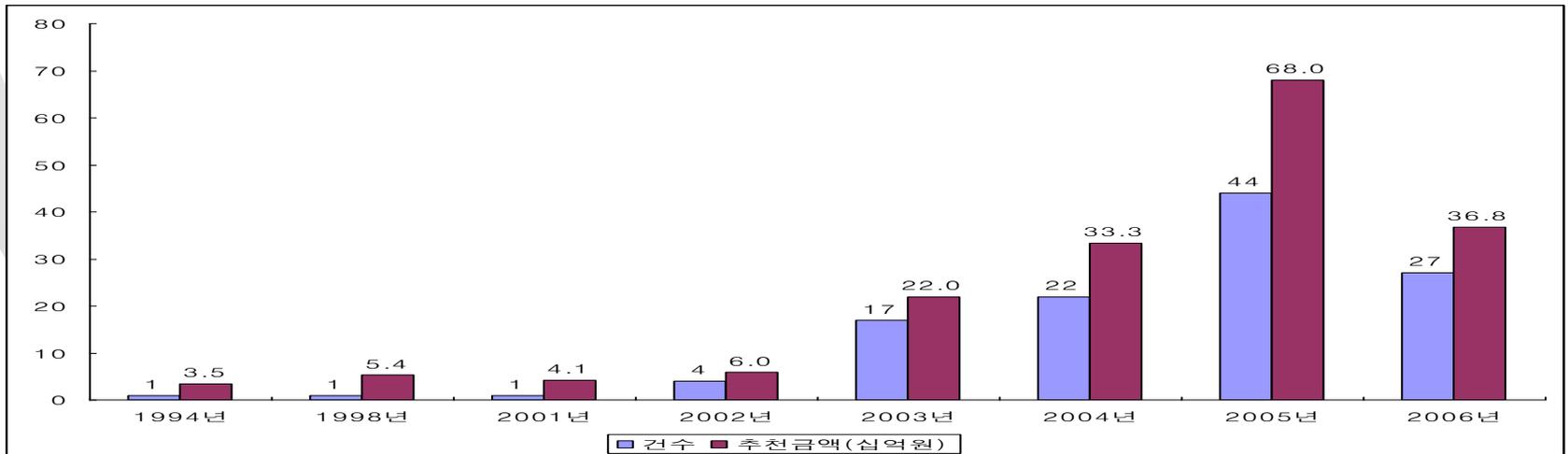


소형열병합발전시스템 지원제도

에너지이용합리화 자금 지원(ESCO)

- ❖ 소요자금의 80~90%이내 지원(대기업 80%/중소기업 90% 차등지원)
 - ※ 산업자원부 공고 제 2006-17호 [에너지이용합리화를 위한 자금지원지침]
- ❖ '07년 3분기 : 변동금리 4.0% (고정:3.0%)
- ❖ 3년 거치 7년 분할 상환
 - ※금리는 기준금리(국고채 3년 수익률)에 연동하여 분기별로 조정됨

<<연도별 ESCO자금지원실적>>



소형열병합발전시스템 지원제도

설치 및 설계 장려금 지원

- ❖ 설치지원금 : 3만원/kWe(3,000만원 한도)
 - ❖ 설계장려금 : 5천원/kWe(500만원 한도)
- ※ 해당지역 한국가스공사 관할지사에서 신청

<<연도별 설계 및 설치 지원금 지원실적>>

연 도	설치지원금		설계장려금	
	건수	지원금액(천원)	건수	지원금액(천원)
2003	8	53,950	8	53,950
2004	30	258,110	33	167,760
2005	33	375,998	31	97,445
2006	23	273,000	21	4,100
계	94	961,058	72	323,255



소형열병합발전시스템 지원제도

도시가스요금 우대적용

❖ 개별난방용 요금보다 평균 6.8(기타월)~11.8(동절기)% 저렴한 열병합발전용 도시가스 요금 적용 (2006 천연가스 소매요금 기준)

※ 현재 소형열병합발전이 도입된 지역은 모두 열병합발전 요금이 적용되고 있음

설치자금 세액공제

❖ 조세특례제한법 제 25조의 2에 인거 투자금액의 10%를 법인세 또는 소득세에서 공제함



제 언

- 소형열병합발전은 에너지 소비량 증가로 인한 효율향상 및 에너지 절약 시스템 보급의 필요성, 기존 대형발전소의 석탄, 원자력의 부산물에 의한 환경공해 발생, 천연가스의 계절별 수요편차 및 하절기 전력난 해소 등의 이유로 도입되어야 함.
- 소형열병합발전의 도입을 위해서는 경제성분석이 선행되어야함.
- 소형열병합발전의 도입대상의 에너지소비량, 부하패턴, 열사용량, 지역 등의 여러 가지 조건에 따라 각기 다른 경제성 결과가 도출됨.
- 소형열병합발전의 APT를 대상으로 적용된 실 사례를 보면 전력부하사용량, 열부하 사용량에 따라 차이는 있으나, **일반적으로 3년에서 8년 사이에 투자회수가 가능함.**
- 소형열병합발전도입으로 인한 효과는 아래와 같음
 - 하절기 피크부하감소를 발전소와 송배전설비 건설비용을 절감하여 계절별 에너지 수급 불균형을 해소 분산형 전원의 확대로 안정적인 전력공급
 - 기존 간헐 난방방식의 난방불균형으로 인한 불만 해소 및 연속 급탕공급체제 구축
 - 기후변화협약 등의 환경규제에 대응(30-40%온실가스 배출감소효과)
 - 발전기 자가발전으로 인해 한전수전량 감소에 따른 누진요금 해소
 - 고효율기기 보급에 따른 국가 종합에너지 이용 효율화





감사합니다.

이종섭 부장

bljs0473@kemco.or.kr