

유럽의 지역냉난방 녹색성과표지제도 시행사례 및 시사점

오 현 영 에너지경제연구원 전문연구원 (hyunoh@keei.re.kr)

1. 머리말

유럽 지역냉난방 녹색성과표지제도(Ecoheat4cities Labelling, E4C)는 도시의 열에너지 공급계획에 의해서 구축된 지역냉난방시스템의 녹색에너지 활용도를 자발적으로 평가하고 표지하는 것이다. 성과지표는 세 가지로 소비자에게 공급된 냉난방에너지에 대한 비재생 1차에너지 소비량, 이산화탄소 배출량 및 재생에너지(Renewable and Surplus heat) 사용 비율이다. 성과측정 후 국가별 인증기관이 발급하는 표지에는 각 성과지표의 값이 꽃잎 모양으로 도식화한 등급(1~7)과 함께 표시된다.

E4C의 도입목적은 지역냉난방시스템의 재생에너지 사용 확대로 EU의 2020년 에너지정책 목표 달성에 기여하는데 있다. 또한 지역냉난방시스템의 녹색성과 및 EU 목표에 대한 기여를 정책입안자, 지방정부, 소비자 등에게 보여주는 것이다. 따라서 E4C의 세 가지 평가지표는 EU의 에너지정책 목표인 2020년까지 1차에너지 소비량 및 이산화탄소 배출량 20%

감축, 재생에너지 비중 20% 달성을 반영하고 있다. 마지막 목적은 지역냉난방시스템의 녹색성과 개선을 위한 인센티브를 창출하는 것이다.

E4C는 새로 설립되는 「유럽 E4C 표지위원회」가 운영하며, 「유럽 기술 및 과학 자문위원회」로부터 전문지식을 지원받는다. 그리고 E4C의 표지 인증 업무는 표지위원회로부터 승인받은 국가별 인증기관이 담당한다. 따라서 성과표지를 인증받고자 하는 지역냉난방사업자는 해당 국가의 인증기관에 발급을 신청한다. 현재 E4C는 본격적인 시행단계에 돌입했으며 인증 받은 지역냉난방사업자들의 리스트가 곧 E4C 홈페이지에 게시될 예정이다.¹⁾

이러한 E4C의 도입방안 수립 프로젝트(Ecoheat4cities Project)는 EU의 상향식(bottom-up) 에너지정책사업인 IEE(Intelligent Energy Europe) 프로그램으로부터 사업비 일부를 지원받아 2010년 6월~2012년 12월 기간 동안 유럽 지역냉난방협회(EUROHEAT & POWER, EHP)를 비롯한 7개 기관에 의해 수행되었다.²⁾ 프로젝트의 보고서는 세 가지 성과지표별 산정

1) www.ecoheat4cities.eu 참조.



수식과 도출과정, 주요 연료별 1차에너지 환산계수와 CO₂ 배출계수의 기본값, 사업자를 위한 참여 가이드라인, 성과지표를 활용한 개별난방방식과 지역난방방식의 비교분석, 제도의 시행방안 등에 대한 내용을 담고 있다.

본고는 E4C의 도입방안 보고서를 검토하여 제도 시행방안의 개요와 성과지표 산정수식의 작성과정 및 결과를 설명하고자 한다. 그리고 도입방안 보고서의 미흡한 부분을 평가한 후 시사점도 도출하고자 한다. 특히 성과지표 산정수식의 작성과정을 1차에너지 효율성의 평가 원칙, 1차에너지 환산계수 및 CO₂ 배출계수 설정, 초기 성과지표 산정수식 도출, 등급기준 작성, 최종수식 및 설비별 기본값 산정결과 등으로 세분화하여 설명한다. 이는 향후 국내에서 유사한 제도를 도입할 경우에 기초자료로 활용될 수 있도록 하기 위함이다.

2. 지역냉난방 녹색성과표지제도의 개요

가. 제도 시행방안의 개요²⁾

E4C 시행방안의 목표 중 첫 번째는 지역냉난방사업자와 수용가 모두에게 이로운 자발적 표지제도를 제공하는 것이다. 두 번째는 인증 받는 고객(기업, 도시 등)에게 요구되는 지역냉난방의 녹색성과에 대한

보증을 받는 쉬운 방법을 제공하는 것이다. 마지막은 다른 냉방 또는 난방 방식과 지역냉난방의 녹색성과를 비교할 수 있게 하는 것이다. 이러한 목표 하의 E4C 시행방안은 아직까지 작성 및 수정 단계에 있지만 도입방안 보고서로부터 개요를 파악할 수 있다.

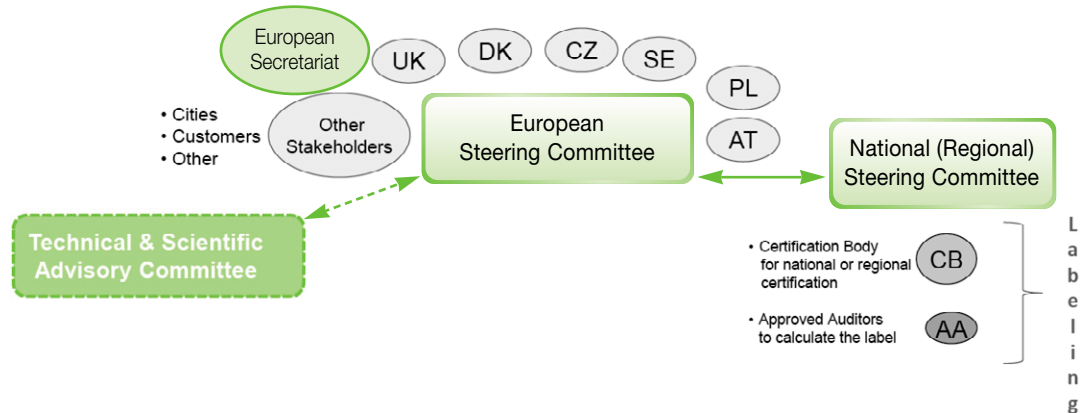
시행방안에 의하면 E4C는 새로 설립되는 유럽 E4C 표지위원회(European Ecoheat4Cities Labelling Board)가 운영한다. 그리고 이 표지위원회는 유럽 기술 및 과학 자문위원회(European Technical and Scientific Advisory Committee)로부터 전문적으로 지원 받는다. 그리고 E4C의 표지 인증업무는 국가별 인증기관이 담당한다. E4C의 표지 인증을 신청한 지역냉난방시스템의 녹색성과 측정은 승인된 검사원이 진행한다(그림 1) 참조). 인증 받는 사업자는 인증 절차 등에 따른 시행기관의 소요비용을 규정에 따라서 정해진 수수료로 지불하며, 운영기관 등 관계기관은 제도의 운영에 이 수수료를 사용한다.

유럽 표지위원회는 EHP에 설치되며, EHP가 관련한 행정업무도 담당하게 된다. EHP는 EU 및 기타 국가의 지역냉난방부문(협회, 산업체, 연구소, 대학 등) 연합기관이다. EHP의 회원이며 자발적 표지제도를 승인한 모든 국가의 지역냉난방협회는 유럽 표지위원회 구성원을 임명할 수 있는 권리가 있다. 또한 유럽 표지위원회가 국가별 E4C 인증기관을 승인하지만, 해당 국가의 표지 인증절차가 규칙에 반할 경우에는 지정을 폐지할 수 있다. 유럽 표지위원회는 기술

2) EHP, 네덜란드 델프트공과대학교(Delft University of Technology), 덴마크 기술연구소(Danish Technological Institute), 독일 지역냉난방협회(AGFW Germany), 스웨덴 지역난방협회(Swedish District Heating Association, SDHA), 영국 BRE(Building Research Establishment), 리투아니아 에너지연구소(Lithuanian Energy Institute, LEI) 등의 기관 내 지역냉난방 전문가가 프로젝트에 참여하였음.

3) EHP(2013) 참고.

[그림 1] E4C의 시행 및 운영기관



주: DK는 덴마크, CZ는 체코, SE는 스웨덴, PL은 폴란드, AT는 오스트리아의 국명 약자

자료: Birgitta Bechtold, "Ecoheat4cities-A voluntary District Heating and Cooling performance labelling scheme," Oct. 10, 2012
The Next DHC Generation Conference

지침서 및 국가별 부속서를 발간하고 승인하며, 기타 참고할 정보를 채택한다. 유럽 표지위원회는 규칙을 따르지 않은 표지 인증을 무효화할 수 있다. 위원회는 의견수렴 또는 의사결정 과정에서 전문가의 도움을 받기 위하여 기술 및 과학 자문위원회를 설립한다. 또한 국가 및 지역의 자문단 설립에 제한을 두지 않는 거버넌스 체제를 구축한다.

E4C의 표지 인증이 시행된 국가들에서는 이미 표지 인증절차를 관장하는 인증기관이 지정되었다. 인증기관으로 지정받을 수 있는 기관은 연구기관, 공과대학교, 지역냉난방협회 또는 유사기관, 상공회의소 또는 유사기관, 엔지니어링 컨설팅 등이다. 인증기관은 유럽 표지위원회의 기술지침서를 따르며, 일반적으로 6개월인 인증절차 기간을 초과하지 않도록 노력해야 한다. 그리고 인증절차를 모두 기록한 서류를 10년간 보관한다.

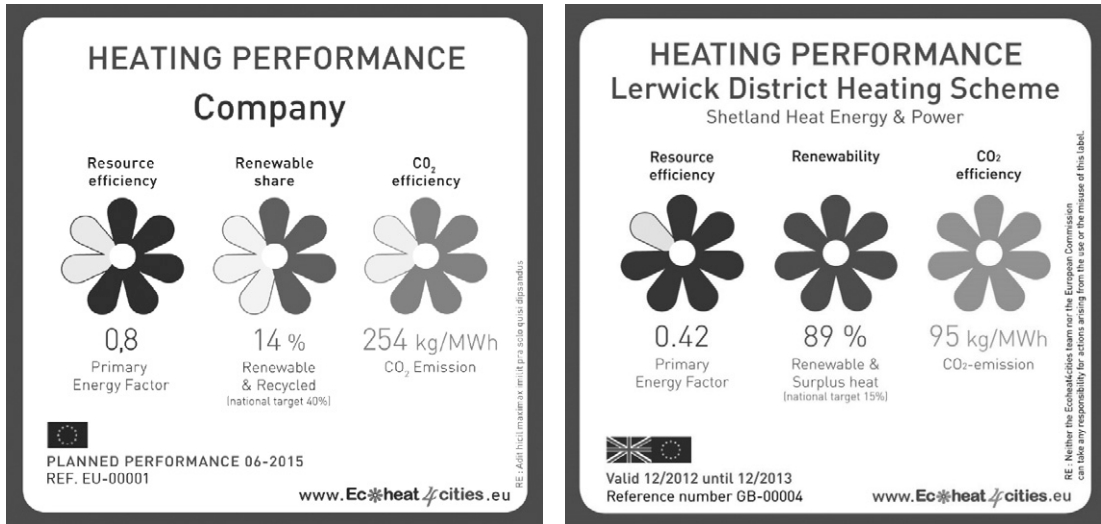
지역냉난방사업자가 E4C의 표지 인증을 받고자 하

는 경우 사업자는 우선 표지 인증에 관한 각종 지침을 숙지하여야 한다. 다음으로는 연간 연료별 소비량, 열 및 전기 생산량 등에 관한 데이터를 수집해야 한다. 이 두 가지 작업이 완료된 경우, 사업자는 시스템이 속한 국가의 인증기관과 접촉한다. 인증기관에 해당 지역냉난방시스템을 등록하면 검사원이 배정된다. 사업자는 검사원이 해당 지역냉난방시스템의 녹색성과를 평가하는 과정에서 요청하는 추가자료가 있을 경우 제공한다. 이후 검사원이 평가서를 인증기관에 보고하면, 인증기관이 표지를 발급한다.

E4C의 성과표지는 [그림 2]와 같이 성과지표의 등급(1~7)이 높을수록 꽃잎의 숫자가 증가하는 도안을 사용하였다. 등급이 아닌 성과지표 자체의 값과 회사명 등도 함께 제시되지만, 특히 등급에 주목하게 하는 도안으로 작성되었다. [그림 2]의 오른쪽에는 러위 지역냉난방시스템이 발급받은 성과표지가 사례로 제시되어 있다. 러위의 시스템은 일반폐기물을 연료로 하는 보일러를 이용하여, 주택



[그림 2] E4C의 성과표지 기본양식(좌)과 발급사례(우)



자료: 1) Ecoheat4cities, Policy Guidance Paper, Feb, 2013, p5
2) Shetland News, "Top rating for district heating scheme," Dec. 24, 2012

1000채 및 110개의 비가정 수용가에게 연간 36GWh의 지역난방열을 판매하고 있다(Ecoheat4cities, 2012).

성과표지에 따르면 러윅의 시스템은 지역난방열의 1차에너지 환산계수가 0.42, 재생에너지 사용비율이 89%(영국 정부의 목표는 15%), 지역난방열의 CO₂ 배출계수가 95 kg/MWh이다. 이에 따라서 지역난방열의 1차에너지 환산계수 등급은 꽃잎 6개로 2등급이고, 재생에너지 사용비율은 꽃잎 7개로 1등급이며, 지역난방열의 CO₂ 배출계수도 꽃잎 7개로 1등급이다. 러윅 시스템에 대한 E4C의 성과표지 발급시기는 2012년 12월이며 이는 2013년 12월까지 1년간 유효하다. 러윅 시스템의 성과표지에서 좌측 아래편에는

영국 국기와 EU 상징기가 나란히 표시되어 있다.

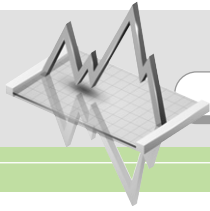
나. 성과지표 산정방법

1) 1차에너지 효율성의 평가 원칙⁴⁾

지역난방의 1차에너지 효율성 관련한 성과지표 작성은 일반적인 에너지효율의 정의로부터 출발한다. 열수요(=열산출 가정) Q_i 를 열생산설비(열만 생산하고, 연료는 i 만 사용하는 단독설비 가정)의 전환효율 η_i 로 나누면 설비에 투입되어야 하는 에너지량 E_i 를 구할 수 있다.

$$E_i = \frac{Q_i}{\eta_i}$$

4) Willem van der Spoel(2012) 참고.



설비에 투입되는 에너지량 E_i 는 1차에너지가 아니라 사용가능한 에너지형태로 채굴/채취, 가공/정제, 수송된 것이며 이 과정에서 별도의 에너지 소비를 유발한다. E4C는 연료별 1차에너지 환산계수 $f_{P,i}$ 를 도입하여, 설비에 투입되는 에너지량 E_i 에 그것에 해당되는 1차에너지 환산계수 $f_{P,i}$ 를 곱하면 1차에너지량 $E_{P,i}$ 로 환산할 수 있도록 한다.

$$E_{P,i} = f_{P,i} \cdot E_i = \frac{f_{P,i}}{\eta_i} Q_i$$

지역난방시스템(아래첨자 dh)에서 상기 원리를 적용해 본다. 열수요 Q_{dh} 를 생산하기 위해서는 에너지량 E_i 가 필요하며, E_i 에 해당하는 1차에너지 환산계수 $f_{P,i}$ 를 곱하면 지역난방시스템에 투입되는 1차에너지량 $E_{P,dh}$ 를 구할 수 있다. 이 $E_{P,dh}$ 를 열수요 Q_{dh} 로 나눈 값이 지역난방열의 1차에너지 환산계수 $f_{P,dh}$ 이다.

$$E_{P,dh} = \sum_i (f_{P,i} \cdot E_i) = f_{P,dh} \cdot Q_{dh}$$

$$f_{P,dh} = \frac{\sum_i (f_{P,i} \cdot E_i)}{Q_{dh}} = \frac{E_{P,dh}}{Q_{dh}}$$

이와 같은 환산계수 $f_{P,dh}$ 는 「1차에너지 투입량/열수요」이므로, 열수요와 1차에너지 투입량을 직관적으로 비교할 수 있게 한다. 일반적인 에너지효율 공식 「에너지 생산량(=수요량)/에너지 투입량」을 거꾸로 뒤집은 형태가 되는 것이다. 이 환산계수가 1인 경우 1차에너지 기준의 시스템효율이 100%가 되며, 0.5인 경우 시스템효율은 200%가 된다.

$$f_{P,dh} = \frac{(\sum_i E_i \cdot f_{P,i}) - E_{el} \cdot f_{P,el}}{Q_{dh}}$$

지역난방시스템의 주요 열공급설비인 CHP(열병합발전)의 경우, 시스템에 투입된 에너지량을 1차에너지량으로 변환한 후, 생산된 전기(아래첨자 el) E_{el} (1차에너지 환산계수는 $f_{P,el}$)의 1차에너지 환산량을 차감하여 열수요에 대한 1차에너지 투입량을 계산한다. 또한 생산된 전기는 전원믹스 즉 계통으로부터 오는 것으로 간주된다. 이 경우 전원믹스로부터 구해진 전기의 1차에너지 환산계수 2.6을 적용한다.

한편 E4C는 1차에너지가 난방에너지로 전환되기까지의 각 공정별 시스템 경계를 [그림 3]과 같이 도해하였다. E4C는 에너지에 대한 1차에너지 환산계수를 계산하기 위한 시스템 경계를 [그림 3]의 ⑤~③으로 한다. 여기에서 ③은 에너지량 E_i 의 단계이며 ⑤는 1차에너지로 환산한 $E_{P,i}$ 의 단계이다. 따라서 ③의 E_i 를 ⑤의 $E_{P,i}$ 로 환산하는 계수가 1차에너지 환산계수 $f_{P,i}$ 이다.

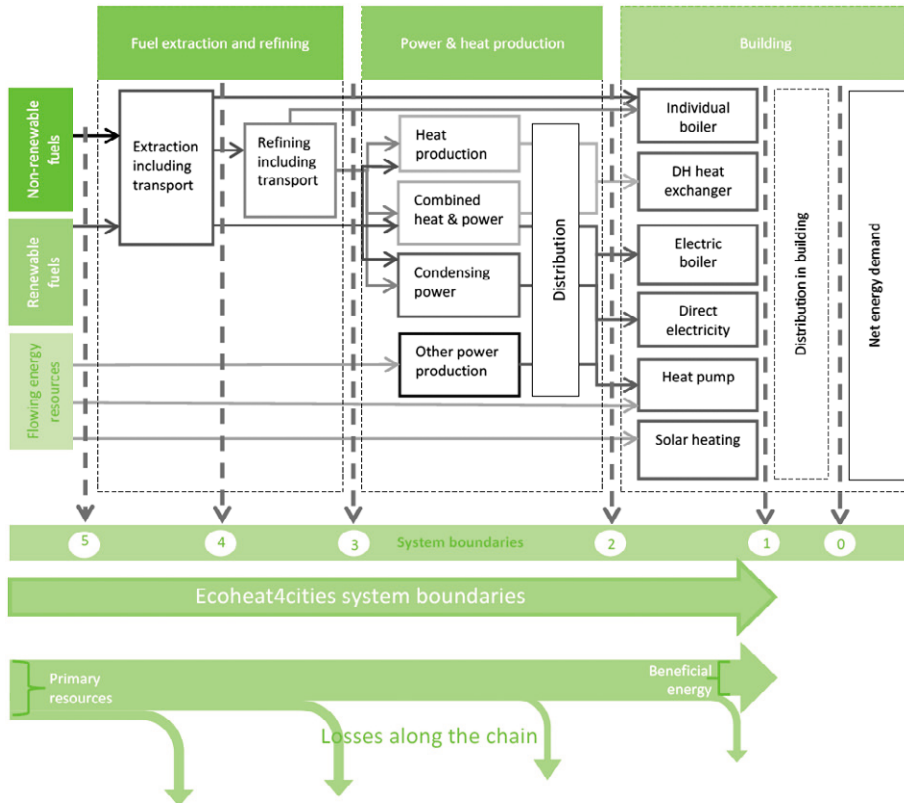
그리고 E4C는 열에너지에 대한 1차에너지 환산계수를 계산하기 위한 시스템 경계를 [그림 3]의 ⑤~①로 한다. E4C의 지역난방열 1차에너지 환산계수 산식은 ①시점의 열수요 Q_{dh} 의 생산에 기여한 ③단계의 각 에너지량 E_i 를 우선 파악한 후, 이를 ⑤의 $\sum_i E_{P,i}$ ($=E_{P,dh}$)로 환산한 다음, 이 값을 ①단계의 열수요 Q_{dh} 로 나누어주는 것이다. 이는 결국 ③단계 에너지량에서 ⑤단계로 거슬러 올라갔다가, ⑤단계의 1차에너지량에서 중간과정을 생략하고 곧바로 ①단계의 열수요와 비교하는 개념이다.

2) 1차에너지 환산계수 및 CO₂ 배출계수 설정⁸⁾

상기와 같이 검토한 바에 따르면, 연료(아래첨자 F)



[그림 3] E4C의 시스템 경계(1차에너지~난방에너지의 에너지 전환 및 손실)

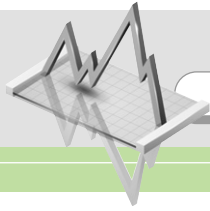


자료: Ecoheat4cities, Technical report on labelling criteria for DHC, Apr. 2011, p59

등의 1차에너지 환산계수 및 전기의 1차에너지 환산계수는 시스템의 1차에너지 효율성 성과지표의 산정에 있어서 핵심적인 변수이다. 따라서 E4C는 주요 에너지의 공식적인 기본(default) 환산계수를 <표 1>과 같이 제시하여 혼선을 방지하고 있다. 특히 E4C의 1차에너지 환산계수는 그 계산과정에서 재생에너지(1차

에너지) 사용분을 제외시킨 비재생(non-renewable, 아래첨자 nren) 1차에너지 환산계수이다. 따라서 대부분의 화석에너지는 이 값이 1이상이 되며, 재생에너지가 활용된 경우에는 이 값이 1보다 작을 수 있다. 또한 <표 1>에는 에너지별 CO₂ 배출계수와 재생에너지 비율 기본값도 함께 제시되어 있다. E4C의 CO₂ 배출계수는

5) Ecoheat4cities(2011) 참고.



〈표 1〉 E4C의 에너지별 1차에너지 환산계수, CO₂ 배출계수, 재생에너지 비율의 기본값(default value)

에너지(연료)	1차에너지 환산계수 ($f_{P,F,nren}$)	CO ₂ 배출계수 ⁶⁾ ($K_{F(i)}$ (kg CO ₂ /MWh))	재생에너지 비율 ($R_{F(i)}$)
갈탄	1.02	369	0
무연탄	1.19	369	0
중유	1.35	296	0
경유	1.35	283	0
천연가스	1.36	222	0
토탄	1.02	417	0
바이오에너지(1차)	0.1	7	1
바이오에너지(정제)	0.2	12	1
바이오에너지(부차적)	0.06	3	1
잔사 연료	0.05	88	1
폐기물연료	0	94	1
전기	2.6	420	0.19
산업폐열	0	0	1
심부지열	0	0	1

주: 각 계수 및 비율의 출처는 생략함(원문에는 제시됨)

자료: Ecoheat4cities, Technical report-Assessment of DHC baseline and improvement potential, Aug. 2012

LCA(전생애주기 평가) 기준 값이다.

다음으로 전원믹스를 반영한 전기의 1차에너지 환산계수 산정 방법을 살펴본다. 우선 〈표 2〉에서 천연가스(아래첨자 ng) 발전량은 774.8 TWh이다. 발전 설비에 투입된 천연가스의 에너지량(순발열량)은 일반적인 에너지효율 공식 「천연가스 투입량 = 천연가스 발전량/천연가스 발전효율」 즉 「 $E_{ng}=E_{el,ng}/\eta_{el,ng}$ 」

에서 구할 수 있다. $E_{el,ng}$ 는 774.8 TWh이고, $\eta_{el,ng}$ 는 〈표 3〉에서 제시된 천연가스의 전기 전환효율 기본값 0.525를 적용한다. 따라서 「774.8 TWh/0.525 = 1475.8 TWh」가 천연가스 투입량(순발열량)이 된다. 여기에 천연가스의 1차에너지 환산계수(〈표 1〉 참조)인 1.36을 곱하면 1차에너지 기준 천연가스 투입량으로 전환되며 그 값은 2007 TWh가 된다.

6) $F(i)$ 는 $i \in F$ 를 의미함.



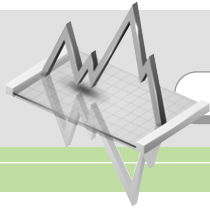
〈표 2〉 EU의 전원믹스(2008년)를 반영한 전기의 1차에너지 환산계수 산정방법

전원	발전량 비율(%)	발전량 (TWh)	연료투입량 (TWh)	1차에너지 투입량(TWh)	연소에 의한 CO ₂ 배출 (kton)	LCA기준 총 CO ₂ 배출 (kton)
수력	10.6	359.2	n.a	1.7	n.a	1,629
풍력	3.5	118.7	n.a	5.9	n.a	1,569
태양광	0.2	7.4	n.a	-	-	-
지열	0.2	5.7	0	0.0	0	0
일반폐기물	0.9	29.1	116	0.0	10,459	10,869
목재/폐목재	1.6	55.4	222	0.0	0	589
바이오가스	0.6	20.1	38	7.6	0	102
산업폐기물	0.1	2.6	10	0.5	0	916
부생가스	1.0	33.5	64	3.2	12,890	14,154
원자력	27.8	937.2	n.a	2,736.7	-	3,273
천연가스	23.0	774.8	1476	2007	298,044	327,264
석유	3.1	104.5	236	319.2	62,387	66,813
무연탄	16.1	543.0	1229	1,462.0	434,772	453,127
갈탄	10.6	358.2	857	872.9	311,611	316,148
기타	0.7	24.0	96	4.8	238	8,417
합계	100	3,373.4	4,344	7,421.7	1,130,402	1,204,870
최종전력소비	-	2,855.6	-	-	-	-
순수입	-	16.5	-	-	-	-
계수화 결과	-	-	-	2.61	398.2	424.4

자료: Ecoheat4cities, Technical report on labelling criteria for DHC, Apr. 2011

천연가스와 동일한 방식으로 모든 전원에 대해 계산한 1차에너지 기준 연료투입량 총계는 7421.7 TWh이다(〈표 2〉 참조). 이 값을 최종 전력소비량으로 나누면 전기의 1차에너지 환산계수가 된다. 이는 1차에너지로 변환한 에너지량을 에너지수요량으로 나누어 주는 방식으로서 앞서 검토한 바 있는 열에너지

의 1차에너지 환산계수 산정공식과 방식이 동일하다. 여기에서 사용하는 최종 전력소비량은 EU내에서 생산 및 소비된 전력을 대상으로 해야 하기 때문에 순수입량을 제외한 값 「2855.6 - 16.5 TWh = 2839.1 TWh」가 된다. 따라서 전기의 1차에너지 환산계수는 「7421.7 TWh/2839.1 TWh=2.61」이 된다.



〈표 3〉 E4C의 연료별 전기 및 열 전환효율 기본값

연료	전기 전환효율	열 전환효율
갈탄	0.418	0.88
무연탄	0.442	0.88
중유	0.442	0.89
경유	0.442	0.89
천연가스	0.525	0.90
토탄	0.390	0.86
바이오에너지(1차)	0.330	0.86
바이오에너지(정제)	0.390	0.86
바이오에너지(부차적)	0.250	0.86
잔사 연료	0.250	0.80
폐기물연료	0.250	0.80

자료: Ecoheat4cities, Technical report on labelling criteria for DHC, Apr. 2011

전원믹스를 반영한 전기의 CO₂ 배출계수도 천연가스의 사례로 설명한다. 상기에서 계산한 천연가스 투입량 약 1475.8 TWh에 〈표 1〉의 천연가스 CO₂ 배출계수 약 222 kton/TWh를 곱하여 약 327,264 kton CO₂ 값을 얻는다. 같은 방식으로 모든 전원에 대하여 계산한 후 총합한 값은 약 1205 Mton CO₂이다. 이 값을 최종 전력소비량 2839.1 TWh로 나누면 「1205 Mton CO₂/2839.1 TWh = 424.4 g CO₂/kWh」가 된다. 이와 같은 계산 과정과 결과는 〈표 2〉에 제시되었다.

전원믹스를 반영한 전기의 1차에너지 환산계수 2.6 및 CO₂ 배출계수 420 kg CO₂/MWh는 계수별 기본값이 제시된 〈표 1〉에서도 반영되어 있다. 여기에는

에너지에 대한 재생에너지 비율 $R_{RE,i}$ 도 제시되어 있는데 전기부문의 값은 0.19이다. 이는 〈표 2〉에 제시된 EU 27개국의 2008년도 전원믹스의 재생에너지 발전량 비율 19%(수력~부생가스)를 참고한 것이다.

3) 초기 성과지표 산정수식 도출⁷⁾

개략적인 지역난방열의 1차에너지 환산계수 산식을 앞서 간략하게 살펴보았다. 그렇지만 제도의 운영을 위해서는 보다 구체적인 형태의 산식이 필요하다. 따라서 E4C는 지역난방열의 1차에너지 환산계수 산식을 작성하기 위하여 [그림 4]와 같은 특정 지역난방시

7) Ecoheat4cities(Undated) 참고.

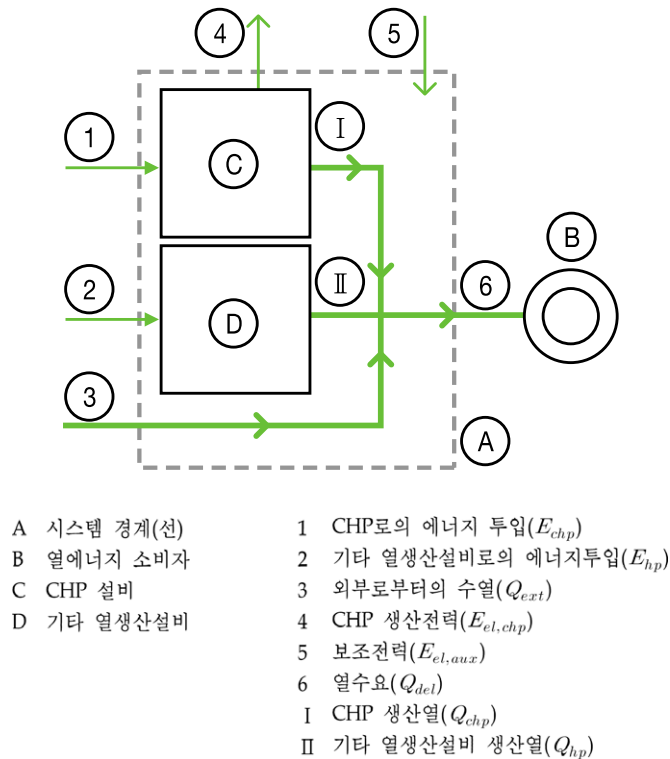
시스템을 가정한 후 열역학적 분석을 시행하였다.

지역난방열의 1차에너지 환산계수 및 CO₂ 배출계수는 이 열역학적 시스템 경계 안에서 결정된다. 시스템 경계 안에는 하나의 지역난방시스템이 존재하며, 경계(1차 에너지 기준)는 건물의 열교환기(그림 3의 ①)까지이다. 이 경계 내의 모든 에너지의 투입과 산출이 고려된다. 시스템에 투입되는 에너지는 해당되는 1차에너지 환산계수를 적용한 후 열수요로 나눈다. 따라서 지역난방 시스템의 열 손실도 열을 생산하기 위해 사용된 연료의 채굴/채취, 정제/가공, 수송에 사용되는 다른 모든 에너

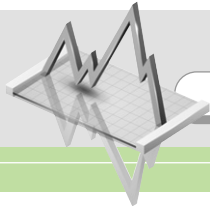
지처럼 산식에서 반영된다(그림 3의 맨 하단을 참조). 만약 에너지생산설비와 시스템을 함께 평가하는 것이 어렵거나 불필요하다면 하위시스템으로 나눌 수도 있으며, 이 경우 하위시스템은 자체적인 환산계수를 가진다.

성과지표 산식 작성용 지역난방시스템의 열공급설비는 CHP, 기타 열생산설비, 외부 열원으로부터의 수열 등 세 가지이다. CHP에서 생산한 전력은 소비자에게 송전하지 않고 계통으로 송전한다. 그리고 보조전력도 계통으로부터 수전한다. 이와 같은 지역난방시스템 구성 및 전력거래 방식은 현재 국내의 일반적인 지역난방시스템과 유사하다.

[그림 4] E4C의 성과지표 산식 작성용 지역난방시스템



자료: Ecoheat4cities, Guidellines ffor techniicall assessment of Diistrict Heating systems, Undated



투입된 모든 1차에너지량을 열수요로 나누어주는 효율성 평가원칙은 상기 지역난방시스템에 대해서도 동일하다. 우선 시스템 경계 내의 에너지생산설비로 투입된 에너지량 E_i 를 1차에너지로 변환한다. 다음으로 외부 수열량 Q_{ext} 에는 그것에 해당되는 1차에너지 환산계수 $f_{P,nren,ext}$ 를 곱하여 1차에너지량($E_i \cdot f_{P,i}$)으로 변환한다. 그리고 시스템 내부 보조전력소비량에서

CHP의 발전량을 감한 후에 1차에너지량으로 변환한다. 이것은 열생산과 무관한 CHP의 발전량을 1차에너지 투입량에서 제외시키고, 시스템 내부의 보조전력소비량을 열생산을 위한 1차에너지 투입으로 포함한 결과이다. 이와 같이 구성한 지역난방열의 1차에너지 환산계수 $f_{P,dh,nren}$ 의 산식은 아래와 같다.

지역난방시스템의 1차에너지 기준 CO₂ 배출계수

$$f_{P,dh,nren} = \frac{\sum_i E_i \cdot f_{P,nren,i} + Q_{ext} \cdot f_{P,nren,ext} + (E_{el,aux} - E_{el,chp}) \cdot f_{P,el}}{\sum_j Q_{del,j}}$$

산식은 지역난방열의 1차에너지 환산계수 산식과 동일한 방식으로 접근하지만 CHP 발전량에 대하여 계통전력의 CO₂ 배출계수가 아닌 CHP 투입에너지에 대한 CO₂ 배출계수를 적용한다는 점에서 차이가 있다. 기본원칙은 열수요를 만족하기 위하여 투입된 모든 에너지량에 해당하는 CO₂ 배출계수를 곱하여 CO₂ 배출량을 구한 뒤, 이를 열수요로 나누어 줌으로서 지역난방열의 CO₂ 배출계수를 도출하는 것이다. 우선 시스템 경계 내의 CHP와 기타 열생산설비로 투입된 각 에너지량에 해당 1차에너지 CO₂ 배출계수를 곱하여 배출량을 구한다. 수열에 해당되는 CO₂ 배출량도

구한다. 다음으로는 시스템 내부 보조전력소비량에 계통전력에 대한 CO₂ 배출계수를 곱하여 배출량을 구한다. 여기까지는 시스템 경계 내부의 에너지소비량에 대한 배출량이다. 다음으로 CHP 발전량을 CHP에 투입된 연료의 전기효율로 나누어서 투입 에너지량을 구한 후, 여기에 CHP에 투입된 연료의 1차에너지 CO₂ 배출계수를 곱하여 CO₂ 배출량을 구한다. 이 값을 앞서 구한 시스템 경계 내부의 에너지소비량에 대한 CO₂ 배출량에서 감한다. 이 값을 시스템의 총 CO₂ 배출량으로 하여 열수요로 나누어서 지역난방열의 CO₂ 배출계수를 계산한다.

$$K_{P,dh,nren} = \frac{(\sum_i E_i \cdot K_{P,nren,i}) + Q_{ext} \cdot K_{ext} + (E_{el,aux} \cdot K_{el}) - \left(\sum_i \frac{E_{el,chp,i} \cdot K_{P,nren,chp,i}}{\eta_{el,i}} \right)}{\sum_j Q_{del,j}}$$

$K_{P,dh,nren}$: 지역난방의 비재생 1차에너지 CO₂ 배출계수(kg/MWh)

$K_{P,nren,i}$: 연료 i 의 비재생 1차에너지 CO₂ 배출계수(kg/MWh_{Hi})⁸⁾

K_{ext} : 비재생 외부 수열에 대한 CO₂ 배출계수(kg/MWh)

K_{el} : 비재생 전력에 대한 CO₂ 배출계수(kg/MWh)

$K_{P,nren,chp,i}$: CHP에서 사용된 연료 i 의 비재생 1차에너지 CO₂ 배출계수(kg/MWh_{Hi})

$\eta_{el,i}$: 연료 i 의 전기 전환효율

8) Hi는 발열량을 의미함.

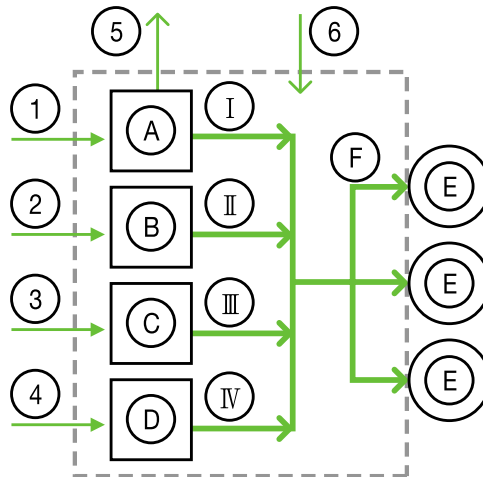
4) 등급기준 작성⁹⁾

E4C는 성과지표를 1~7단계의 등급으로 구분하여 7개의 꽃잎모양으로 도식화한다. E4C는 등급기준을 작성하기 위하여, 별도의 지역난방시스템을 [그림 5]와 같이 가정하였다. 또한 이 시스템의 성과지표 산정

을 위한 데이터는 <표 4>와 같다.

등급기준 작성용 지역난방시스템의 열공급설비는 석탄 CHP, 천연가스 열생산설비, 바이오가스 열생산설비, 우드칩 열생산설비 등 네 가지 이다. 열수요를 만족하기 위하여 투입되는 총 에너지량 중에서 상기의 설비에 투입된 각 연료별 비율은 국가별 재생에너지 보급목표(2020

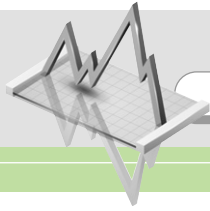
[그림 5] E4C의 등급기준 작성용 지역난방시스템



- | | |
|-------------------------------------|--|
| A 석탄 CHP(η_{chp}) | 1 무연탄($f_{P,coal}, K_{P,coal}$) |
| B 천연가스 열생산설비($\eta_{hp,ng}$) | 2 천연가스($f_{P,ng}, K_{P,ng}$) |
| C 바이오가스 열생산설비($\eta_{hp,biogas}$) | 3 바이오가스($f_{P,biogas}, K_{P,biogas}$) |
| D 우드칩 열생산설비($\eta_{hp,wood}$) | 4 우드칩($f_{P,wood}, K_{P,wood}$) |
| E 열에너지 소비자 | 5 CHP 생산전력($f_{P,el}, \sigma \cdot \beta_{chp}$) |
| F 지역난방 네트워크(η_{hn}) | 6 보조전력(수전)($f_{P,el}, K_{el}, \beta_{aux}$) |
| I 석탄 CHP 생산 열(β_{chp}) | III 바이오가스 기반 열($\beta_{hp,biogas}$) |
| II 천연가스 기반 열($\beta_{hp,ng}$) | IV 우드칩 기반 열($\beta_{hp,wood}$) |

자료: Ecoheat4cities, Guidelines for technical assessment of District Heating systems, Undated

9) Ecoheat4cities(Undated) 참고.



년) β_R 에 따라서 달라진다. <표 4>에 의하면 β_R 이 EU 목표인 20%가 되는 경우, 이중 절반이 바이오가스 생산열의 비율이 되고 나머지 절반이 우드칩 생산열의 비율이 된다. 그리고 나머지 80%중의 75%인 60%가 석탄 CHP 생산열이 되며, 남은 20%가 천연가스 생산열이 된다.

상기의 등급기준 작성용 지역난방시스템에 관한 아래의 두 수식은 앞서 살펴본 두 개의 초기 성과지표 산식을 변형한 것으로서, 데이터를 입력하여 계산하면 앞서의 두 식과 동일한 결과값을 가진다.¹⁰⁾ 이것은 투입 에너지

의 1차에너지 환산계수를 지역난방시스템의 열전환 효율로 나누면, 지역난방열의 1차에너지 환산계수가 된다는 점에 착안한 수식이다.¹¹⁾ 아래 수식에서 <표 4>의 데이터와 EU의 재생에너지 보급목표 20%(β_R)를 적용하면, 지역난방열의 1차에너지 환산계수 $f_{P,dh,ref}$ 는 약 0.8, 지역난방열의 CO₂ 배출계수 $K_{P,dh,ref}$ 는 약 222 kgCO₂/MWh가 된다. 이 두 개의 등급기준 값을 <표 5>의 원칙에 적용하여 <표 6>의 최종 등급기준이 작성되었다. 이와 같이 도출된 등급기준 값은 2등급과 3등급의 경계가 된다.

$$f_{P,dh,ref} = \frac{(1+\sigma) \cdot \beta_{chp} \cdot f_{P,coal} + \frac{\beta_{hp,wood} \cdot f_{P,wood}}{\eta_{hp,wood} \cdot \eta_{hn}} + \frac{\beta_{hp,biogas} \cdot f_{P,biogas}}{\eta_{hp,biogas} \cdot \eta_{hn}}}{\frac{\beta_{hp,ng} \cdot f_{P,ng}}{\eta_{hp,ng} \cdot \eta_{hn}} - \frac{(\sigma \cdot \beta_{chp} - \beta_{aux}) \cdot f_{P,el}}{\eta_{hn}}}$$

$$K_{P,dh,ref} = \frac{(1+\sigma) \cdot \beta_{chp} \cdot K_{P,coal} + \frac{\beta_{hp,wood} \cdot K_{P,wood}}{\eta_{hp,wood} \cdot \eta_{hn}} + \frac{\beta_{hp,biogas} \cdot K_{P,biogas}}{\eta_{hp,biogas} \cdot \eta_{hn}}}{\frac{\beta_{hp,ng} \cdot K_{P,ng}}{\eta_{hp,ng} \cdot \eta_{hn}} + \frac{\beta_{aux} \cdot K_{el}}{\eta_{hn}} - \frac{\sigma \cdot \beta_{chp} \cdot K_{P,coal}}{\eta_{hn} \cdot \eta_{el,cond,coal}}}$$

5) 최종수식 및 설비별 기본값 산정결과¹²⁾

E4C의 최종적인 성과지표 산정수식은 <표 7>, <표 8>과 같다.¹³⁾ 이와 같은 산정수식에 근거하여 주요 설비에 대한 성과지표 기본값을 산정한 결과는 <표 9>에 제시되어 있다. <표 7>에서 제시된 지역난방열의 1차에너지 환산계수 최종 산정수식은 앞서 살펴본 초기

산식과 다르게 외부 수열을 연료투입량으로 변환하여 $E_{F(i)}$ 로 통합하였다.

또한 지역난방열의 CO₂ 배출계수 최종 산정수식도 초기 산식처럼 시스템 내부의 보조전력을 계통전력으로 구분하지 않고 CHP 발전량 중의 일부로 구분한다(<표 8>의 $E_{el,chp(i)}$ 설명 참조¹⁴⁾).

한편 지역난방시스템의 재생에너지 사용비율은 지

10) 첨자의 설명은 <표 4>를 참조.

11) 본절 1항(1차에너지 효율성의 평가 원칙)의 수식을 참조.

12) Ecoheat4cities(2012) 참고.

13) E4C가 시행된 지 얼마 지나지 않았으므로 수정가능성도 있음.

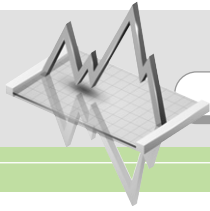
14) $chp(i)$ 는 $i \in chp$ 를 의미함.



〈표 4〉 E4C의 등급기준 작성용 지역난방시스템 관련 데이터

필수요소		
σ	0.53	CHP의 「전기생산관련 에너지소비량/열생산관련 에너지소비량」 비율
η_{chp}	0.87	CHP의 총효율(전기부분 0.3 + 열부분 0.57)
$\eta_{hp,ng}$	0.9	난방 네트워크의 효율
$\eta_{hp,biogas}$	0.9	바이오가스 열생산설비의 효율
$\eta_{hp,wood}$	0.85	우드칩 열생산설비의 효율
η_{hn}	0.9	난방 네트워크의 효율
$\eta_{el,cond,coal}$	0.442	석탄발전소의 전기 효율(콘덴싱 모드)
β_{aux}	0.04	생산열에 대한 보조 전력 비율
β_{chp}	$0.75 \cdot (1 - \beta_R)$	총 생산열 중 CHP에 의한 생산열의 비율
$\beta_{hp,ng}$	$1 - \beta_{chp} - \beta_R$	총 생산열 중 천연가스에 의한 생산열의 비율
국가별 적용이 가능한 요소		
β_R	(EU: 20%)	재생에너지의 시장점유율에 대한 국가적 목표
$\beta_{hp,biogas}$	$\beta_R/2$	총 생산열 중 바이오가스에 의한 생산열의 비율
$\beta_{hp,wood}$	$\beta_R/2$	총 생산열 중 우드칩에 의한 생산열의 비율
$f_{P,coal}$	1.1	석탄의 1차에너지 환산계수
$f_{P,ng}$	1.1	천연가스의 1차에너지 환산계수
$f_{P,biogas}$	0.2	바이오가스의 1차에너지 환산계수
$f_{P,wood}$	0.1	우드칩의 1차에너지 환산계수
$f_{P,el}$	2.6	전기의 1차에너지 환산계수
$K_{P,coal}$	370	석탄의 1차에너지 배출계수
$K_{P,ng}$	230	천연가스의 1차에너지 배출계수
$K_{P,biogas}$	40	바이오가스의 1차에너지 배출계수
$K_{P,wood}$	20	우드칩의 1차에너지 배출계수
K_{el}	420	전기의 1차에너지 배출계수

자료: Ecoheat4cities, Guidelines for technical assessment of District Heating systems, Undated



〈표 5〉 E4C의 등급별 기준 작성원칙

등 급	지역난방열의 1차에너지 환산계수($f_{P,dh}$)와 CO ₂ 배출계수(K_{dh})	지역난방열의 재생에너지 사용비율(R_{dh})
1	계수 < 기준×0.5	$R_{dh} > 0.5 \times (100 - \beta_R) + \beta_R$
2	기준×0.5 ≤ 계수 < 기준	$0.5 \times (100 - \beta_R) + \beta_R \geq R_{dh} > \beta_R$
3	기준 ≤ 계수 < 기준×1.5	$\beta_R \geq R_{dh} > 0.8 \times \beta_R$
4	기준×1.5 ≤ 계수 < 기준×2	$0.8 \times \beta_R \geq R_{dh} > 0.6 \times \beta_R$
5	기준×2 ≤ 계수 < 기준×2.5	$0.6 \times \beta_R \geq R_{dh} > 0.4 \times \beta_R$
6	기준×2.5 ≤ 계수 < 기준×3	$0.4 \times \beta_R \geq R_{dh} > 0.2 \times \beta_R$
7	기준×3 ≤ 계수	$0.2 \times \beta_R \geq R_{dh}$

자료: Ecoheat4cities, Guidelines for technical assessment of District Heating systems, Undated

〈표 6〉 E4C의 성과지표별 등급기준($f_{P,dh,ref}=0.8$, $K_{dh,ref}=222$ kg/MWh, $\beta_R=20\%$)¹⁵⁾

등 급	지역난방열의 1차에너지 환산계수($f_{P,dh}$)	지역난방열의 CO ₂ 배출계수(K_{dh})	지역난방열의 재생에너지 사용비율(R_{dh})
1	$f_{P,dh} < 0.40$	$K_{dh} < 111$	$R_{dh} > 60\%$
2	$0.40 \leq f_{P,dh} < 0.80$	$111 \leq K_{dh} < 222$	$60\% \geq R_{dh} > 20\%$
3	$0.80 \leq f_{P,dh} < 1.20$	$222 \leq K_{dh} < 333$	$20\% \geq R_{dh} > 16\%$
4	$1.20 \leq f_{P,dh} < 1.60$	$333 \leq K_{dh} < 444$	$16\% \geq R_{dh} > 12\%$
5	$1.60 \leq f_{P,dh} < 2.00$	$444 \leq K_{dh} < 555$	$12\% \geq R_{dh} > 8\%$
6	$2.00 \leq f_{P,dh} < 2.40$	$555 \leq K_{dh} < 666$	$8\% \geq R_{dh} > 4\%$
7	$f_{P,dh} \geq 2.40$	$K_{dh} \geq 666$	$R_{dh} \leq 4\%$

자료: Ecoheat4cities, Guidelines for technical assessment of District Heating systems, Undated

역난방에 사용된 연료별로 해당 재생에너지 비율(〈표 1〉 참조)을 곱한 후, 이 합계 값을 지역난방에 사용된 연료의 에너지량 합계로 나눈 비율을 백분율로 환산하여 산정한다. 이와 같이 지역난방시스템을 기준으로

15) ref는 등급기준 작성용 지역난방시스템을 의미함.



〈표 7〉 E4C의 성과지표 산정수식

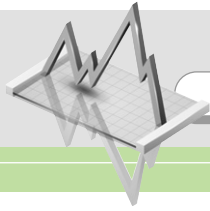
성과 기준	산정수식 ¹⁶⁾
1차에너지 소비	$f_{P,dh,nren(i)} = \frac{\sum_{i=1}^n E_{F(i)} \cdot f_{P,F,nren(i)} - (E_{el,chp} - E_{el,hn}) \cdot f_{P,el,nren}}{\sum_{j=1}^n Q_{del,j}}$
CO ₂ 배출	$K_{dh} = \frac{\sum_{i=1}^n (E_{F(i)} \cdot K_{F,tot(i)}) - \frac{\sum_{i=1}^n (E_{el,chp(i)} \cdot K_{F,tot(i)})}{\eta_{el}}}{\sum_{j=1}^n Q_{del(j)}}$
재생에너지 사용비율	$R_{dh} = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n E_{F(i)} \cdot R_{F(i)}}{E_F}$

자료: Ecoheat4cities, Technical report-Assessment of DHC baseline and improvement potential, Aug. 2012

〈표 8〉 E4C의 성과지표 산정수식 기호 설명

성과 기준	기호	내용
1차에너지 소비	$f_{P,dh,nren(i)}$	산정기간(1년) 동안 지역난방 그리고/또는 개별난방 시스템에서 건물로 공급한 열수요에 대한 비재생 1차에너지 환산계수
	$f_{P,F,nren(i)}$	연료 i의 비재생 1차에너지 환산계수
	$E_{F(i)}$	최종적으로 열로 전환되는 연료투입구 기준의 연료 i의 순에너지량
	$f_{P,el,nren}$	전기의 비재생 1차에너지 환산계수, 2.6으로 설정(EU 전원믹스 기준)
	$E_{el,chp}$	산출 시점에 계량한 CHP의 순발전량, 열과 전기 모두를 생산하는 모드에만 적용
	$E_{el,hn}$	지역난방시스템 운영을 위한 전력소비량
	$Q_{del,j}$	열교환기 통과 직후 기준의 열수요
CO ₂ 배출	K_{dh}	건물로 공급된 열수요에 대한 CO ₂ 배출계수, 단위는 kg CO ₂ /MWh
	$K_{F,tot(i)}$	연료 i의 CO ₂ 배출계수, 단위는 kg CO ₂ /MWh _{fuel}
	$E_{F(i)}$	상동(저위발열량 사용)
	$E_{el,chp(i)}$	연료 i에 의한 CHP의 순발전량(생산량-시스템내 소비), 여러 연료 사용시 발전량을 각 연료투입량 비율로 나눔
	η_{el}	화력발전소의 전기 전환효율 기본값, 종합하여 40%로 설정

〈표 계속〉



성과 기준	기호	내용
	$Q_{del(j)}$	상동
재생에너지 사용비율	R_{dh}	지역난방시스템의 재생에너지 비율, 단위는 %
	$R_{F(i)}$	연료 i 의 재생에너지 비율, 0~1사이
	$E_{F(i)}$	지역난방에 사용된 연료 i 의 에너지량(저위발열량)
	E_F	지역난방에 사용된 연료들의 에너지량 합계(저위발열량)

자료: Ecoheat4cities, Technical report-Assessment of DHC baseline and improvement potential, Aug. 2012

〈표 9〉 E4C의 주요 설비에 대한 성과지표 기본값 산정결과

지역난방	지역난방열의 1차에너지 환산계수($f_{P,dh,nren}$)	지역난방열의 CO ₂ 배출계수($K_{dh}[kg/MWh_{lhv}]^{17)}$)
토탄 CHP	0,39	약 170
석탄 2 CHP	0,70	약 200
석탄 CHP	0,57	약 174
폐기물 CHP	-0,75	약 30
천연가스 CHP	0,81	약 137
바이오매스 2 CHP	-0,97	1
바이오매스 CHP	-1,16	1
천연가스 CCGT(복합가스터빈)	0,41	62
건물난방	건물난방열의 1차에너지 환산계수($f_{P,Q,nren}$)	건물난방열의 CO ₂ 배출계수($K_{Q,del}[kg/MWh_{lhv}]$)
천연가스(개별 보일러)	1,67	224
히트펌프(COP=3)	1,00	141
전기(직접 난방)	2,60	425
바이오매스(펠릿 보일러)	0,20	14

주: 1) 석탄 2와 석탄, 바이오매스 2와 바이오매스의 차이점은 원문에 제시되지 않았음.

2) 지역난방열의 CO₂ 배출계수 기본값은 원문의 표에 제시된 값을 사용하지 않고, 연관된 그래프(Ecoheat4cities, 2011)의 값을 사용함.

자료: Ecoheat4cities, Technical report-Assessment of DHC baseline and improvement potential, Aug. 2012

16) $nren(i)$ 는 $i \in nren$ 을, $tot(i)$ 는 $i \in tot$ 를, $del(j)$ 는 $j \in del$ 을 의미함.

17) lhv 는 저위발열량을 의미함.



로 하여 작성된 최종 산식을 지역냉방 및 지역냉난방 시스템의 평가에도 적용한다.¹⁸⁾

3. 국내 지역냉난방 녹색성과표지제도 도입 시 시사점

국내 지역난방사업자들은 2011년말 기준으로 총 주택수 대비 14.5%의 주택에 난방에너지를 공급하고 있다.¹⁹⁾ 이와 같이 지역난방시스템이 국내 난방에너지 공급에서 중요한 위치를 차지하고 있기 때문에, 유럽의 E4C와 같은 새로운 제도의 도입방안을 검토하여 국내 지역난방 관련 정책에 대한 시사점을 찾는 것은 의미 있다.

에너지정책 연구자 입장에서 E4C의 도입방안을 검토한 결과 몇 가지 부족한 부분이 있었다. 첫째, 성과지표간의 연계성이 부족하다. 주요 설비들에 대하여 성과지표의 기본값을 산정한 결과표를 살펴보면 폐기물 CHP, 바이오매스 2 CHP, 바이오매스 CHP 등 세계의 지역난방 설비에 대한 지역난방열 1차에너지 환산계수 $f_{p,th,ren}$ 의 값이 음수로 나타났다. 그런데 이들 설비에 대한 지역난방열 CO₂ 배출계수는 양수로 나타났다. 두 성과지표의 산정수식이 다르므로 두 값을 단순 비교할 수는 없지만 CO₂는 에너지소비로부터 배출되는 것이기 때문에 한쪽 값은 음수이고 다른 한쪽 값은 양수인 상기 결과는 합리적 결과로 받아들이기 어렵다.

둘째, EU의 전원믹스를 반영한 전기의 1차에너지 환산계수 산정과정에서 전기의 순수입량을 제외하였

다. 이에 대해서 E4C는 EU 내에서 생산되고 소비된 전기만 반영하기 위하여 순수입량을 제외한다고 설명하였다. 하지만 이와 같이 에너지 수입량을 제외하는 방식은 결국 에너지 소비량 및 연관된 CO₂ 배출량을 다른 합당한 노력 없이 감소시키며, 심지어 타 국가로 이전하는 탄소누출 문제를 야기할 수 있다.

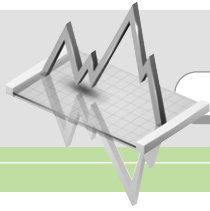
셋째, 시행에 따른 구체적 기대효과가 검토되지 않았다. E4C는 자발적 성적표지 제도이고 수수료를 통해 운영자금을 일부 조달할 것이다. 따라서 공공자금이 투입되는 다른 제도에 비하여 구체적 기대효과 측정이 도입방안의 필수요소가 아닐 수도 있겠지만, 기대효과 분석의 중요성은 간과할 수 없다.

다음으로 E4C의 도입방안으로부터 얻을 수 있는 시사점을 살펴본다. 첫째, E4C는 EU의 에너지정책 목표인 2020년까지 1차에너지 소비량 및 이산화탄소 배출량 20% 감축, 재생에너지 비중 20% 달성을 반영하고 있다. 그리하여 정부의 에너지정책 총괄목표와 하위 시행제도간의 연계성에 대한 바람직한 사례가 되어준다. 이러한 구체적 연계성을 고려하여 설계된 제도는 시행 이후에도 긍정적 성과를 도출할 가능성이 높다. 그러므로 E4C의 사례를 참고하여 향후 국내 에너지정책 수립 연구에서 정부의 목표와 제안하는 제도가 구체적으로 연계되도록 노력해야 한다.

둘째, E4C는 성과지표를 산정하기 위해 필요한 여러 기본값을 구체적이고 알아보기 쉽게 제시하였다. 또한 최종산식의 도출과정을 시스템 경계와 함께 상세히 설명하여 관계자들의 이해를 도왔다. 이로써 인증

18) 지역냉방시스템의 등급기준은 별도로 산정됨.

19) 2011년말 기준으로 집단에너지부문의 전기생산량은 국내 총 발전량의 4.8%를 차지하고 있으며, 연료사용량은 국내 1차에너지소비량의 3.5%를 차지함.



받고자 하는 사업자들의 편리성과 동일 지표 사용에서 비롯되는 결과의 신뢰성 및 비교가능성을 높였다.

셋째, E4C는 에너지 소비자에게 에너지제품에 대한 정보를 제공하는 진보적 제도이며, 친근하고 미적인 면에서도 우수한 도안을 사용하였다. 최근 스마트 소비자, 프로슈머 등과 같은 개념이 등장할 정도로 소비자가 능동적으로 변하고 있다. 사실상 다른(가전제품, 차량 등) 제품과 다르게 에너지제품은 소비자에게 정보제공하는 측면이 부족하였다. 그렇지만 에너지요금도 연료가격 인상 등으로 인하여 상승하는 상황에서, 지역난방산업에서도 소비자의 알권리, 참여할 권리를 높이는 방안을 찾는 것이 필요하다. 특히 E4C와 같이 친근하고 미적으로 우수한 도안을 사용하여 지역난방부문 에너지제품의 녹색성과를 홍보하는 것이 좋은 방안이 될 것이다.

potential, Aug. 2012

_____, Technical report on labelling criteria for DHC, Apr. 2011

_____, The environmental benefits of district heating: using the new Ecoheat4cities label – Guidance for district heating companies, Oct. 2012

EHP, Rules of governance for the voluntary ecoheat4cities labelling of district heating and district cooling performance, Jan. 2013

Shetland News, “Top rating for district heating scheme,” Dec. 24, 2012

Willem van der Spoel, “Ecoheat4Cities as a tool for comparing heating options,” Oct. 10, 2012, The Next DHC Generation Conference

참고 문헌

〈외국 문헌〉

Birgitta Bechtold, “Ecoheat4cities–A voluntary District Heating and Cooling performance labelling scheme,” Oct. 10, 2012, The Next DHC Generation Conference

Ecoheat4cities, Guidelines for technical assessment of District Heating systems, Undated

_____, Policy Guidance Paper, Feb. 2013

_____, Technical report – Assessment of DHC baseline and improvement

〈웹사이트〉

www.ecoheat4cities.eu