

수도권 그린히트 프로젝트의 경제적 타당성 분석

김상기·김래현*·유승훈**†

서울과학기술대학교 에너지환경대학원 에너지플랜트공학과, *서울과학기술대학교 에너지바이오대학
화공생명공학과, **서울과학기술대학교 에너지환경대학원 에너지정책학과
(2015년 2월 9일 접수, 2015년 3월 3일 수정, 2015년 3월 5일 채택)

Economic Feasibility Analysis of the Metropolitan Area Green Heat Project

Sang-Kee Kim, Lae Hyun Kim*, Seung-Hoon Yoo**†

Department of Energy Plant Engineering, Graduate School of Energy & Environment, Seoul
National University of Science & Technology

*Department of Chemical and Biomolecular Engineering, College of Energy & Biotechnology,
Seoul National University of Science & Technology

**Department of Energy Policy, Graduate School of Energy & Environment, Seoul National
University of Science & Technology

(Received 9 February 2015, Revised 3 March 2015, Accepted 5 March 2015)

요 약

에너지 이용 효율화를 꾀하면서 경영이 어려운 집단에너지사업자에게 저가 열원 제공을 위해, 수도권 서부 지역의 제철소, 발전소, 쓰레기 매립지 등에서 발생하는 미이용 열을 수거하여 집단에너지 사업자에게 공급하는 수도권 Green Heat Project(이하 GHP 사업)의 시행이 고려되고 있다. 이에 GHP 사업의 시행 여부에 대한 판단을 위해 GHP 사업의 경제적 타당성 분석이 요구되고 있다. 본 논문에서는 GHP 사업의 경제적 편익으로 열 공급편익, 생산원가 절감편익, 온실가스 저감편익, 대기질 개선편익의 4가지를 상정하여 평가한 후 경제적 타당성을 분석하고자 한다. 경제적 타당성 분석에서 비용으로는 사업착수 후 3년 동안의 투자비와 운영기간 30년 동안의 운영비가 발생한다. 분석결과 순현재가치는 1조 2,693억원으로 추정되어 0을 상회하여 GHP 사업은 경제적 타당성을 확보한다. 또한 편익/비용 비율은 1.72로 계산되어 1.0보다 크기에 경제성 분석을 통과한다. 마지막으로 내부수익률은 24.26%로 산정되어 사회적 할인율 5.5%를 초과하므로 GHP 사업은 사회적으로 바람직하다. 따라서 GHP 사업을 즉시 시행하는 것이 바람직하다.

주요어 : 수도권 Green Heat Project, 미활용 열, 경제적 타당성, 집단에너지, 경제적 편익

Abstract - The Metropolitan Area Green Heat Project (MAGHP), which collects unused heat gathered from power plants, steel works, landfills in western Metropolitan area and distribute it to integrated energy business (IEB) companies, is proposed for the purpose of enhancing energy efficiency and providing low-price heat for IEB companies. Therefore, in order to decide on whether to initiate the MAGHP, the economic feasibility analysis of the project is widely demanded. This paper attempts to consider and measure four economic benefits: heat supply benefit, production cost reduction benefit, greenhouse gas mitigation benefit, and air quality improvement benefit. In addition, the paper tries to conduct the economic feasibility

†To whom corresponding should be addressed.

Department of Energy Policy, Graduate School of Energy
and Environment, Seoul National University of Science &
Technology
Tel : 02-970-6802 E-mail : shyoo@seoultech.ac.kr

analysis. The project requires three-year investment and thirty-year operation. Three important findings emerge from the analysis. First, its net present value is computed to be 1,269 billion won and more than zero. Second, its benefit/cost ratio is calculated to be 1.72 and bigger than 1.0. Third, its internal rate of return is estimated to be 24.26% and larger than the social rate of return, 5.5%. In conclusion, the MAGHP is socially profitable and should be conducted immediately.

Key words : Metropolitan Area Green Heat Project, unused heat, economic feasibility, integrated energy business, economic benefits

1. 서론

집단에너지사업은 생활에너지인 난방을 공급을 목적으로 하며 다양한 미이용 열원의 활용이 가능하여 에너지 절감 및 온실가스 저감을 통한 탈탄소 사회 구현에 가장 적합한 사업이다. 이미 유럽에서는 유럽연합(EU)의 「기후·에너지정책 2030」, 영국의 「난방의 미래 정책」, 독일의 「에너지 전환정책(Energiewende)」 등에 따라 탈탄소 사회 구축을 위해 산업체 및 신재생에너지 등을 연계한 열네트워크 구축으로 화석연료 저감을 지속적으로 추진하고 있다.

예를 들어, 영국은 온실가스 배출 감축 목적으로 2020년까지 집단에너지 확대 보급을 추진하고 있으며, 독일은 열 부문 신재생에너지 비율의 확대, 열병합발전소의 확대, 열지도 작성 등을 추진 중에 있다. 덴마크 코펜하겐과 트라이앵글 지역(콜딩, 미들파트 등)은 이미 9개 지방자치단체가 설립한 공기업이 137km의 열 광역망을 구축하여 운영하고 있다. 코펜하겐에서는 열생산자와 25개 집단에너지사업자가 연계하여 54km(주배관 800A)의 관로를 운영하고 있으며 열공급량은 연간 453만Gcal에 달한다. 트라이앵글 지역에서는 열생산자와 8개 집단에너지사업자를 연계하여 83km(주배관 800A)의 관로를 구축하여 연간 125만Gcal의 열을 공급하고 있다.

우리나라도 화석연료의 사용량을 줄이고 온실가스를 저감하기 위해 미이용 열에너지의 활용을 고민하게 되었다. 이에 정부에서는 산업단지, 소각장, 발전소, 제철소 등이 밀집되어 있어 다량의 저가 미이용 열원이 존재하는 수도권 서부지역에서 열을 수거하여 수도권 지역의 집단에너지사업자에게 공급하는 이른바 수도권 그린히트 프로젝트(Green Heat Project, 이하 GHP)를 구상하고 있다. 수도권 GHP가 시행되면 기본적으로 미이용 열원을 활용하여 지역난방을 공급하게 되므로 에너지 절감, 온실가스 저감, 대기오염 개선, 중소 집단에

너지사업자의 경영여건 개선 등의 효과가 발생할 것으로 예상된다(Munksgaard et al. 1997; Agrell and Bogetoft 2005; Lazzarin and Noro 2006; Torchio et al. 2009).

그간 사업자간에 열을 사고파는 사례는 있었지만, 이렇게 여러 공급처에 있는 잉여열, 폐열, 여열 등을 하나의 사업자가 체계적으로 수집하여 도매로 집단에너지사업자들에게 공급하는 광역망 사업은 국내에서 처음으로 제안된 것이다. 특히 수용가 근처에 있는 집단에너지사업자가 생산한 열을 공급하는 것이 아니라 비교적 원거리에 있는 여러 공급처에서 수거한 열을 광역망을 통해 공급하는 것이기에 타당성을 제대로 따져 볼 필요가 있다. 더군다나 광역망 사업자가 공기업과 같은 공적주체라면 경제적 타당성을 확보해야만 사업을 추진하는 것이 정당화된다(수도권매립지관리공사, 2013).

따라서 수도권 GHP사업에 투자를 할지 말지를 결정하기 위해서는 경제적 타당성에 대한 정량적 정보가 요구된다. 이에 본 논문에서는 수도권 GHP의 경제적 타당성을 엄밀하게 따져보고자 한다. 사업으로 발생하는 편익이 비용을 상회해야지만 경제적 타당성을 확보할 수 있으므로 먼저 경제적 편익을 추정한 후 경제적 타당성을 분석할 것이다(Brent, 1995).

본 논문의 이후 구성은 다음과 같다. 제2절에서는 수도권 GHP의 개요 및 사업권역에서의 열 수요 추정결과를 제시한다. 제3절에서는 수도권 GHP의 경제적 편익을 추정한다. 본 연구에서 고려하는 편익은 크게 열 공급편익, 생산원가 절감편익, 온실가스 저감편익, 대기질 개선편익의 4가지이다. 제4절에서는 수도권 GHP의 경제적 타당성 분석 결과를 제시한다. 순현재가치, 편익/비용 비율, 내부수익률의 3가지 기준을 적용함으로써 경제적 타당성에 대해 판단할 것이다. 마지막 절은 결론으로 할애한다.

2. 수도권 GHP의 개요 및 열 수요의 추정

2.1. 수도권 GHP의 개요

수도권 GHP는 인천-목동-사당에 광역 열배관 네트워크를 구축하여 수도권 외곽의 잉여열, 폐열, 여열 등 저가의 미이용 열원을 기존 및 신규 집단에너지사업자에게 공급하는 도매 열거래 사업이다. 수도권 GHP의 개념도를 나타내면 Fig. 1과 같다. 미이용 열원을 활용한 새로운 공급시스템의 도입을 통해 기존 및 신규 집단에너지사업자에게 저렴하고 안정적인 열을 공급하는 시스템 구축을 사업의 주요 목적으로 한다 (한국산업폐자원공제조합, 2011; 한국지역난방공사, 2014)

수도권 서부지역에는 발전소, 산업체, 수도권매립지 등이 밀집되어 있어 다량의 미이용 열원이 존재(1,137만Gcal/년)하는 것으로 조사되었다(경기도청, 2012; 한국지역난방공사, 2013). 수도권 GHP는 이 지역의 미이용 열원을 서울 등 기존도심 지역의 집단에너지사업자에게 공급하는 것을 목적으로 한다. 열공급과 관련된 여러 구간 중에서 제1구간인 인천-목동-사당 구간을 우선적으로 추진하기로 결정되었기에 본 논문에서는 이 구간에 해당하는 사업의 경제적 타당성을 분석할 것이다.

2.2. 열 수요의 추정

공기업이 공급하는 네트워크 재화의 성격을 감안할 때 수요를 크게 신규수요, 이전수요, 전환수요의 3가

지로 구분할 수 있다. 신규수요란 해당지역의 열공급능력을 초과하여 새롭게 발생한 수요를 말한다. 이전수요란 해당지역의 열공급능력 내에서 공급방식을 바꾼 수요이다. 특히 MOU 체결, 공문 발송 등으로 집단에너지사업자가 사용하겠다고 명확한 의사를 밝힌 열수요만을 산정할 필요가 있다.

한편 생활수준의 향상, 편리한 난방방식에 대한 선호, 주거공간 활용에 대한 수용가의 의지 등으로 인해 중앙난방 및 개별난방에서 지역난방으로의 개체되고 있음을 고려하여, 미래의 개체 추이를 예측한 후 잠재수요를 반영해야 한다. 수자원사업에서도 도시재개발로 인한 수요 증가분, 불법취수 물량을 계통으로 연결하는 수요 증가분, 간이상수도 이용 등 급수보급률에 잡히지 않는 비계통 용수수요량을 모두 신규수요로 반영하여 한국개발연구원은 예비타당성조사를 수행하고 있다. 향후 주택내구연한 만료로 인한 재건축을 통해 난방방식을 지역난방으로 변경할 것이며, 기존 공동주택도 개체를 통해 중앙난방이나 개별난방에서 지역난방으로 변경하고 있음을 감안할 때, 잠재수요는 모두 신규수요로 볼 수 있다.

간이상수도, 불법 지하수 및 하천수 등 비계통 상수도 사용량이 신규 수자원사업의 계통 사용량으로 전환되는 경우, 현재 예비타당성조사에서는 이를 모두 신규수요로 반영하고 있다. 왜냐하면 계통에 연결되기를 원함에도 불구하고 공급 자체가 안돼 비계통 이용을 한 것이기 때문이다. 이처럼 지역난방의 경우에도 개별 수

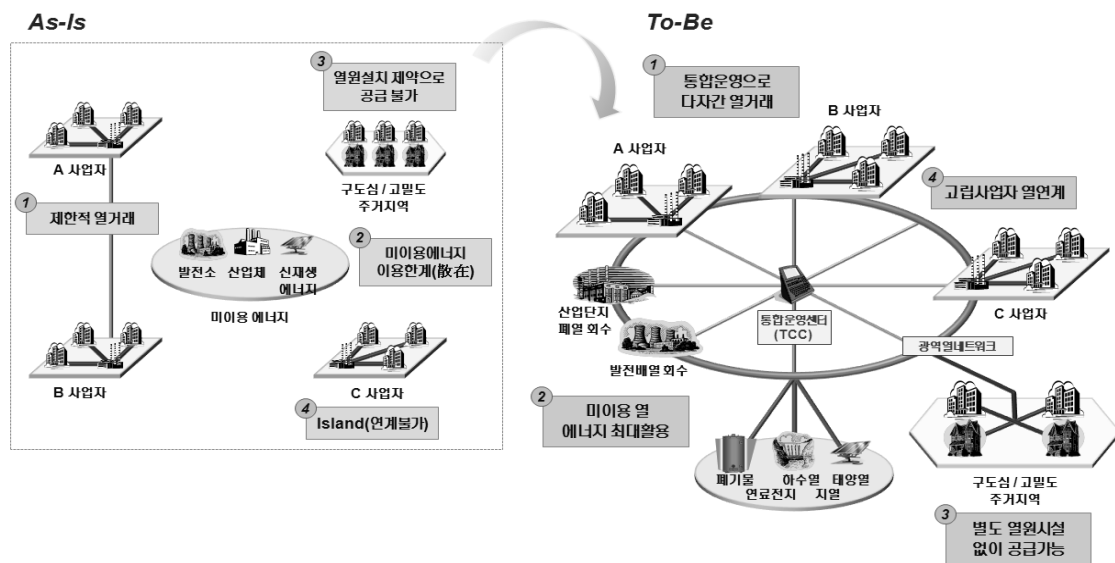


Fig. 1. 수도권 Green Heat Project의 개념도

Table 1. Structure of the demand for heat in 2024

Suppliers	Supply areas	Demand for heat (Gcal/year)		
		New demand	Transfer demand	Totals
A	Mokdong	590,000	-	590,000
B	Sindorim	44,270	16,733	61,003
C	Sadang	461,420	13,593	475,013
D	Yeouido	-	214,700	214,700
E	Geomdan new town	722,738	-	722,738
Potential demand	Guro and Yeongdeungpo	331,910	-	331,910
F	Gangnam	-	421,797	421,797
Totals		2,150,338	666,823	2,817,161

Note) The names of the suppliers are not reported here for convenience.

용기들은 지역난방을 원하더라도 제공받기 위해서는 공동주택 전체 가구의 개체가 필요하다. 그러다 재건축이나 전면적 개체를 통해 지역난방을 사용하게 되는 것이므로 잠재수요를 신규수요로 반영해야 한다.

이렇게 해서 평가된 2024년 기준 수도권 GHP에 대한 열수요 추정량은 Table 1과 같다. 전체 수요를 앞서 설명한 신규수요 및 이전수요로 구분하여 추정하였다. 신규수요는 기존의 수요 이외에 새롭게 발생하는 수요이며, 이전수요는 기존의 고가 열원을 저가 열원으로 교체하는 대상이 되는 수요를 의미한다. 잠재수요는 사업대상지역내 기존 공동주택 중 광역 열배관 네트워크 구축시 리모델링 및 재건축·재개발 등을 통해 난방방식을 지역난방으로 전환할 가능성이 높은 수요를 의미하는데 본질적으로 신규수요가 된다.

3. 편익의 추정

3.1. 편익 추정의 범위 설정

수요에 입각하여 추정된 편익은 경제적 타당성 분석에서 핵심적인 정보로 활용되므로 매우 중요하다. 편익 산정은 우선 편익항목을 식별하는 작업에서부터 시작한다. 특히 중요한 편익항목이 누락되어서는 안되며, 중복계산의 문제가 없도록 편익항목을 결정해야 한다. 각종 편익항목을 식별하고 나면 항목별로 단위당 기회비용 혹은 경제적 가치를 계산하여 편익을 추정하게 된다.

특정 사업을 중심으로 보면 전방 및 후방에 다양한

경제주체가 존재하게 된다. 따라서 평가 대상 사업의 전방 및 후방을 살펴보면서 분석 대상의 범위를 명확히 할 필요가 있다. 특히 이 범위는 비용 추정, 수요 추정, 편익 추정의 모든 과정에서 일관성 있게 적용되어야 한다. 통상 경제성 분석에서는 분석 대상의 범위를 사업 주체 및 사업에 대한 직접적인 수요자로 한정짓는다. 예를 들어, 사업 주체를 수요자로 보고 사업 주체에 중간재를 공급하는 공급자까지도 분석 대상에 포함하는 것은 바람직하지 않다. 아울러 사업에 대한 직접적인 수요자까지만 분석 대상에 포함해야지 다시 이 수요자가 생산하는 중간재가 공급되는 부문까지도 포함하는 것은 적절하지 못하다.

따라서 분석 대상은 사업주체인 도매 사업자와 본 사업에 대한 직접적인 수요자인 소매사업자만을 대상으로 하는 것이 필요하며, 열 생산자 및 열에 대한 최종소비자는 분석 대상에 포함되지 않는다. 즉 본 연구에서는 도매 사업자와 본 사업에 대한 직접적인 수요자인 열 소매사업자만을 편익 추정의 범위에 포함한다. 물론 특정 주체에 귀속되는 것이 아니라 국가 전체적 관점에서 일반 국민들에게 발생하는 가치창출 또는 비용절감은 분명 편익 추정의 대상이다.

3.2. 편익 항목의 식별

본 사업의 가장 중요한 목적은 인천 서부지역에서 발생하는 미이용 열원을 확보하여 수도권 다른 지역에 저가의 열을 공급하는 것이다. 따라서 도매 사업자와 소매 열공급 사업자의 관계 속에서 편익 항목을 찾

아보면 열 공급편익과 소매 열공급 사업자 입장에서 발생하는 생산원가 절감편익의 2가지가 있다. 열 공급편익은 도매 사업자가 소매 열공급 사업자에게 열을 공급함으로써 발생하는 편익으로 소매가격이 아닌 도매가격 기준으로 산정하되 열의 경제적 편익을 반영해야 한다. 생산원가 절감편익은 고가의 열을 직접 생산하지 않고 저가의 열원을 통해 열을 공급받음으로써 발생하는 생산원가 절감분을 의미한다.

국가 전체적인 차원에서 본 사업을 살펴보면 동일 난방효과 달성 대비 LNG 사용량이 절감됨으로써 온실가스 저감편익 및 대기질 개선편익이 발생한다. 온실가스 저감편익은 국가 전체적 차원에서 LNG 사용량이 감소하여 온실가스 배출이 줄어드는 효과를 뜻한다. 대기질 개선편익은 국가 전체적 차원에서 LNG 사용량이 감소하여 배출되는 대기오염 물질 역시 저감되므로 발생하는 효과이다.

3.3. 열 공급편익의 추정

일반적으로 재화나 서비스가 시장 기능에 의해 공급될 때, 그것의 가치는 수요곡선을 통해 도출된다. 하지만 시장의 실패가 존재하거나 시장 자체가 존재하지 않을 경우, 재화의 가치를 평가하기 위해서는 경제학적 기법이 적용되어야 한다. 경제학적 관점에서 열 시장의 선호는 가격이지만 현실적으로 국내의 지역난방요금은 중앙정부 혹은 지방정부의 통제를 받고 있다. 즉 열 요금 자체는 열의 경제적 편익을 제대로 반영하지 못한다. 이러한 경우 수요함수 접근법을 이용하여 소비자 잉여에 해당하는 열 공급편익을 산정할 수 있다 (한국개발연구원, 2008).

식 (1)의 Alexander et al.(2000)가 제안한 공식을 이용하면 소비자 잉여의 상한값을 구할 수 있으며, 소비자의 지출과 소비자 잉여의 합이 열의 경제적 가치가 된다. (Alexander et al., 2000; 유승훈 외, 2006; 어승섭, 유승훈, 2010; 이승재 외, 2012; Lee and Yoo, 2013; Ilic and Trygg, 2014; Lim et al., 2014)

$$CS = -\frac{P_0 Q_0}{2\epsilon} \quad (1)$$

여기서 CS 는 소비자 잉여, ϵ 은 수요의 가격탄력성, Q_0 는 현재의 수요량, P_0 는 현재의 가격이다. 수요와 가격에 대한 정보는 쉽게 구할 수 있으므로, 소비자 잉여의 계산을 위해서는 수요의 가격탄력성을 구해야

한다. 이를 위해 본 연구에서는 한국지역난방공사의 1988년 1분기부터 2013년 4분기까지의 총 104개 열거래 자료를 활용하여 열수요함수를 추정하였다. 분석 결과 수요의 가격탄력성은 -0.700 이었다. 2013년 기준 열의 평균가격은 $87,870$ 원/Gcal이며, 추정된 열공급의 경제적 편익은 $150,634$ 원/Gcal로 평균가격 대비 경제적 편익의 비율은 약 1.71배에 달한다. 하지만 이상의 논의는 소매가격 기준이므로 수도권 GHP가 소매 열공급사업자에게 공급하는 도매가격 기준의 단위당 열 공급편익 산정이 필요하다.

도매가격 기준 열 한 단위의 경제적 편익을 추정하기 위해 소매가격 기준 열 한 단위의 경제적 편익 대 가격 비율을 도매가격에 적용한다. 한국지역난방공사의 주택용 집단에너지 평균 소매단가(86천원/Gcal, '13년말 기준), 「집단에너지사업법」 제17조 및 동법 시행령 제12조에 따른 「지역난방 열요금 산정기준 및 상한지정」(산업통상자원부 고시 제2012-181호)에 따른 연료비를 제외한 소매사업자의 고정비 단가(23,419원/Gcal) 등을 고려하여 도매단가(61,000원/Gcal)를 산정하였다. 다만, 이 수치는 향후 투자비 및 운영비용의 변동에 따라 변경될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 도매가격 기준 열의 경제적 편익으로 $104,310$ 원/Gcal를 적용한다.

3.4. 생산원가 절감편익의 추정

열 소매 사업자의 입장에서 보면, 기존의 열 생산단가에 비해 본 사업으로부터 열을 공급받을 때의 가격이 저렴할 수 있다. 이때 열 소매사업자 입장에서 열 생산비용의 감소로 생산물의 원가가 절감됨에 따라 발생하는 편익을 생산원가 절감편익이라 할 수 있다. 열 소매사업자 입장에서 생산원가가 절감된다면 생산원가가 절감된 만큼 다른 생산적인 부문에 투자해 최소한 그 수준 이상의 경제적 편익을 만들 수 있다는 점에서 경제적 편익의 한 항목으로 고려할 수 있다. 다만 생산원가 절감편익은 신규수요에는 해당되지 않으며 이전 수요에만 해당한다.

광역망 수열을 통해 첨두부하보일러(peak load boiler, PLB) 생산량을 대체하게 되므로, PLB 생산단가와 광역망 생산단가의 차이를 광역망 공급량에 곱함으로써 생산원가 절감편익을 산정할 수 있다. 즉 다음의 수식을 통해 생산원가 절감편익을 산정한다.

Table 2. Emission information for calculating the amount of greenhouse gas reduction

Types of conversion		Input	Units of input	Coefficients	Output	Units of output
Conversion of total caloric value of LNG	Nm ³ →kcal	1	Nm ³	10,400	10,400	kcal
Conversion	kcal→Gcal	10,400	kcal	0.000001	0.0104	Gcal
Conversion	Gcal→TOE	1	Gcal	0.10000	0.1	TOE
Carbon emission of LNG	TOE→Ton C	1	TOE	0.63700	0.637	Ton C
CO2 conversion	TON C→tCO2	1	TON C	3.66667	3.66667	tCO ₂

생산원가 절감편익 = (광역망 이전 생산량-광역망 이후 생산량) × 생산단가 차이

온실가스 감축량을 추정해야 하는데, 이때 사용되는 배출계수 정보는 Table 2에 제시되어 있다.

다만 고가 열원을 보유한 기존 소매사업자의 이전 수요에 대해서만 생산원가 절감편익이 성립한다. 업체 별 생산단가 자료를 구하기 어려워 편의상 유사단가인 2013년 한국지역난방공사 PLB 단가 104,680원/Gcal를 적용한다. 타 집단에너지사업자에 비해 한국지역난방공사의 PLB 단가가 더 저렴함을 감안할 때 이러한 접근은 다소 보수적인 것이라 할 수 있다. 광역망 가격은 앞서 살펴보았듯이 61,000원/Gcal이다. 따라서 단위당 생산원가 절감편익은 43,680원/Gcal이다.

3.6. 대기질 개선편익

수도권 GHP 사업을 시행하게 되면 미이용 열원을 활용함에 따라 국가 전체적인 차원에서 LNG 사용량이 감소한다. 그런데 LNG 사용량이 감소하면 이에 수반하여 황산화물, 질소산화물, 먼지의 배출량도 줄어들게 마련이다. 따라서 본 사업에서는 LNG 사용량 감소에 따른 대기질 개선편익을 다음과 같이 산정할 수 있다.

$$\text{대기질 개선편익} = \text{대기오염물질 감축량(톤)} \times \text{단위당 대기질 개선편익}$$

3.5. 온실가스 저감편익의 추정

수도권 GHP 사업을 시행하게 되면 미이용 열원을 활용함에 따라 국가 전체적인 차원에서 LNG 사용량이 감소한다. 그런데 LNG 사용량이 감소하면 이에 수반하여 온실가스 배출량도 줄어들기 마련이다. 따라서 LNG 사용량 감소에 따른 온실가스 저감편익이 발생하며, 이를 다음과 같이 산정할 수 있다.

$$\text{온실가스 저감편익} = \text{이산화탄소 감축량(톤)} \times \text{단위당 온실가스 저감편익}$$

이때 단위당 온실가스 저감편익의 값이 중요하다. 한국개발연구원(2013)에서는 온실가스 저감편익의 원단위 값으로 가장 최근에 확정된 전력수급기본계획에 제시된 값을 사용할 것을 권고하고 있다. 따라서 본 연구에서는 가장 최근에 발표된 제6차 전력수급계획에 제시되어 있는 온실가스 저감편익 원단위 21,000원/톤을 적용한다. 아울러 LNG 사용량 절감에 따른

이때 대기오염물질별 단위당 대기질 개선편익의 값이 중요하다. 본 논문에서는 불필요한 논란을 피하기 위해 임의의 값을 사용하기 보다는 한국개발연구원(2010)에서 제시한 대기오염물질별 환경비용 정보를 2013년말 기준으로 보정하여 사용한다. 즉 단위당 대기질 개선편익 추정결과는 Table 3과 같다.

대기질 개선편익을 추정하기 위해서는 우선 대기오염물질 감축량을 추정해야 한다. 대기오염물질 감축량은 LNG 절감량에 대기환경보전법상 대기오염물질 계수를 곱하여 산정할 수 있다. 이때 적용한 대기오염물질계수는 Table 4에 제시되어 있다.

3.7. 편익의 종합화

각 편익은 모든 수요량에 대해 발생하는 것은 아니며 수요의 성격에 따라 편익의 발생 여부가 달라진다. 즉 Table 5와 같이 신규수요 및 이전수요에 따라 적용 대상 편익항목을 달리 해야 한다. 지금까지 평가한 열

Table 3. Information on the benefits from air quality improvement

Pollutants	SOx	NOx	Dust
Benefits (unit : Korean won in December 2013 per kg)	19,293	16,573	54,097

Source) Korean Development Institute (2010).

Table 4. Air pollutants emission coefficients of LNG based on Korean Clean Air Act

Pollutants	LNG	
	g/m ³	kg/m ³
SOx	0.01	0.00001
NOx	6.04	0.00604
Dust	0.03	0.00003

Table 5. Relationships between types of benefits and types of demand

	Heat supply benefit	Production cost reduction benefit	Greenhouse gas abatement benefit	Air quality improvement benefit
New demand	○	×	○	○
Transfer demand	×	○	○	○

Table 6. Benefits of Green Heat Project

(unit : million won)

Year	Heat supply benefit	Production cost reduction benefit	Greenhouse gas abatement benefit	Air quality improvement benefit	Totals
2018	72,878	20,241	6,060	12,108	111,287
2019	100,424	22,711	7,415	14,816	145,366
2020	132,386	24,865	8,903	17,787	183,941
2021	170,258	28,961	10,636	21,249	231,104
2022	200,554	28,961	11,767	23,509	264,791
2023	220,930	28,961	12,536	25,045	287,472
2024	224,302	29,127	12,685	25,344	291,458
2025	220,930	28,961	12,536	25,045	287,472
2026	220,930	28,961	12,536	25,045	287,472
2027	220,930	28,961	12,536	25,045	287,472
2028	224,302	29,127	12,685	25,344	291,458
2029	220,930	28,961	12,536	25,045	287,472
2030	220,930	28,961	12,536	25,045	287,472
2031	220,930	28,961	12,536	25,045	287,472
2032	224,302	29,127	12,685	25,344	291,458
2033	220,930	28,961	12,536	25,045	287,472
2034	220,930	28,961	12,536	25,045	287,472
2035	220,930	28,961	12,536	25,045	287,472
2036	224,302	29,127	12,685	25,344	291,458
2037	220,930	28,961	12,536	25,045	287,472
2038	220,930	28,961	12,536	25,045	287,472
2039	220,930	28,961	12,536	25,045	287,472
2040	224,302	29,127	12,685	25,344	291,458
2041	220,930	28,961	12,536	25,045	287,472
2042	220,930	28,961	12,536	25,045	287,472
2043	220,930	28,961	12,536	25,045	287,472
2044	224,302	29,127	12,685	25,344	291,458
2045	220,930	28,961	12,536	25,045	287,472
2046	220,930	28,961	12,536	25,045	287,472
2047	220,930	28,961	12,536	25,045	287,472
Total	6,219,982	850,760	359,075	717,388	8,147,205

Table 7. Results of economic feasibility analysis on Green Heat Project

Indicators of economic feasibility	Net present value (million won)	Benefit/Cost ratio	Internal rate of return
Estimates	1,269,321	1.72	24.26%

공급편익, 생산원가 절감편익, 온실가스 저감편익, 대기질 개선편익의 4가지 경제적 편익을 종합화하면 Table 6과 같다. 2018년부터 2047년까지 30년 동안 발생하는 4가지 편익을 할인율의 고려 없이 단순하게 합하면 8조 1,472억원에 달한다.

4. 경제성 분석

4.1. 경제성 분석의 주요 전제

경제성 분석에 있어서 비용과 편익은 모두 ‘사회적 비용 및 편익’을 의미한다. 따라서 본 사업추진에 소요되는 사업비는 물론 추정된 편익 발생을 위해 소요되는 정부, 민간의 모든 명시적 암묵적 비용을 분석에 포함한다. 편익/비용 분석에 앞서 다음과 같은 조건을 가정하였다. 첫째, 경제성 분석의 모든 비용과 편익은 2013년도 말 기준 불변가격으로 산정하였다. 둘째, 편익의 발생기간은 투자완료 후 30년으로 전제한다. 셋째, 현재가격은 2013년말을 기준으로 사업의 비용 및 편익에 적용하고, 건설사업은 그 성격상 비용이 초기에 집중 발생하는 반면 편익은 건설 후 장기간 동안 발생하기 때문에 분석기간 동안 예상되는 비용과 편익에 사회적 할인율을 적용하고 현재가치로 환산하여 산정하였다.

본 사업이 추진될 경우, 공사기간으로 3년(2015년~2017년)이 소요되고, 경제성 분석용 투자비는 2015년, 2016년, 2017년 각각에 20%, 30%, 50%씩 투자되는 것으로 가정한다. 또한 편익의 경우는 2018년도부터 순차적으로 발생하는 것으로 전망된다. 즉 본 사업에서는 2015년~2017년에 공사가 수행되고 2018년에 편익이 발생하기 시작하여 30년간 지속되는 것으로 가정한다. 따라서 본 사업의 경제성 분석 대상기간은 2015년~2047년이며, 비용과 편익 항목의 현재가치는 2013년말을 기준으로 산출한다. 경제성 분석을 위한 각종 수익성 지표를 계산함에 있어서 사회적 할인율은 5.5%를 적용한다.

4.2. 경제성 분석 결과

수도권 GHP의 수행을 위해 열배관시설 구축 공사

비용, 가압장, 축열조, 열교환기 등의 설치 투자비가 2015년부터 2017년까지 3,771억원이 발생한다 (산업통상자원부, 2012). 경제성 분석용 비용 산정시 부가가치세는 제외되며 잔존가치는 용지보상비 수준이 경제성 분석 기간 마지막 연도에 음의 비용으로 발생하는 것으로 처리한다. 투자 이후에는 수열비, 수선유지비, 인건비 등의 운영비가 2018년부터 2047년까지 30년 동안 3조 8,518억원이 투입된다. 할인율의 고려 없이 단순하게 비용을 합하면 4조 2,289억원으로 계산된다. 편익은 2018년부터 2047년까지 30년 동안 발생하며 할인율의 고려 없이 단순하게 합하면 8조 1,472억원으로 추정된다.

수도권 GHP에 대한 경제성 분석 결과는 Table 7과 같다. 순현재가치는 1조 2,693억원으로 0을 상회하며, 편익/비용 비율은 1.72로 1.0을 초과하고, 내부수익률은 24.26%로 기획재정부와 한국개발연구원이 공식적으로 사용하고 있는 사회적 할인율 5.5%보다 크다. 따라서 수도권 GHP는 경제적 타당성을 확보한다. 한편 편익의 비용을 각각 10%씩 $\pm 20\%$ 까지 변화시키면서 민감도 분석을 수행한 결과 수도권 GHP가 경제적 타당성을 확보한다는 정성적 결론은 달라지지 않는다.

5. 결론

에너지 절감 및 온실가스 저감을 통한 탈탄소 사회 구현의 일환으로 추진되는 수도권 GHP는 저가의 미이용 열원을 광역 열배관 네트워크로 집단에너지사업자에게 공급하는 도매 열거래사업이다. 뿐만 아니라 궁극적으로는 민원 발생의 여지가 있는 열원시설을 추가적으로 건설할 필요없이 지역난방의 공급을 원하는 소비자들의 욕구를 충족시킬 수 있다. 특히 중소 집단에너지사업자들이 만성적인 경영적자에 시달리고 있는 상황에서 저렴한 열원의 제공은 사업자들의 경영여건 개선에 도움이 되며 열의 안정적 공급에 기여하게 된다. (한국지역난방공사, 2012)

본 논문에서는 이러한 수도권 GHP의 경제적 타당성을 분석하고자 했다. 먼저 수도권 서부지역에서 잉여열, 폐열 등의 미활용 열을 수거하여 수도권에 공급

한다고 가정하고 수요를 파악하되 신규수요 및 이전 수요로 구분하였다. 다음으로 수도권 GHP의 경제적 편익항목으로 열 공급편익, 생산원가 절감편익, 온실가스 저감편익, 대기질 개선편익의 4가지를 정의한 후 경제적 편익을 정량적으로 추정하였다. 마지막으로 수도권 GHP의 경제적 타당성을 분석하는데, 순현재가치는 1조 2,693억원으로 0을 상회하며, 편익/비용 비율은 1.72로 1.0을 초과하고, 내부수익률은 24.26%로 사회적 할인율 5.5%보다 커 수도권 GHP는 경제적 타당성을 확보하였다. 따라서 수도권 GHP는 즉각 착수될 필요가 있다.

수도권 GHP는 앞서 언급한 경제적 편익 이외에도 다양한 편익을 가져올 것으로 예상된다. 예를 들어, 온배수배출 저감편익, LNG 사용량 절감편익, 생활환경 개선편익을 들 수 있다. 온배수배출 저감편익은 해양환경에 영향을 미치는 온배수가 저감되어 발생하는 편익이다. 수도권 서부지역에 입지한 기존의 복합화력 발전소는 대량의 온배수 배출로 지역주민 및 환경운동단체와 갈등이 있다. 이러한 복합화력 발전소를 열병합발전소로 개체를 하여 수도권 GHP에 열을 공급하게 되면 온배수 배출량이 크게 줄어들어 민원 발생이 줄어들며 인천지역의 해양환경 개선에 기여할 수 있다. 또한 국내에서는 LNG의 거의 대부분을 수입에 의존하고 있으므로 LNG 사용량의 절감은 불필요한 외화의 지출을 줄이면서 무역수지 개선에도 기여할 수 있다. 생활환경 개선편익은 개별난방 또는 중앙난방과 비교하여 지역난방이 더 편리하고 안정적이며, 주택가격에도 긍정적인 영향을 미쳐 발생하는 편익이다.

이러한 편익들은 수용가의 입장에서 매우 중요할 수 있지만 아직까지 학문적으로나 정책적으로 제대로 다뤄지지 못했다. 따라서 이와 관련된 연구가 향후 지속적으로 추진될 필요가 있다.

Reference

- 경기도청. 유기성폐자원 에너지 활용시설 현황조사 집계표. 2012
- 산업통상자원부. 제2차 에너지기본계획. 2014
- 산업통상자원부. 제6차 전력수급계획. 2013
- 산업통상자원부. 집단에너지 사업계획서 작성기준 (산업통상자원부고시 제2012-180호). 2012
- 수도권매립지관리공사. 슬러지자원화시설 관련 사업 타당성 보고서. 2013
- 수도권매립지관리공사. 잉여매립가스 자원화사업 타당성 조사용역 최종보고서. 2013
- 어승섭, 유승훈. 공업용수의 소비자 잉여와 경제적 가치 추정, 국토연구, 2010, 65, 151-162
- 유승훈, 박광섭. 서울시 가정용수 공급의 경제적 편익 추정, 한국수자원학회 논문집, 2006, 39(12), 1057-1066
- 이승재, 한종호, 유승훈. 수송용 LPG 수요함수의 추정 및 활용, 에너지공학, 2012, 21, 3, 331-338
- 한국개발연구원. 공기업·준정부기관 사업 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 연구. 공공투자관리센터. 2013
- 한국개발연구원. 수자원부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제4판). 공공투자관리센터. 2008
- 한국개발연구원. 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제5판). 공공투자관리센터. 2008
- 한국개발연구원. 한국형 300MW급 IGCC 실증플랜트 기술개발사업 예비타당성조사. 2010
- 한국산업폐자원공제조합. 전국 산업폐기물 발생 및 처리현황(2005~2009). 2012
- 한국산업폐자원공제조합. 한국산업폐자원공제조합 민간소각시설 소각열에너지 생산 및 이용현황. 2011
- 한국전력거래소. 2012년도 전력시장 분석보고서. 2013
- 한국지역난방공사. 수도권 미활용 열에너지 활용 방안 연구. 2013
- 한국지역난방공사. 수도권 Green Heat Project 운영 주체 검토 보고서. 2014
- 한국지역난방공사. 집단에너지사업자 손익 현황(2012년) 업무현황 보고서. 2012
- Agrell, P. J., Bogetoft, P., Economic and environmental efficiency of district heating plants. Energy Policy, 2005, 33, 1351-1362
- Alexander, D. L., Kern, W., Neill, J., Valuing the consumption benefits from professional sports franchises. Journal of Urban Economics. 2000. 48. 321-337
- Brent R. J. Applied Cost-Benefit Analysis, Cheltenham: Edward Elgar. 1995
- Ilic, D.D., Trygg, L. Economic and environmental benefits of converting industrial processes to district heating. Energy Conversion and Management, 2014, 87, 305-314

24. Lazzarin, R., Noro, M. Local or district heating by natural gas: Which is better from energetic, environmental and economic point of views?. *Applied Thermal Engineering*, 2006, 26, 244-250
25. Lee, J.-S., Yoo, S.-H. The economic value of residential natural gas consumption: the case of Korea, *Energy Sources Part B: Economics, Policy, and Planning*, 2013, 8(4), 313-319
26. Lim K.-M., Lim S.-Y., Yoo S.-H. Estimating the economic value of residential electricity use in Korea using contingent valuation, *Energy*, 2014, 64, 601-606
27. Munksgaard, J., Pade, L. L., Fristrup, P. Efficiency gains in Danish district heating. Is there anything to learn from benchmarking?. *Energy Policy*, 2005, 33, 1986-1997
28. Torchio, M. F., Genon, G., Poggio, A., Poggio, M. Merging of energy and environmental analyses for district heating systems. *Energy*, 2009, 34, 220-227