

지역난방의 효율향상을 위한 수요관리

지역난방의 효율향상을 위한 수요관리사업을 보다 효과적으로 수행하기 위하여 사업의 개요, 목적 및 분류, 국내외 사례조사, 사업의 내용 및 범위, 추진 방향 및 평가 방법, 활용방안 및 기대효과 그리고 수요관리사업의 성공적인 시행을 위한 발전 계획을 제시한다.

김 영 일

서울산업대학교 건축학부(yikim@snut.ac.kr)

강 병 하

국민대학교 기계자동차공학부(bhkang@kookmin.ac.kr)

최 성 호

경기대학교 서비스경영전문대학원(finechoi@kyonggi.ac.kr)

김 용 열

한국지역난방공사 전략팀(kimjang@kdhc.co.kr)

김 인 택, 전 호 철

에너지관리공단 정책연구실(itkim@kemco.or.kr)

서론

지역난방이란 열병합발전소 등 첨단 오염방지설비가 완비된 대규모 열생산 시설에서 경제적으로 생산된 열(온수)을 대단위 지역에 일괄적으로 공급하는 도시기반 시설을 말하며, 기존의 난방 방식에 비하여 에너지 절약과 오염물질 감소 효과가 우수한 선진 난방시스템으로 국민 생활의 편익을 증진하고 있다.

세계 최초의 열병합발전 방식에 의한 지역난방은 1896년 독일 Poststrasse 발전소에서 함부르크(Hamburg) 시청에 증기를 공급하여 난방한 것으로 알려져 있다. 1970년 오일쇼크 시 중동의 석유를 에너지원으로 하고 있던 선진국들은 큰 타격을 받았으며, 이에 대한 대책으로 에너지 사용량 절감 및 효율 개선, 대체에너지 개발, 석유 개발 적극 참여 등의 대응책을 마련하여 시행하였다. 그러나 고도화 산업 사회, 쾌적한 생활 추구 등으로 에너지 사용량 절감 정책은 곧 한계에 도달하였으며, 이에 따라 저에너지 사용 산업구조로의 전환, 에너지 고효율 기자재 개발 등으로 정책을 전환하였다. 특히, 전력 및 냉난방 등 기초 생활필수 에너지의 효율 개선 및 환경보

존 요구 등을 충족시키기 위해 지역난방 방식의 보급이 확대되었다.

국내 지역난방의 효시는 정부의 시범사업으로 추진되어 서울시에서 1985년 11월 열공급을 시작한 목동 지역난방 사업이며, 주 설비는 열병합발전소 및 쓰레기 소각로로서 여기서 생산된 열을 활용하여 목동, 신정동 지역 약 2만 세대에 난방열을 공급하면서부터 국내에 지역난방이 도입하게 된 것이다. 이후 한전의 서울화력발전소를 개조하여 복수배열을 활용하는 난방방식이 1987년 11월 남서울 지역에 도입되어 한국지역난방공사의 전신인 한국지역난방주식회사가 여의도, 동부이촌동, 반포 지역 약 4만 세대에 지역난방을 공급하여, 지역난방이 본격적으로 보급되기 시작하였다.

1990년대 초 수도권의 5개 신도시(분당, 일산, 평촌, 산본, 중동) 개발과 더불어 이들 신도시에 지역난방이 보급되고, 1991년 집단에너지사업법 제정 및 1992년 한국지역난방공사가 설립되면서 지역난방이 우리나라에 정착하는 계기가 되었다. 그 후 지역난방 공급은 1995년 대구, 1996년 부산, 1997년 청주 지역으로 보급이 확대되어 지역난방의 전국화가 이

루어지게 되었다.

우리나라의 경우 2002년 말 기준 총가구수의 9.4%인 117만 6천호에 지역난방을 공급하고 있다. 공급 현황을 보면 한국지역난방공사에서 서울 여의도 및 강남, 분당, 고양, 수원, 대구, 청주 등 12개 지역에 약 68만 가구, LG파워에서 안양, 부천 지역에 약 21만 가구, 서울시에서 서울 강서 및 노원지구에 약 19만 가구, 부산시에서 해운대에 약 3만 가구 등을 공급하고 있다.

일반적으로 에너지 수요관리(Demand Side Management)란 에너지 절약 및 부하관리를 위한 투자를 통해 에너지 공급시설의 확충부담을 경감해 나가는 제도이다. 수요관리는 특히 시간대별, 일별, 계절별 부하편차가 심한 전력 산업과 가스 산업, 지역난방 산업 등에서 적용 및 논의되고 있다. 이윤 극대화를 목표로 하는 기업이 수요를 적절히 감소시킨다는 것이 모순처럼 보일 수도 있으나 수요관리의 목적은 기존의 공급설비의 평균이용률을 높임으로써 에너지 공급사의 비용구조를 개선하고 궁극적으로는 사회 전체적인 자원 효율성을 향상시키고자 하는 것이다.

에너지이용합리화법 제12조에서는 에너지공급자(한국가스공사, 한국지역난방공사)는 효율향상, 수요절감, 온실가스 배출 감소를 위하여 연차별 수요관리투자계획을 수립, 시행, 보고하게 되어 있다. 제15조에서는 산자부는 에너지의 합리적인 이용을 위하여 에너지이용합리화에 관한 기본계획을 수립하도록 되어 있다. 지역난방 수요관리사업의 투자비는 산자부의 지침에 따르는데, 1997-2004년에는 前前년도 매출의 1%, 2005년에는 前년도 투자비의 6% 증액된 금액으로 하였다.

지역난방의 효율향상을 위한 수요관리사업을 보다 효과적으로 수행하기 위하여 사업의 개요, 목적 및 분류, 국내외 사례조사, 사업의 내용 및 범위, 추진 방향 및 평가 방법, 활용방안 및 기대효과 그리고 마지막으로 수요관리사업의 성공적인 시행을 위한 발전 계획을 제시한다.

수요관리의 목적 및 분류

수요관리 투자사업의 목적은 에너지 수요의 전략

적인 저감 및 부하 평준화를 통해 설비이용 효율향상 또는 공급설비 투자지연 등 국민경제 활성화를 위한 가용 에너지 자원의 효율적인 배분에 있다.

우리나라는 에너지이용합리화법에 의해 에너지공급자는 해당 에너지의 생산·전환·수송·저장 및 이용 상의 효율향상, 수요의 절감 및 온실가스배출의 감축 등을 기하기 위한 연차별 수요관리투자계획을 수립·시행하여야 하며, 그 계획 및 시행 결과를 산업자원부장관에게 제출하여야 한다.

지역난방과 신재생에너지로의 연료대체는 수요관리 성과 평가에 있어서 가장 복잡하고도 어려운 부문 중의 하나이다. 열병합발전은 전력·가스 등 다수의 부문과 상호 관련이 있으며 다양한 기술의 개발도 변수로 작용하고 있다.

그러나 기후환경변화 협약과 에너지효율의 제고 등과 관련하여 지역난방의 확대와 연료대체는 매우 유망한 수요관리 사업의 경로라고 할 것이다. 특히 중장기적인 관점에서 연료전지(full cells) 등 다수의 신기술이 경제성을 확보하게 될 것으로 전망되므로 이 부문의 발전은 매우 낙관적이라고 하겠다.

수요관리의 수단에 따라서 수요관리를 구분하면 크게 에너지 사용을 줄일 수 있는 최종사용(end-use) 효율향상, 소비자가 효율이 높은 제품을 선택하도록 독려 및 생산자가 효율이 높은 제품을 생산하도록 독려하는 것으로 구분할 수 있다. 하지만 이러한 분류에 의해서도 최종목표는 에너지보전(conservation) 및 효율향상과 부하관리로 대별할 수 있으며, 에너지보전 및 효율향상은 에너지절약(saving energy)적 관점이고, 부하관리는 부하이동 및 사용시간 조정의 관점이다.

수요관리의 수단은 일반적으로 DSM 용 설비 혹은 에너지절약적인 기계를 보급하는 방안과 요금체계, 즉 시간에 따른 요금변동제와 누진제 및 적용을 독려하는 수단인 인센티브(incentive)제도를 통해서 수요관리 사업을 진행할 수 있다.

국내 사례

2005년도까지 진행된 지역난방에너지의 에너지절약 및 효율향상분야의 수요관리 투자현황을 살펴보면 전체 예산의 많은 부분이 홍보사업에 투자된 것



을 알 수 있다. 에너지절약 및 효율향상분야의 수요 관리 사업들을 살펴보면 다음과 같다.

- (1) 에너지절약 등 홍보사업
 - 홍보용 인쇄물 제작
 - 언론매체 이용에너지 절약 홍보
 - 에너지 전시회 참가
- (2) 사용자 기계실 관리자 기술교육
- (3) 동절기 우수 열사용자 포상
- (4) 기술개발사업
 - 경제운전 프로그램 개발연구
 - 중대형 전동기 Converter적용 및 시현 연구
 - 회수온도 저감을 위한 사용자 자동제어기기 개선에 관한 연구
 - 지역난방 운전조건에 맞는 HOB용 최적 열교환기 개발연구('06년 신규)
 - 신기술 활용 열원 연구

- 선진시스템 국내적용방안
- 전력절감장치적용 연구
- 열손실저감 방안 연구

지역난방 효율향상과 관련된 수요관리 투자비를 표 1에 정리하였다.

국외 사례

(1) 유럽의 지역난방 확대보급 정책

(가) 유럽의 지역난방 현황

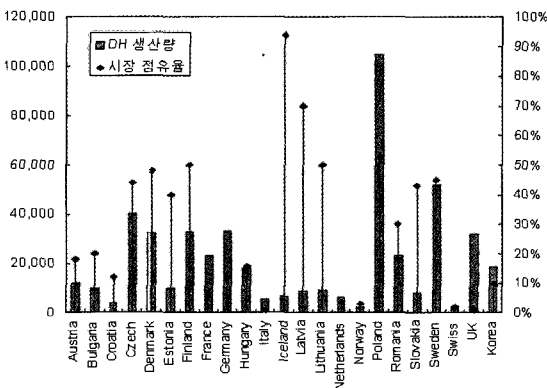
세계지역난방 시장의 선두주자인 유럽 국가들은 지역난방이 에너지의 효율적 이용 및 환경보호차원에서 가장 우수한 난방형태임을 인식하고 지역난방 산업의 발달을 위한 각종 정책들을 지속적으로 추진해 왔다. 그 결과 지역난방 연간 열 판매량은 550TWh(2EJ)로 이 지역 총 열수요량의 약 10%에 이르고 있으며, 지역난방 공급 인구는 약 6400만 명이 상(러시아 제외)이며 주택난방시장의 약 16%의 점유율을 차지하고 있다 그림 1은 지역난방 열생량과 시장점유율을 보여준다.

지역난방의 시장점유율은 동유럽 국가가 더 높지만, 지역난방 열생산 중 열병합발전 생산비율은 EU 국가의 경우 약 67%로 동유럽국가(52%)보다 더 높은 편이다. 한국은 약 67.4%로 비교적 높은 편이다.

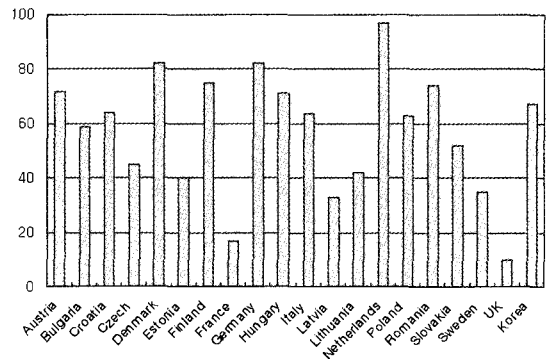
그림 2에 보인 바와 같이 지역난방에서 열병합발전이 차지하는 점유율(생산량 및 생산능력 기준)은 스웨덴을 제외한 기존 EU회원국의 경우 64-94%로

<표 1> 지역 난방 수요관리사업 (백만원)

세부내용	2004년		2005년		2006년 계획
	계획	실적	계획	실적	
1. 에너지절약 홍보사업	2,177	2,221	2,858		3,100
2. 사용자 기계실 관리자 기술교육	35	37	42		42
3. 동절기 우수 열사용자 포상	36	36	40		44
4. 기술개발사업	277	211	226		598



[그림 1] 국가별 지역난방 생산량 및 시장점유율



[그림 2] 지역난방에서 열병합발전의 점유율(%)

높은 편이다. 네덜란드는 거의 94%에 이르고 있는 반면 스웨덴의 경우는 쓰레기 소각열을 이용한 지역 난방 공급에 더 큰 비중을 두고 있어 열병합발전 점유율이 낮다. 중·동부 유럽국가의 경우 지역난방 점유율은 기존 EU회원국에 비해 높으나, 지역난방의 열병합발전 비중은 35-72%로 상대적으로 낮은 수준이다. 예외적으로 헝가리의 경우는 오랜 기간 동안 중·소형 열병합발전 확대 보급 정책으로 인해 열병합발전 점유율이 높다.

한편, 기존 EU회원국의 열병합발전 생산전력은 국가 전체 전력생산의 약 10%인 반면 신규 가입국의 경우는 그 보다 높은 약 18% 수준이다(그림 3).

(나) 유럽연합의 열병합발전 확대 계획

1997년에 작성된 유럽연합집행위원회의 열병합발전 전략에서는 열병합발전의 전력생산 비율을 2010년까지 두 배로 증가시킨 18%로 목표를 설정했다. 열병합발전의 전력생산이 1994년에 유럽연합 전체 전력생산의 9% (204 TWh)를 달성했으며 2001년에는 10%에 이르렀다. 현재의 추가 건설계획(29 GWh)이 추진되면 1994-2010년 동안에 열병합발전 능력은 49 GWh에 이르러 전력생산은 2010년 전체 전력생산량의 11-14%에 이를 것으로 전망된다.

1997년의 열병합발전 확대 지침에서는 1) 열병합발전의 생산제품(전기, 열)과 열병합발전 연료에 대한 정의 2) 개별생산방식에 비해 최소 10%의 에너지절약을 달성하는 열병합발전을 고효율의 열병합발전으로 정의 3) 각 회원국들이 이러한 고효율 열병합발전

을 인증할 수 있도록 제도를 갖추어야 하며 4) 회원국들이 고효율 열병합발전의 잠재력을 분석해야 하며 5) 회원국들이 고효율 열병합발전 잠재력을 달성할 수 있는 전략을 수립하도록 명시하고 있다. 동 지침은 1997년의 전략에서 제시된 구체적인 목표(18%)를 명시하지 않는 대신 회원국들로 하여금 고효율의 열병합발전 잠재력을 분석하도록 요구하고 있다.

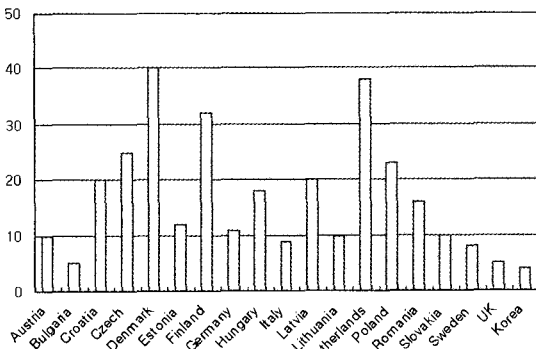
(다) 건물의 에너지 효율에 관한 지침(2002/91/EC)

건물부문은 에너지 소비의 약 40%를 차지하고 있기 때문에 에너지 절약 잠재력이 가장 큰 부문이다. 신규 건물과 건물 개조에 대한 에너지 효율기준을 강화하면 2010년까지 연간 에너지 소비량의 20% 이상과 연간 3,000-4,500 만톤의 이산화탄소 배출을 감축시킬 수 있을 것으로 기대된다. 건물에 관련된 에너지 효율기준을 규정한 이전의 지침으로는 보일러 지침(Boiler Directive, 92/42/ EEC), 건축자재 지침(Construction Products Directive, 89/106/EEC), 건물지침(SAVE Directive, 93/76/EEC) 등이 있다. 건물의 에너지효율에 관한 지침(2002/91/EC)은 이전의 지침에 입각해서 모든 회원국의 공공, 상업 및 민간 건물의 에너지 효율을 증진시킬 목적으로 2003년 1월부터 시행되고 있다.

동 지침 제5조에서는 연면적 1000 m³ 이상의 신축 건물에 대해서 모든 회원국은 1) 신재생에너지에 입각한 분산화된 에너지 공급 시스템 2) 열병합발전 3) 구역형 냉난방 4) 히트펌프 등과 같은 대안의 기술적, 환경적, 경제적 타당성을 건물시공 이전에 실시해야 한다고 규정하고 있다.

(라) 에너지 최종소비 및 에너지 서비스에 관한 지침 (COM 739)

최종 에너지 소비 효율성 및 에너지 서비스에 관한 지침(COM 739)은 에너지 효율성 제고를 통해 전년도 에너지 소비량의 1%를 절약하게 되면 2010년까지 연간 6%의 에너지 절약을 달성할 수 있다는 목표를 제시하고 있다. 동 지침은 이러한 목표를 달성하기 위해 조명, 열, 운수, 환기 등의 에너지 서비스 시장을 촉진시킬 계획이다. 최종 에너지 소비에 대한 목표로서는 가정부문, 농업, 상업 및 공공부문, 수송(해상 및 항공수송 제외), 산업부문(배출권 거래제의



[그림 3] 열병합발전 전력생산 비중(단위 %)



적용을 받는 에너지 집약적 산업 제외)에서 사용되는 모든 에너지에 대해서 전년도 소비량의 1%를 절약한다는 목표가 설정되어 있다.

(마) 유럽 각국의 지역난방/열병합발전 지원제도

덴마크, 에스토니아, 리투아니아를 제외한 대부분의 유럽연합 국가들은 지역난방분야의 특별법이 존재하지 않는다. 열병합발전과 지역난방은 주로 시장 논리에 따라서 추진되며 다만 환경정책과 관련하여 보편적인 경제적 가치의 임무를 수행한다. 네덜란드와 스웨덴과 같은 국가들은 열병합발전/지역난방 활성화를 위해 조세 감면과 같은 인센티브 제도를 시행하고 있으며 독일, 오스트리아, 덴마크와 같은 국가들은 법률을 통한 효율적인 열병합발전 체계를 지원하고 있다.

한편, 재생에너지는 각국의 정책과 입법 법안을 통해 장려하고 있다. 반면 중부 및 동유럽 거의 모든 국가들은 유럽연합 법령에 동참하여 에너지 분야의 새로운 틀을 만들고 있다. 에너지시장의 자율화 및 경쟁 도입을 위해 최근에 새로운 에너지법 법령이 통과됐다. 루마니아와 크로아티아는 신규 열공급법을 검토 중이며 헝가리는 오래된 지역난방관련법령을 신규 법으로 교체 중에 있다.

(2) 북미(미국)의 지역난방 확대보급정책

(가) 미국의 지역난방 및 열병합발전 현황

유럽 국가들과는 달리 석유·가스·석탄 등의 부존자원이 풍부한 미국은 주로 대학 캠퍼스, 군부대, 병원을 중심으로 지역난방이 일찍이 도입되었으나 저렴한 연료가격으로 인하여 그다지 많이 보급되지는 못하였다. 따라서 유럽 국가들이 도입초기에 이용한 증기방식의 지역난방방식이 현재에도 이용되고 있는 실정이며, 기후적인 조건으로 인하여 유럽 국가들에 비하여 지역난방을 접한 경우가 비교적 많은 편이다.

(나) 미국의 지역난방 시스템 확대 정책

미국에서는 지역난방 시스템의 발전 및 확대 보급에 장애가 되는 여러 가지 요인들을 해소하기 위하여 여러 법령들을 제정하여 적용하고 있는데, 주요 골자는 아래와 같다.

- 특정 열에너지 생산자 및 지역난방 시스템의 공공사업법에 의한 규제 면제
- 일부 지역난방 시스템에 제한적 공공사업법 적용
- 주정부 기관에 지역난방 시스템 및 열에너지 생산설비 소유 자격 부여
- 공공단체의 지역난방 시스템 및 열에너지 생산 설비 소유 자격 부여
- 공공단체에 대한 지역난방 열 공급 계약조건 완화

2002년, 미국의 주정부 에너지관리국으로 구성된 The National Association of State Energy Officials(NASEO)는 지역난방 시스템의 개발 및 확대 보급을 위한 결의안을 마련하여 연방정부와 의회에 제출하였다. 모든 정부기관들은 에너지가 국가의 근간임을 인식하고 국가 에너지와 환경문제에 대한 책임의식을 가지며, 에너지 효율향상과 에너지 보존에 많은 현안이 있음을 확인하였다.

(3) 일본 지역난방 확대보급 정책

(가) 지역난방 및 열병합발전 현황

기후가 온화한 일본은 다른 선진국보다 늦은 1960년대부터 대규모의 난방공급을 시작하였다. 지역난방은 1970년 북 오사카의 센리쥬오 지구와 센리구릉에서 개최된 국제만국박람회에 열공급을 시작한 것이 그 최초이다. 이듬해인 1971년에는 도쿄의 신주쿠 지역에 지역난방이 그리고 홋카이도의 삿포로시 도심 및 아쓰베쓰, 마코마나이 등의 주택단지에 지역난방이 도입되어 일본의 본격적인 지역난방의 역사가 시작되었다. 1970-74년은 오사카, 도쿄 및 홋카이도에서 거의 동시에 시작된 일본의 지역난방이 '일본열도 개조론'의 조류에 편승하여 전국적으로 도입되기 시작한 시기이다. 석유, 석탄에 이어 도시가스가 열원으로서 사용되었다. 홋카이도에서는 주택단지에 고온수에 의한 지역난방이 대거 실시되었고, 1972년에는 열공급사업법이 제정되었다. '일본 지역난방협회'와 '일본 열공급사업협회'가 설립된 것도 바로 1972년의 일이었다. 1975-1979년은 1973년에 시작된 세계적인 석유 파동의 영향을 받아 성장이 둔화된 침체기로서, 실시건수가 감소하고 그나마 대부분은 이전의 도입기에 계획되어, 마무리되지 못한 프로젝트를 계속해서 실시한 것에 불

과하였다. 1980-84년은 회복기로 실시건수에서는 침체기와 별반 다를 바 없었으나, 석유 파동의 경험을 바탕으로 시스템 면과 경제성 면에서 점차 개선되어, 도쿄시의 '지도요강'에 기초한 중규모의 시가지 재개발형 지역냉난방과 도쿄의 주택단지에 청소공장의 배열을 이용한 지역냉난방이 실시되었고 히트펌프 축열 시스템, 열병합발전 등의 새로운 절약형 에너지기술이 채용되기 시작함으로써 1985년 이후의 지역냉난방 발전의 기초가 마련되었다.

1985-1989년은 발전시기로 활발한 도시재개발 및 전력회사의 지역냉난방사업 참여, 열병합발전방식, 히트펌프 축열 시스템, 배열이용 등의 신기술이 채용되고 보급된 시기이다. 현재 일본은 전국적으로 154개 지역에서 지역냉난방 시스템이 가동 중에 있다.

(나) 일본의 지역난방/열병합발전 지원정책

일본의 지역냉난방사업은 국유재산 특별조치법에 의하여 공익사업으로 지정되어 있어 관련 법령에 의거 규제 및 지원을 받고 있다.

수요관리사업의 추진 방향 및 평가 방법

수요관리사업을 평가하기 위한 성과지표는 적용이 용이하고 객관적인 지표로 도출되어야 한다. 객관적이고 정량적인 평가 시스템의 개발로 효과적인 수요관리사업이 실현되어야 한다. 평가 지표에는 크게 (1) 수요관리사업 자체의 평가와 (2) 수요관리사업에서 파생된 사업의 평가로 분류될 수 있다.

(1) 수요관리사업 자체의 평가

$$\text{평가지표} = \frac{\text{에너지절약비용} + \text{회피비용} + \text{기타이득}}{\text{사업비}}$$

(2-1) 수요관리사업에서 파생된 사업의 평가

기존 시스템에 기기를 추가하여 이득이 얻어지는 경우

$$\text{평가지표} = \frac{\text{에너지절약비용} + \text{회피비용} + \text{기타이득}}{\text{추가발생비용}}$$

(2-2) 수요관리사업에서 파생된 사업의 평가

새로운 시스템으로 이득이 얻어지는 경우

$$\text{평가지표} = \frac{\text{에너지절약비용} + \text{기타이득}}{\text{비용}}$$

외국 시장을 겨냥하여 국내의 규정 및 제도는 외국과도 상호인증이 되는 방향으로 추진되어야 한다.

지역난방 연료대체에 의한 수요관리 사업의 평가체제가 구축되면 국민경제의 관점에서 지역난방 연료대체 사업의 경제적 타당성을 사전 평가할 수 있는 체계가 정립되는 결과를 가져올 것이다. 또한 이러한 수요관리사업이 시행된 후에도 성과에 대한 객관적이고 합리적인 평가결과를 제시하게 될 것이다.

결론

고유가, 에너지자원 고갈, 기후변화협약 등으로 에너지원의 수요관리사업이 매우 중요해지고 있다. 수요관리사업의 성공적인 시행을 위해서는 수요관리사업의 성과 계량화, 성과지표의 도출, 수요관리사업의 범위 설정이 필요하다. 지역난방 분야의 경우 수요관리사업은 효율향상보다는 부하관리에 치중하여 왔다. 효율향상 부문도 홍보 및 포상 위주로 실질적인 에너지절약 프로그램은 미흡하였다. 본 연구에서는 효율향상을 위한 지역난방 수요관리사업의 현황을 파악하였고 이를 기반으로 발전 계획을 제시하였다.

수요관리사업의 발전 계획 및 중장기 비전은 국가적 이익(수입 비용, 환경, 지속가능성)을 우선적으로 고려해야 한다. 에너지 공급자와 사용자 모두에게 이익이 되어야 한다. 효율 증가로 에너지량 사용 감소 시 사용자의 전체 에너지 비용은 감소하고, 에너지공급자의 순이익도 보존 또는 증가하도록 원단위 에너지 비용을 증가시킨다. 관련자 모두가 이익이 되는 전략이 되어야 함 본 사업은 성공 가능성이 높다. 적용이 용이한 성과지표의 도출이 필요하다. 객관적이고 정량적인 평가 시스템의 개발로 효과적인 수요관리사업을 실현한다. 마지막으로 외국과 규정 협력 또는 상호인증으로 수출에 기여한다. ㉞