

난방비 배분 방법론 제안

김 덕 진[†]

에너코스

A Suggestion of the Heating Cost Allocation Methodology

Deok-Jin Kim[†]

ENECOS, Gwangyang-si, Chollanam-do, 545-884, Korea

ABSTRACT: Our government will make a plan regulating the cooling limit temperature of the summer season to 26 degree and the heating limit temperature of the winter season to 20 degree for energy saving. Where, the key point of this politic pursuit can be the charge system on heating and cooling cost. We have suggested a new cost allocation methodology as a wonergy method in the precedent study, and preformed the cost allocation of the electricity and the heat produced in various cogenerations. In this study, the wonergy method was applied to four kind of warm air in air-conditioning system, and each heating cost of the warm air were allocated. As a result, the more energy a customer saved, the more heating cost decreased, and the more energy a customer consumed, the more heating cost increased. From this analysis, we hope that the suggested methodology can offer a theoretical basis to the politic pursuit of government, and induce the spontaneous energy saving of consumers.

Key words: Exergy(엑서지), PPD(예상불만족률), Cool air(냉기), Warm air(온기), Cooling cost(냉방비), Heating cost(난방비), Unit cost(원가), Cost allocation(비용배분)

기 호 설 명

\dot{D} : 비용흐름 [\$/h]
 \dot{E}_X : 엑서지흐름 [MJ/h]
 \dot{H} : 엔탈피흐름 [MJ/h]
 \dot{K} : 워너지 투입량 [MJ/h]
 \dot{m} : 질량흐름 [t/h]
 PPD : 예상불만족률 [%]
 \dot{Q} : 열량 [MJ/h]
 t : 실내온도 [°C]

그리스 문자

κ : 워너지 투입율
 ξ : 요금 할인율

하첨자

A : 실 A
 avg : 평균
 B : 실 B
 C : 실 C
 D : 실 D
 i : i 번째 실, 구역, 건물
 PPD : 예상불만족률
 t : 실내온도
 T : 전체

[†] Corresponding author

Tel.: +82-61-793-2730; fax: +82-61-794-2730

E-mail address: enecos@hotmail.com

1. 서론

최근 냉난방 온도 규제가 정부의 핵심적인 정책 추진 과제 중에 하나이다. 이 규제에 대한 현 정부의 추진 과정을 살펴보면 다음과 같다.

2008년 4월 정부산하 국가에너지절약추진위원회에서는 여름철 냉방온도 하한선을 26℃, 겨울철 난방온도 상한선을 20℃로 규제하여 이를 어기면 과태료를 부과하는 등의 에너지 절감을 위한 각종 대책을 계획하였다. 2009년 1월 지식경제부는 필요시 기간을 정해 냉난방 온도를 제한할 수 있는 “에너지이용 합리화법”을 개정 공포하였다. 이 법의 개정으로 기존의 중앙정부, 지방자치단체, 공기업 등을 포함하여 입법 및 사법기관을 포함한 연간 2000톤 이상의 에너지를 사용하는 대형건물(2007년 기준 598)이 추가 적용을 받게 되며, 위반시 300만원의 과태료가 부과된다. 이 법에서 일반건물의 냉방제한온도는 26℃, 판매시설 및 공항의 경우 특수성을 인정하여 25℃로 규정하고 있다. 2009년 7월 지식경제부, 10대 대기업, 12개의 전력다소비 협회사의 관계자가 참석한 가운데 여름철 전력소비 절약 간담회를 가졌으며, 건물의 적정 냉방온도를 공공기관은 27℃, 민간은 26℃를 지키고, 기업이 정부와 협의를 통해 의무적 에너지 절감목표를 수립하고 정부는 이행실적을 검증한 뒤 인센티브를 부여하는 “에너지 목표 관리제” 도입을 추진하기로 하였다. 2009년 9월 서울시 교육청은 모든 학원은 냉방온도 26℃~28℃ 난방온도 18℃~20℃를 유지해야 하는 조례를 개정하여 공포하였다.

이러한 정책 추진의 궁극적인 목적은 에너지 절약이며, 그 수단은 과태료를 부과하는 법의 규정이다. 이 목적과 수단을 요약하면 강제적인 에너지 절약을 정부가 추진하는 것이다. 우리는 선행 연구에서 냉난방비 요금체계를 통해 자발적인 에너지 절약을 실현할 수 있다는 제안^(1,2)을 한 바 있다. 본 연구에서는 선행 연구에서 해석한 바 있는 난방시스템을 대상으로 그 연구를 보완하고자 한다.

2. 냉방비 및 난방비 배분 방법론

선행 연구⁽³⁾에서 단일 시스템으로부터 생산된 복합 제품들의 각 비용을 배분할 수 있는 방법

론을 제안한 바 있으며, 워너지 방법론(Wonergy methodology)이라 명하였다. 워너지(Wonergy)는 가치(Worth)와 에너지(Energy)의 축약어이며, 본 방법론에서 제안하는 새로운 개념이다. 즉 워너지란 판매 제품의 가치를 동급으로 평가할 수 있는 어떤 에너지이다.

이 방법론의 정의는 제품의 비용은 워너지 투입량에 비례한다이며, 냉기 및 온기에 대한 비용배분 수식은 다음과 같다.

$$\dot{D}_i = \frac{\dot{K}_i}{\sum_{i=1}^N \dot{K}_i} \cdot \dot{D}_T \quad \text{or} \quad \frac{\kappa_i \dot{Q}_i}{\sum_{i=1}^N \kappa_i \dot{Q}_i} \cdot \dot{D}_T \quad (1)$$

$$|where| \quad \kappa_i = \dot{K}_i / \dot{Q}_i$$

여기서 하첨자 i 는 i -번째 실, 구역, 또는 건물, \dot{D}_T 는 총 요금, \dot{K} 는 제품의 가치를 평가하고자 하는 어떤 에너지 투입량(워너지 투입량), κ 는 제품의 가치를 평가하고자 하는 어떤 지표(워너지 투입율), \dot{Q} 는 냉난방을 위해 투입된 열량, 그리고 \dot{D}_i 는 i -번째 요금이다.

워너지는 어떤 절대적 숫자가 아니라 개인의 판단에 따른 상대적 개념이다. 따라서 개인마다 그 판단 기준은 모두 다를 수 있다.

워너지로서 가장 먼저 열역학 제 1법칙적인 엔탈피 투입량 $\Delta \dot{H}_i$ 을 적용할 수 있다. 이 경우 워너지 투입량은 식(2)로 계산되며, 엔탈피 투입량과 냉난방 열량은 같다. 이 방법은 소비한 열량만큼의 비용을 배분하므로 열역학 제 1법칙적으로 가장 명확한 방법이다.

그 다음 열역학 제 2법칙적인 엑서지 투입량 $\Delta \dot{E}_{X,i}$ 을 식(3)과 같이 적용할 수 있다. 엑서지는 열기관의 성능평가 기준으로 가장 합리적이다 라고 일반적으로 인정받고 있다. 그러나 인간의 쾌적환경을 엑서지로 평가한다는 것에 다소 불합리성이 존재하고 있다.

식(4)와 같이 질량 투입량 \dot{m}_i 을 기준으로 요금을 배분할 수 있다. 그러나 소비자는 냉기 및 온기의 에너지를 소비하는 것이지 그 질량을 소비하는 것이 아니기 때문에 이 방법의 불합리성이 존재하며, 그 식 또한 좌변과 우변의 단위가 일치하지 않게 된다.

실내 열환경에 대한 인체의 불쾌감을 수식화한 예상불만족률(PPD)⁽⁴⁾을 기준으로 냉기 및 온기의 가치를 식(5)와 같이 평가할 수 있다. PPD는 열역학 법칙과 같이 명확한 정답은 아니다. 그러나 설비공학에서 오랜 기간 동안 검증한 실험 데이터로서 그 신뢰성을 확보하고 있다. PPD 값은 에너지의 절약과 과소비를 구분하지 않는다. 따라서 본 연구에서는 PPD 5%를 기준으로 에너지 과소비일 경우 10-PPD를 그리고 에너지 절약일 경우 PPD를 식(5)의 PPD*에 대입하고자 한다. 여기서 ξ 는 1 PPD 당 요금 할인율이다. 100명 중 1명이 불쾌감을 표현하면 1 PPD이다. 따라서 1 PPD 당 1%의 요금 할인·할증이 설비 공학적으로 합리적이다. 그러나 유가 급상급과 같이 에너지 절약이 절실히 필요할 경우 ξ 값은 상승될 수 있다. 결국 ξ 값은 정부의 에너지 절약에 대한 의지를 표현한 값이라 할 수 있다.

예상불만족률은 설비 공학의 용어로서, 일반인이 이해하기 힘들다. 따라서 일반인이 이해할 수 있는 어떤 지표가 필요하며, 가장 쉽게 식(6)과 같이 실내온도 t 를 적용할 수 있다. 여기서 + 기호는 에너지를 과소비할 경우 그리고 - 기호는 에너지를 절약할 경우이다. ξ 는 1°C 당 요금 할인율이며, 선행연구⁽²⁾에서 1 PPD 당 냉방비의 경우 5~10% 정도 그리고 난방비의 경우 2~4% 정도가 합리적임을 설명한 바 있다.

$$\dot{K}_i = \Delta \dot{H}_i = \dot{Q}_i, \quad \kappa_i = 100\% \quad (2)$$

$$\dot{K}_i = \Delta \dot{E}_{X,i}, \quad \kappa_i = \Delta \dot{E}_{X,i} / \dot{Q}_i \quad (3)$$

$$\dot{K}_i = \dot{m}_i, \quad \kappa_i = \dot{m}_i / \dot{Q}_i \quad (4)$$

$$\kappa_i = 100\% + \xi \cdot (PPD_{avg}^* - PPD_i^*) \quad (5)$$

$$|where| PPD_{avg}^* = \sum(PPD_i^* \cdot \dot{Q}_i) / \sum \dot{Q}_i$$

$$\kappa_i = 100\% \pm \xi \cdot |t_{avg} - t_i| \quad (6)$$

$$|where| t_{avg} = \sum(t_i \cdot \dot{Q}_i) / \sum \dot{Q}_i$$

제안된 방법론의 핵심 인자는 동종 혹은 이종 생산품에 대해 그 가치를 가장 잘 평가할 수 있는 어떤 기준 값이다. 즉 쾌적생활 환경 제어일 경우에는 예상불만족률이 공학적 평가기준 중에 가장 합리적일 수 있겠지만, 농수산물 저장 창고 등에서의 온도 제어일 경우에는 부패지수 등과 같이 농수산물의 신선도를 수식화한 지표가 온기 및 냉기의 가치평가 수행에 더욱 합리적일 것이

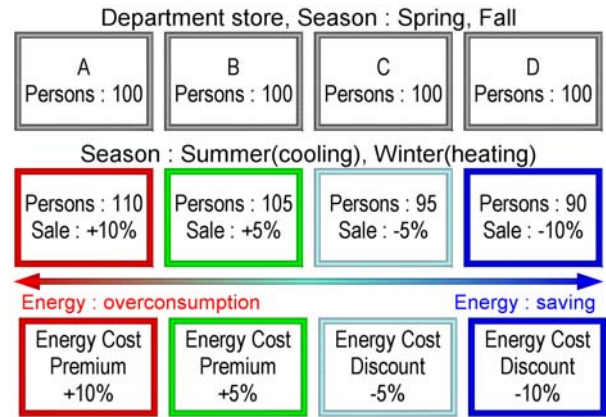


Fig. 1 Concept of PPD method.

다. 따라서 각종 생산품의 가치평가 및 범국민적인 에너지절감을 위해 다양한 공학적 가치평가 기준이 개발되어야 할 것이다.

Fig. 1에 식(5)의 PPD 방법의 개념이 도시되어 있다. 즉 봄과 가을 A, B, C, D 백화점에 고객이 모두 100명 이었을 때, 여름(냉방)과 겨울(난방) A 백화점은 에너지를 과소비함으로 인해 고객 10명을 더 확보하여 매출 10%가 증가하고, D 백화점은 에너지를 절약함으로 인해 고객 10명을 손실하여 매출 10%가 줄어든다. D 백화점은 분명 전 세계적인 에너지 절약 운동에 적극적으로 동참하고 있음에도 불구하고 냉난방으로 인한 매출 손실을 감당해야 하는 불합리성이 있다. 따라서 에너지를 과소비하는 A 백화점에는 냉난방비의 10%를 할증하고 에너지를 절약하는 D 백화점에는 냉난방비의 10%를 할인하여 에너지 절약으로 인한 매출 손실을 보상해야 할 것이다.

2009년 8월 에너지관리공단은 수도권 대형 백화점 10 곳을 대상으로 냉방온도 실태를 조사하였으며, 그 결과 권장 냉방온도(25°C)를 지키는 사업장은 1곳에 불과 하였다. 권장 냉방온도를 지키지 않은 사업장의 평균 냉방온도는 24.1°C로 조사되었으며, 24°C 이하를 유지하고 있는 백화점도 4 곳으로 파악되었다. 이와 같이 백화점에서 권장 냉방온도를 지키지 않는 근본적인 이유는 고객의 불평으로 인한 매출 손실 때문이다. 즉 에너지 절약에 적극적으로 동참할수록 매출 손실은 커질 수밖에 없다. 따라서 Fig. 1의 개념과 같이 요금 할인 방법을 통하여 손실된 매출을 보상하는 것이 공평한 방법론일 것이다.

위의 예를 식(6)에 적용하고, ξ 값에 10%를 적용하면, 에너지를 과소비하는 9 곳의 백화점은

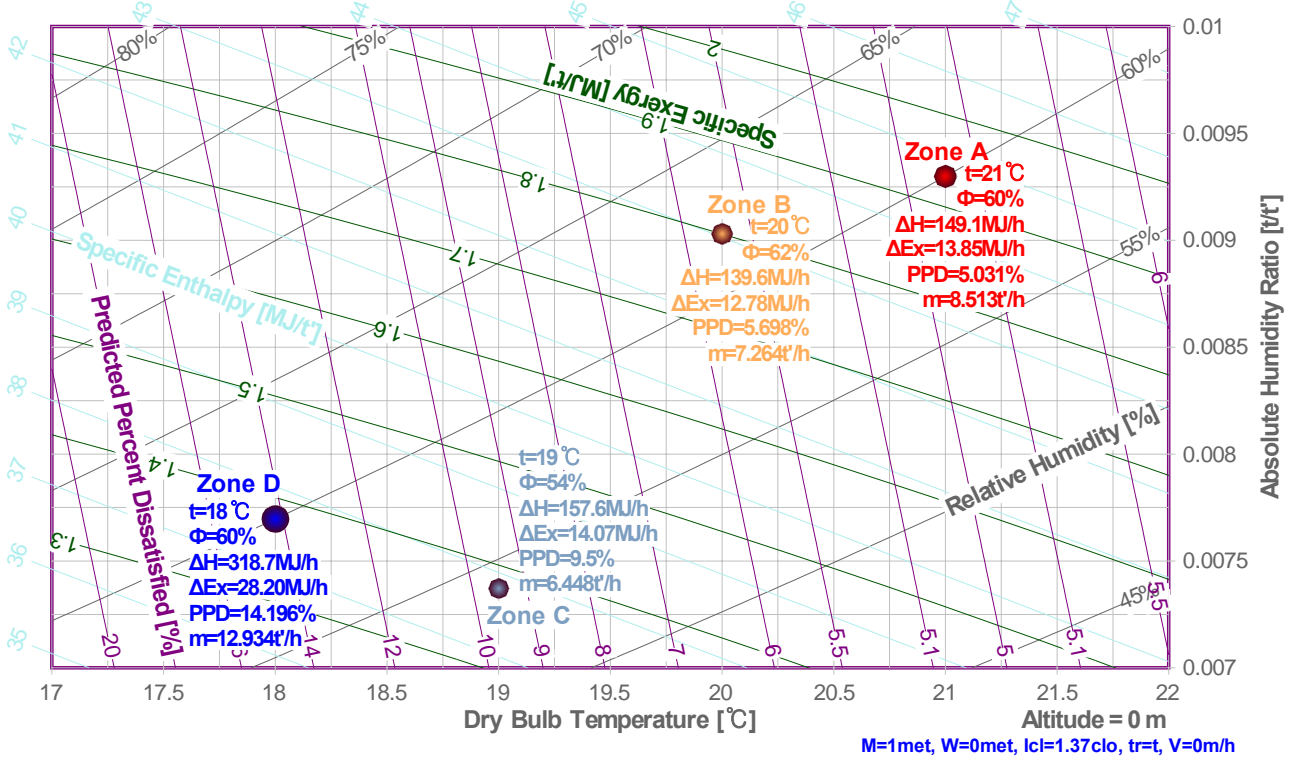


Fig. 2 Values of mass, enthalpy, exergy, PPD, and room temperature on each zone.

각각 10%의 요금이 추가되며, 에너지를 절약하는 1 곳의 백화점은 80%의 요금이 할인된다. 정부의 강력한 의지를 반영하기 위해 ξ 값에 20%를 적용하면, 각각 20%의 할증과 160%의 할인이다. 이 경우 에너지를 절약하는 백화점은 무료로 냉난방을 하고도 60%의 요금을 추가로 얻게 된다. 이러한 요금체계는 백화점이 자발적으로 에너지를 절약하는데 기여할 것이다. A 백화점이 에너지를 과소비하고 나머지 9 곳의 백화점이 에너지를 절약한다고 가정하면, 80%의 할증과 10%의 할인이다. 모든 백화점이 에너지 절약에 동참하고 있는데, 왜 A 백화점만 에너지를 과소비하는가에 대해 A 백화점의 명분은 없다. 따라서 A 백화점은 180%의 요금 아니면 에너지의 절약 중 하나를 선택해야 할 것이다.

3. 난방시스템의 적용

Fig. 2에는 어떤 난방시스템에 대한 A, B, C, D 존의 질량, 엔탈피 투입량, 엑서지 투입량, PPD, 그리고 실내 온도가 출력되어 있다.

겨울철 A 존은 21°C를 유지하여 5%는 항상 난방에 대한 불만족을 표현하고 나머지 0.031%는

더위로 인해 불만족을 표현하고 있다. D 존은 18°C를 유지하여 5%는 항상 난방에 대한 불만족을 표현하고 나머지 9.196%는 추위로 인해 불만족을 표현하고 있다. 따라서 존의 평균 PPD*는 식(5)로부터 9.879% 그리고 평균온도는 식(6)로부터 19.16°C로 계산된다. A 존은 에너지를 평균보다 많이 소비하고 있고, D 존은 에너지를 평균보다 절약하고 있다.

4. 결과 및 토의

Table 1에는 총 난방비 10.0 \$/h에 대해 A, B, C, D 존에 대한 Fig. 2의 데이터, 식(2)-(6)의 각 방법에 의한 워너지 투입률 κ , 각 존에 배분된 난방비 \dot{D} , 그리고 각 존의 난방비 할인율이 산정되어 있다. 할인율에서 - 기호는 할인 그리고 + 기호는 할증을 뜻한다.

엔탈피 방법은 소비한 열량만큼 요금을 책정하는 방법으로 에너지적 입장에서 가장 명확한 방법이다. 그러나 Fig. 1의 설명에서와 같이 냉난방 온도 및 습도는 인간의 불쾌감에 영향을 주며 이것은 경제 활동량에 직접적으로 연결된다. 따라서 에너지의 소비량만을 고려한 엔탈피 방법은

Table 1 Results of the cost allocation to each zone.

Here, \dot{D}_T is 10.0 \$/h, ξ_{PPD} is 1%, ξ_t is 4%, PPD_{avg}^* is 9.879%, and t_{avg} is 19.16°C.

Method Zone	Given Data				Worth Input Ratio κ [%]				Cost \dot{D} [\$/h]				Discount Ratio [%]			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Enthalpy $\Delta\dot{H}$ MJ/h	149.1	139.6	157.6	318.7	100.0	100.0	100.0	100.0	1.949	1.825	2.060	4.166	0.00	0.00	0.00	0.00
Exergy $\Delta\dot{E}_X$ MJ/h	13.85	12.78	14.07	28.20	9.289	9.155	8.928	8.848	2.010	1.855	2.042	4.093	3.14	1.65	-0.88	-1.76
Mass \dot{m} t/h	8.513	7.264	6.448	12.934	5.710	5.203	4.091	4.058	2.421	2.066	1.834	3.679	24.23	13.22	-10.98	-11.70
PPD PPD^* %	4.969	5.698	9.500	14.196	104.91	104.18	100.38	95.68	2.045	1.901	2.068	3.986	4.91	4.18	0.38	-4.32
Temp. t °C	21	20	19	18	107.38	103.38	99.38	95.38	2.093	1.886	2.047	3.973	7.38	3.38	-0.62	-4.62

그 합리성이 낮다고 할 수 있다.

엑서지는 환경상태를 기준으로 주어진 상태가 멀어질수록 그 값이 더욱 커지게 된다. 즉 Fig. 2의 환경상태는 온도 0°C 상대습도 40%이다. 따라서 A 존이 환경상태와 가장 가깝고 D 존이 환경상태와 가장 멀리 있다. 정리하자면, 에너지를 절약할수록 환경상태와 가깝고 과소비할수록 환경상태와 멀어지게 된다. 이것은 본 논문에서 제안하는 요금할인정책과 일치하고 있다. 그러나 엑서지는 열기관의 성능을 평가하는 척도이다. 즉 인간의 쾌적함 또는 경제 활동량을 열기관으로 평가하는 것이므로 엑서지 또한 그 합리성이 낮다고 할 수 있다.

질량 방법은 에너지 소비량을 질량 투입량으로 산정하는 것이다. Table 1의 결과에서 볼 수 있듯이 이 방법에 의한 결과는 에너지 절약 또는 과소비와 연관성이 없다. 즉 에너지를 절약했음에도 불구하고 요금 할증이 발생될 수 있다. 따라서 이 방법은 불합리한 방법이다.

PPD 방법은 냉난방 조건에 대해 100명 중 불쾌감을 표현한 사람의 수만큼 경제활동이 위축되므로 그 PPD 값만큼을 요금에서 보상해 줘야 한다는 논리이다. 이 논리는 Fig. 2에서와 같이 고객을 상대로 하는 상업적 건물에서의 논리와 부합하고 있으며, 일반 가정 역시 불쾌감만큼 가족의 경제활동이 위축이 되며 그 PPD 만큼을 보상하자는 요금 체계이다. A 존은 평균에 비해 에너지를 많이 소비하고 있으므로 4.91%의 할증이 추가되었고 D 존은 에너지를 절약하고 있으므로 4.32%의 할인 혜택이 주어졌다. 이 값은 1 PPD 당 1%의 요금할인이 적용된 것이다. 만약 강력하게 에너지 절약 정책을 추진한다면 1 PPD 당 5%의 할인율도 적용할 수 있으며 이 경우 A 존은 24.6%의 할증 그리고 D 존은 21.6%의 할인이 책정된다.

예상불만족률은 온도와 습도의 함수이다. 또한 그 그래프가 2차 포물선 형태로 그려지게 된다. 즉 일반인이 온도와 습도를 동시에 이해하기에 그리고 2차 포물선을 계산하기에 상당히 힘들다. 따라서 일반인이 이해할 수 있도록 온도만의 함수로 선형화 시키는 방법론이 필요하다. Table 1에는 1°C 절약당 4%의 요금할인에 의한 산정결과가 나와 있다. 이 비례수식에 의해 A 존은 7.38%의 할증이 부과되고 D 존에는 4.62%의 할인 혜택이 주어졌다. 1°C 절약당 4% 역시 에너지 절약 정책에 따라 변경될 수 있다.

5. 요금 체계로서의 현실성 고찰

현재 냉난방 요금이 식(4)의 질량비례 방법으로 많이 책정되고 있다. 그러나 이 방법은 근본적인 문제점을 가지고 있다. 식(2)의 엔탈피 방법은 불쾌감 또는 경제 활동량 등의 모호성이 없고 열역학적으로 아주 명확한 요금체계이다. 여기서 명확한 요금체계와 합리적인 요금체계는 엄연히 서로 다르다.

식(5)의 PPD 방법과 식(6)의 온도비례 방법에서 ξ 값으로 0을 대입하면 정확히 식(2)의 엔탈피 방법과 같다. 즉 PPD 방법과 온도비례 방법은 엔탈피 방법을 통합하고 있다. 할인을 ξ 값은 하나의 건물 내부를 대상으로 할 경우 건물주가 내부 구성원과의 협의를 통해 결정할 사항이며, 하나의 도시를 대상으로 할 경우 시민의 협의를 거쳐 시청이 결정할 사항이며, 국가 전체를 대상으로 할 경우 국민의 협의를 거쳐 정부에서 결정할 사항이다. ξ 값을 0%로 결정할 경우 에너지를 절약할 필요가 없으므로 요금 보상 또한 없다는 뜻이다. 1 PPD 당 ξ 값을 1% 또는 1°C 당 냉방일 경우 5%~10% 난방일 경우 2%~4%로 결정할 경우 설비 공학적으로 타당한 요금을 보

상한다는 뜻이며 에너지 절약을 자발적으로 실천하고 있다는 뜻이 된다. ξ 값이 더 높게 결정될 경우는 에너지 비상체제로서 정부의 강력한 뜻이 반영된 경우이다.

시스템 설계 및 운전시 성능의 최대화와 비용의 최소화가 이루어지도록 공학자는 노력해야 한다. PPD 방법은 성능과 비용 해석을 모두 포함하고 있어 공학적으로 타당한 방법이다. 따라서 공학적 설계가 필요한 건물의 경우 PPD 방법의 적용이 타당하며, 주택이나 소규모 건물 등에는 온도비례 방법이 건물주나 그 구성원이 이해하기 쉬울 것이다.

본 요금체계를 국가 전체에 적용해 본다면 그 방안은 다음과 같다. 여기서 식(1)-(6)은 1초 마다 새로이 계산하는 값이다. 인터넷에 연결된 냉난방기는 에너지관리공단 등의 중앙관제소로 1초 마다 그 데이터가 송신되고, 중앙관제소에서는 대한민국 내의 건물별 평균 온도 또는 PPD를 계산하여 각 실의 요금 할인율을 산정하고 이 값들을 다시 그 냉난방기로 송신한다. 그 냉난방기는 1초 마다 전국단위의 평균값과 그 실의 할인율/할증률을 LCD로 출력한다.

하나의 예를 들면 다음과 같다. 주택에서 에어컨을 키면 그 순간 실내온도는 환경온도와 같이 약 31°C 정도이며 LCD 관에는 우리나라 평균온도 26°C와 할인율 50%가 출력된다. 1분 뒤 실내온도 30°C에서 할인율 40%가 출력되고 4분 뒤 실내온도 27°C에서 할인율 10%가 출력된다. 여기서 소비자는 27°C를 유지하여 10%의 할인을 받을 것인가? 전국의 현재 평균온도 26°C를 유지할 것인가? 25°C를 유지하는 대신 10% 더 할증할 것인가?를 선택해야 한다. 여기서 많은 국민은 에너지 절약을 자발적으로 실현하면서 혜택도 받을 수 있는 온도를 선택할 것으로 판단한다.

5. 결론

단일 시스템으로부터 생산된 복합 제품의 비용 배분 방법론을 선행연구에서 제안한 바 있다. 본 연구에서는 실내 쾌적환경을 제어하는 온기를 대상으로 가치평가 및 난방비 배분을 수행하였으며, 그 가치평가 기준으로, 엔탈피, 엑서지, 질량, PPD, 그리고 온도비례를 난방을 수행하는 4개의 존에 적용하였다.

수식과 해석 결과로부터 알 수 있듯이, PPD 방법이 가장 합리적이다. 이 방법의 핵심은 할인율의 책정이다. 할인율을 1 PPD 당 0%로 책정할 경우 PPD 방법은 엔탈피 방법과 정확히 일치하며, 에너지를 절약할 필요가 없으므로 그 보상 또한 없다는 뜻이다. 1 PPD 당 할인율 1%를 적용하면, 설비 공학적으로 타당한 요금을 보상한다는 뜻이며 에너지 절약을 자발적으로 실천한다는 뜻이다. 에너지 비상체제 시기에는 에너지 절약에 대한 정부의 강력한 의지가 반영되어야 하며 이 경우 1 PPD 당 수%의 할인율이 책정된다.

주택이나 소규모 건물의 경우 건물주나 그 구성원이 PPD를 이해 못할 수 있다. 이 경우 1°C 절약당 ξ 의 할인율을 적용하는 온도비례 방법이 합리적이다.

제안된 할인 요금 체계가 자발적인 에너지 절약으로 연결되려면, 소비자가 냉난방기에 장착된 LCD로부터 실시간 전국단위의 PPD 또는 실내온도 평균값과 그 실의 할인율을 파악할 수 있어야 할 것이다. 즉 자발적인 에너지 절감의 동기를 명확하게 그리고 실시간 부여한다는 뜻이다.

정부가 정책적으로 추진 중인 에너지 절감 대책에 본 연구의 방법론 및 결과가 학문적 근거를 제공해 줄 수 있기를 기대하며, 향후 보다 실증적인 데이터를 기반으로 냉난방비 배분을 수행할 예정이다.

참고 문헌

1. Kim, D. J., 2008, A suggestion for the worth evaluation of warm air and the allocation methodology of heating cost, Korean journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 10, pp. 654-661.
2. Kim, D. J., 2008, Suggestion of the worth evaluation of cool air and the allocation methodology of cooling cost, Korean journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 21, No. 3, pp. 201-208.
3. Kim, D. J., 2009, A new thermoeconomic methodology for energy systems, Energy, In press.
4. ASHRAE, 2005, ASHRAE Handbook-Fundamentals, Atlanta, Chapter 8.