

중국의 건물에너지 효율 개선 정책

중국은 도시의 주거 및 상업용 건물에서의 공간 에너지 효율성을 개선 하려는 노력을 하고는 있지만, 아직 실질적으로 거둔 성과는 없다. 몇몇 프로그램이 시작되었지만, 처음 기대했던 만큼의 실적을 거두지는 못하고 있다. 많은 나라들이 이 부분에서 성공을 거두었지만, 그러한 성공은 쉽고 빠르게 이루어진 것이 아니다.

이러한 노력이 성공을 거두기 위해서는 광범위한 제도적 뒷받침이 있어야 하며, 다양한 사회적, 경제적 그리고 기술적인 현안들이 극복되어야 한다. 각 나라들은 그들의 환경에 적합한 최적의 균형을 이루는 개선된 유인책과 정부규정을 제정하도록 노력을 기울여야 한다. 산업 에너지 사용량은 중국 에너지 사용량의 많은 부분을 차지하고 있으며, 산업 에너지 효율을 개선하기 위해 해야 할 일이 많이 있다.

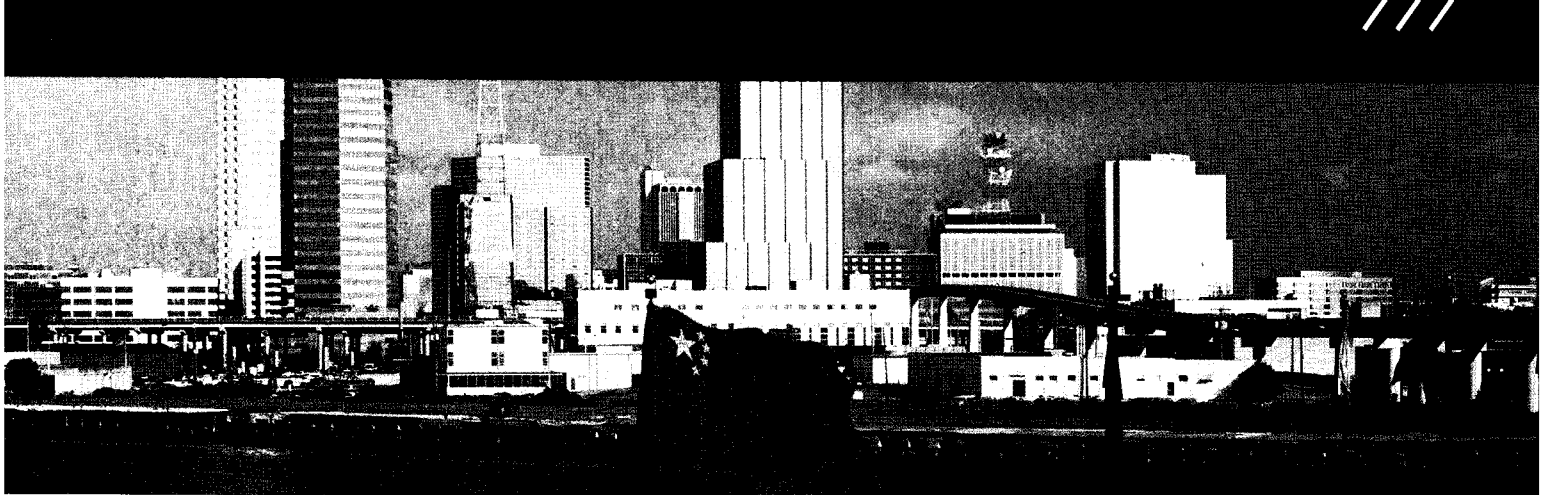
그럼 왜 중국은 지금 건물의 에너지 효율을 개선함에 있어서 많은 복잡한 어려움을 겪고 있는가? 세계은행이 1992년 설립한 아시아대체에너지프로그램(ASTAE)의 보고서를 통하여 살펴보도록 한다.

중국의 건물에서의 에너지 소비 현황

MOC 평가에 따르면, 현재 중국은 도시의 거주 및 상업용 건물에 공간 난방을 위해 해마다 1억3천만 톤의 석탄(1억3천만 tce)을 소비하고 있다.

하지만 이 에너지의 대부분은 낭비되고 있다. 종합적인 분석이 시행된 것은 아니지만, 중국의 거주용 건물이 서유럽이나 북미의 유사한 기후대에 위치한 건물에 비해 50~100% 정도 더 많은 에너지를 공간 난방용으로 소비하는 것으로 평가 되지만, 쾌적함은 오히려 훨씬 떨어진다.

이러한 건물에서의 가장 큰 열손실 요인은 외벽으로, 이를 통한 열손실은 캐나다나 다른 북반구 나라들의 비슷한 건물들에 비해 중국의 건물들이 3~5배나 더 높으며(표 1 참조), 창문을 통한 열손실은 2배가 넘는다. 이밖



에 중앙난방시스템에서 열 사용을 제어할 수 있는 능력이 떨어지기 때문에 일반적으로 사람들이 너무 더울 때는 실내 공기를 조절하기 위한 유일한 방법으로 창문을 여는 것도 주요 열손실 요인 중 하나이며, 현재의 난방요금체제로 인한 유지 관리의 결핍 또한 열손실의 원인이 되고 있다.

중국은 오랫동안 자국(自國)과 국제적으로 앞선 나라들의 에너지 사용 수준과의 차이를 관찰해 왔으며, 그리고 철강 생산, 발전(發電), 차량 사용과 같은 광범위한 분야의 집약적인 에너지 처리 공정에 있어서 에너지 절약 가능성에 대해 제후해 왔다. 비록 데이터가 정확하지 않을지라도, 중국의 뒤쳐진 기술과 관리 능력은 대등한 건물의 공간 냉난방을 위한 에너지 사용 공정에 있어서, 중국과 선진국간의 가장 큰 수준의 차이를 낳게 하고 있음이 분명하다.

이 보고서는 내부 냉난방 시스템(HVAC)을 포함하여, 도시의 주거 및 상업용 건물의 공간 냉난방과 건물의 설계 및 구조에 필요한 개선을 위해 요구되는 도구의 개발에 중점적으로 초점을 맞추고 있다. 또한 중국에서는 지방에 있는 건물의 에너지 효율을 높이기 위한 노력도 중요하다. 하지만 건물의 설계, 건설, 소유 등에 대해 오랫동안 지속되어온 체계는 상당히 다른 차이가 있기 때문에, 별개의 특별한 관심을 요하는 해결 방안이 필요하다.

건물을 사용하는 동안 조명, 소리, 전기제품 사용을 위한 에너지 소비도 효율성을 개선해야 하는 주요 분야임에는 틀림없지만 마찬가지로 각각 서로 다른 별도의 해결방안이 마련되어야 한다.

〈표 1〉 국가별 건물 외벽 열기준 비교 (지붕, 외벽, 창문의 열전도효율, W/m²-k)

		지붕	외벽	창문
베이징, 중국	전통적 설계 기준	1.26	1.70	6.40
	1986년 에너지효율 기준	0.91	1.28	6.40
	1995년 에너지효율 기준	0.80 or 0.60/a	1.16 or 0.82/a	4.00
러시아 지역과의 열등급 비교		0.57	0.77	2.75
미국 지역과의 열등급 비교		0.19	0.45/b or 0.32/c	2.04
캐나다 지역과의 열등급 비교		0.40d or 0.23/e	0.38	2.86

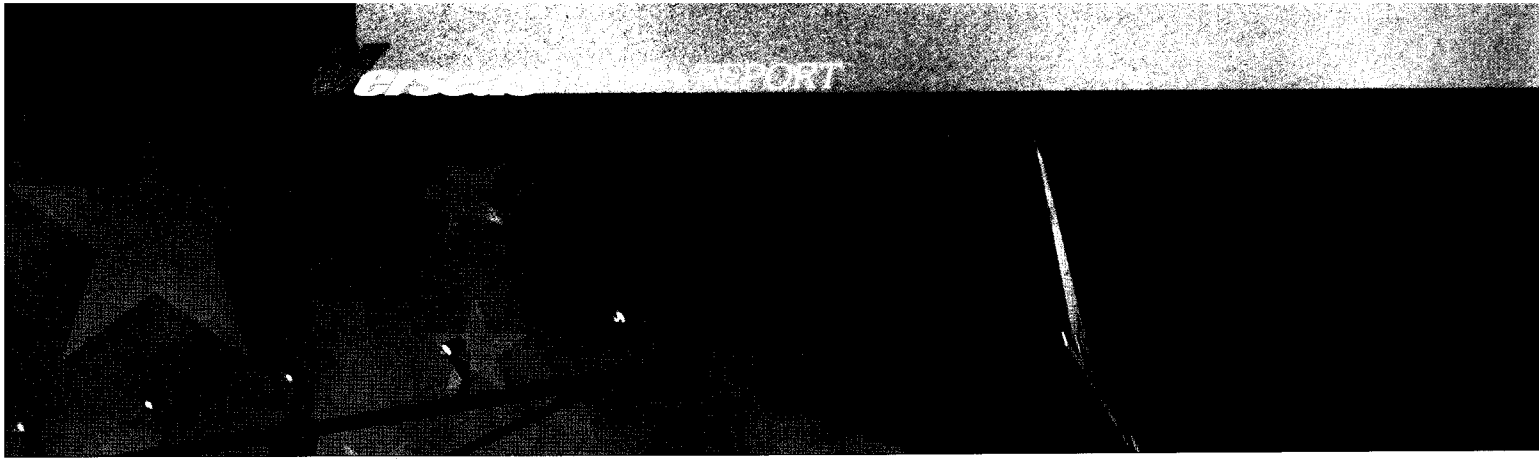
註 많은 신축 건물을 포함하여 대부분의 중국 건물은 1986년에 마련된 건축설계 규정이나 기존의 전통적 설계 규정을 따르는 경향이 있다. 오늘날에도 베이징을 제외하고는 대부분의 건물들이 1995년에 마련된 건축 규정을 따르지 않고 있다.

○—○
/a: 값이 더 클수록 건물의 형상 계수는 0.3보다 작으며, 반면 값이 더 작을수록 형상 계수는 0.3보다 크다는 것을 의미한다.

형상 계수란 건물의 외부 표면적(건물의 외벽 4면과 지붕)과 체적 사이의 비율로 정의된다.

/b: 외부단열, /c: 내부단열, /d: 불연성 지붕, /e: 가연성 재료

출처: MCC (1996): Tu Fengxiang (199), Presentation at China-US Building Energy Efficiency Workshop, Pittsburg, Pennsylvania.



확실한 수치는 아니지만, 도시의 거주 및 상업용 건물의 공간 냉방을 위해 사용되는 전력 소비량은 1990년대 초기에는 매우 미비 하였으나, 1999년에는 약 40TWh로 높아진 것으로 추산된다.¹⁾

많은 다른 나라에서는 전력 사용량이 많을수록 전력 비용이 높게 부과되기 때문에 건물을 설계하고 건축할 때 냉방 비용을 줄이기 위해 신경을 많이 쓰는 반면, 중국에서는 아직 이러한 에너지 효율 문제를 해결하기 위한 노력을 기울이지 않고 있다.

새로운 건물 건축 - 향후 에너지 낭비를 잡을 수 있을 것인가?

중국 건물의 에너지 손실 문제에 있어 가장 핵심적인 것은 현재 일고 있는 건축 붐 속에서도 에너지 효율이 떨어지는 설계와 자재의 이용 및 건축이 줄어들지 않고 있다는 점이다. 아래에 열거되어 있는 요인에 의해 1990년 이후 도시의 주거 및 상업용 건물 바닥 부분에 냉난방 시설을 갖춘 건물의 건축 붐이 일어났으며, 이러한 붐은 최소한 향후 10년 동안 계속될 것으로 전망된다.

- 지속적인 도시화로 인한 중대형 도시에서의 높은 인구증가
- 가계수입의 높은 증가에 따르는 1인당 거주용 건물의 바닥 면적의 증가(예, 1990년과 1998년 사이의 1인당 차지 면적이 10m²에서 14m²로 40% 증가, 1999년 중국 통계연감)
- 경제에서 서비스 분야의 급속한 성장
- 기존의 난방 부분 이외의 곳에 대한 난방과, 중국 전역에 걸친 냉방 수요의 급성장

건설 붐이 다소 진정되었다 하더라도, 중국에는 2015

년까지 1.5배 이상 더 많은 도시의 거주 및 상업용 건물이 들어 설 것으로 예상되고 있다.

신축 건물의 냉난방 서비스 수요는 그 어느 때보다 높아질 것이다. 향후 15년에 걸쳐 지어질 건물은 앞으로 수십 년 동안 에너지 효율 수준에 크게 영향을 줄 것이며, 이런 신축 건물들은 50년 이상 사용될 것이다.

하지만 안타깝게도, 현재 건축중인 대부분의 신축 건물들은 에너지 효율이 떨어지는 예전의 설계 원칙에 따라 지어지고 있으며, 이는 일반적으로 사용자가 난방을 직접 조절할 수 없는 1950년대부터 사용되어 온 중앙 난방 시스템식 설계를 기초로 하고 있다. 중국 정부는 신축 건물의 에너지 효율을 1980년대 초에 지어진 건물에 비해 50%정도 높게 향상시키고자, 난방지역에 있는 건물에 대한 새로운 에너지 효율 기준을 발표했다. 하지만 이 기준은 거의 효력을 발휘하지 못하고 있다. 중국 상황에 적합한 보다 에너지 효율이 높은 건물 설계와 다양한 창문 및 건설 재료 또는 단열판 등을 개발하는데 있어 상당한 진전이 있었으며, 수 많은 시험 프로젝트를 통해 그 효과가 입증되었다.

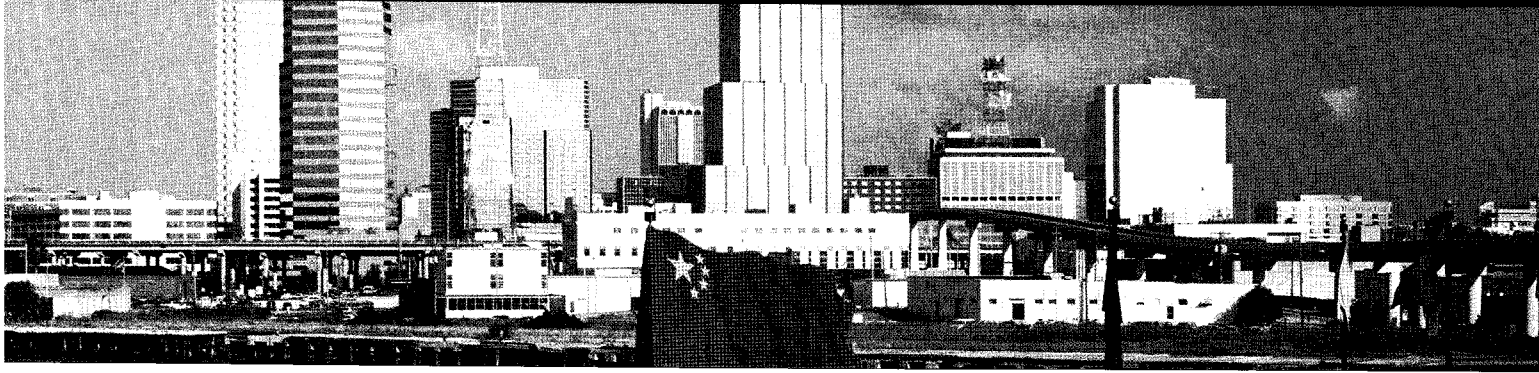
하지만 강제성이 있는 건물 기준과 기존의 난방 요금 체계가 바뀌지 않고서는, 건물의 설계 및 건축업계 뿐만 아니라 건물 소유자와 사용자 모두 그러한 시험적 노력이 실질적인 시행으로 옮겨지는데 필요한 주요 변화를 만들어내려고 노력하지 않을 것이다.

비록 다른 이유 때문이라 할지라도, 중앙 난방이 그다지 중요하지 않은 곳에서는, 향후 보다 나은 신축 건물의 설계를 통한 냉방과 비중앙 난방 시스템에서의 에너지 효율과 쾌적함을 개선하기 위한 주요 기회도 잃게 될 것이다.

러시아 및 동유럽과 중앙아시아에 있는 다른 나라들도 기존 건물과 난방 시스템의 에너지 비효율 문제에 있어



¹⁾ 칭화대학교, 건물환경서비스연구소, 2000, 중국 건물의 에너지 효율에 대한 조사와 분석보고서
(Report on the Investigation and Analysis of Building Energy Efficiency in China)



중국과 비슷한 상황에 처해있다. 하지만 중국에서는 다른 나라들보다 훨씬 많은 건물이 신축되고 있기 때문에 중국의 상황이 더 심각하다고 할 수 있다. 이는 상당수의 문제로부터 벗어날 수 있는 기회가 되기도 하지만 한편으로 그러한 문제가 제대로 해결되지 않는다면, 다음 세대에 엄청난 에너지 낭비와 비효율 문제를 안겨줄 수 있는 위험이기도 하다. 중국이 전세계 어느 나라보다도 건물 에너지 효율성 문제를 성공적으로 해결할 경우 그로 인해 가장 많은 혜택을 얻을 수 있다는 것은 과장이 아니다.

사회적, 재정적 필요성

겨울철 온도가 $-15 \sim -30^{\circ}\text{C}$ 까지 떨어지는 대부분의 중국 북부지방에서는 생존을 위해 난방이 필수적이다. 수십 년 동안 중국의 북동, 북부, 북서부 지방에서는 도시 난방이 정부가 필수적으로 보조해야 하는 복지책으로 인식되어 왔다. 1950년대 물품 또는 재정적 보조금 제도가 시작되면서 난방 복지체계는 도시 가정의 작업 단위별로 각자 고용인에게 제공되는 중앙 난방 서비스에 요금이 부과되는 체계로 변모해 갔다. 건설 붐이 일어나고 소형 석탄난로를 사용하던 난방시스템이 중앙난방시스템으로 대체되면서 중앙난방이 공급되는 총 건물 면적이 1990년에서 1998년 사이에 4배나 증가했다(1999년 중국통계연감). 그에 따라 작업 단위별로 건물 보일러나 지역난방시스템을 운영하던 회사에 직접 요금을 지불하는 체계가 크게 늘어났다.

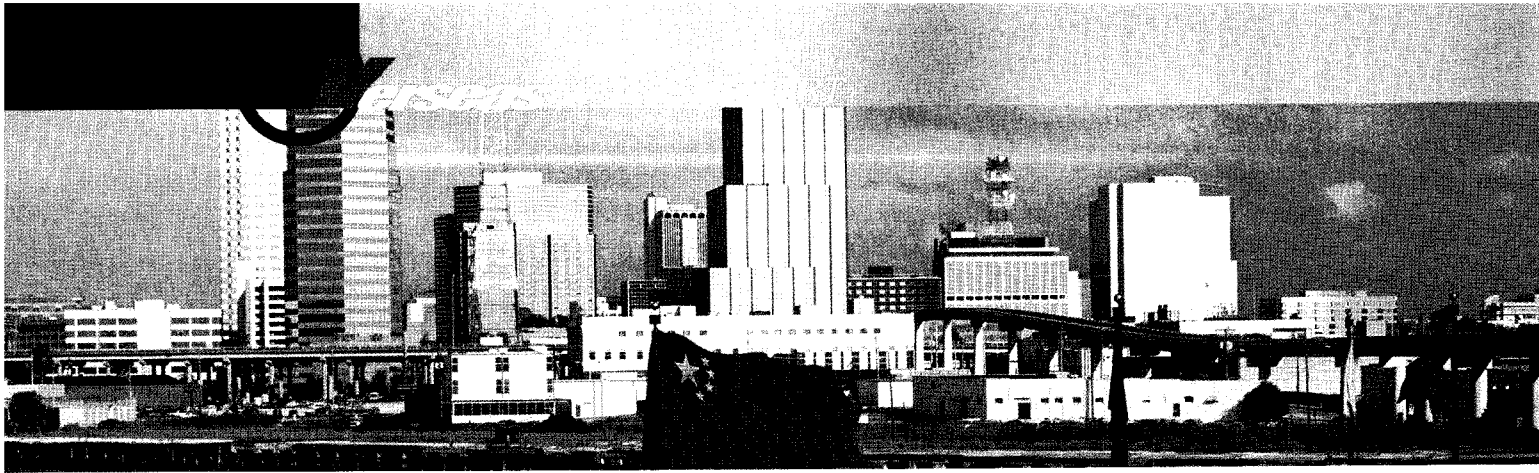
1990년대 말 중국 북동부 지방의 급속한 경제 침체와 이 지역에서 사용되던 매우 비효율적인 난방 공급과 사용 시스템으로 인해, 이러한 난방시스템은 심각한 재정적 위기를 맞게 되었다. 재정적으로 위축된 작업 단위에서는 난방 요금을 제대로 지불할 수 없게 되었고, 난방 요금 납부율은 1990년대 중반 이후 평균 90%이상에서 60%정도로 떨어졌다. 지방 정부들은 난방시스템으로 인한 엄청난 재정 손실을 겪었으며, 저소득층이나 실업 가정이 기초 난방 요금을 납부하도록 원조할 필요성도 더욱 높아졌다.

심양 지방 정부는 난방 보증 기금을 마련해야 했으며, 도시의 시스템을 지속적으로 운영하기 위해 1996년 이후 연간 1억 RMB의 예산을 책정했다. 현재 지방 정부의 재정적 여력으로는 엄청난 수요를 감당할 수 없어서 중앙 정부가 중국 북동부 지역에서 가장 큰 세 도시인 하얼빈, 장춘, 심양에 있는 난방 회사들이 겪고 있는 재정적 위기를 덜어주기 위해 1999년 3억 RMB를 투입해야 했다.

이러한 문제를 근본적으로 해결하기 위해서는 (a)진행되고 있는 다른 주택과 주정부 기업 개혁과 함께 실제 난방 소비를 기준으로 계산된 난방 요금을 최종 사용자가 납부하도록 하는 난방 요금 체계로 개혁 (b)최종 사용자들이 각자 난방 사용량을 조절할 수 있는 방법을 도입 (c)최종 사용자가 효율적으로 난방을 사용할 수 있도록 개선함으로써, 쾌적한 난방과 비용 절감을 도모할 수 있는 방안 (d)비효율성과 비용 절감을 위한 난방 공급 회사에서의 투자와 운영 및 관리 개혁 등을 포함하여, 여러 어려운 현안을 해결하기 위한 시간과 노력이 필요하다.

필요한 패키지를 마련하고 추진하기 위해서는 반드시 건물 내의 공간 난방 효율성을 개선할 필요가 있다.

• 중앙 난방 시스템의 효율성을 실질적으로 개선하기 위해서는 요금 체계를 개혁하고, 내부 파이프 시스템과 계량 시스템을 바꾸거나, 최소한 건물 단위별로 열 할당 계량 시스템을 배설해서 난방 공급량을 제어할 수 있는 방법을 마련함으로써 난방 사용량을 소비자들이 조절할 수 있도록 만들고, 사용자들이 효율적으로 난방을 사용하면 혜택을 얻게 되는 제도 등을 시행해야 한다. 난방 공급 시스템 최적화, 기술적 업그레이드 그리고 운영 개혁 등을 통한 시스템 효율성을 최대한 개선하기 위해서는 지역 또는 주택 난방 시스템별로 수요 기반 토대가 이루어져야 한다. 폴란드에서는 1991-99 프로그램을 통해 소비자와 난방 회사가 모두 효율성을 개선하고 4개 도시에서 지역난방시스템의 현대화를 통해 소비자가 난방 사용량을 조절할 수 있는 직접 요금 체계로 전환함



으로써 아파트 난방 이용을 절반으로 줄이는데 성공했다. 이러한 비용 절감 덕분에 지방 정부의 가정 난방 보조금은 67%에서 거의 0%로 줄어들었으며, 이는 소비자에게도 유리했다(물론 이 두 혜택이 동시에 일어났고, 보조금이 줄어들면서 에너지를 절감하면 혜택이 주어지는 제도도 일차적으로 생겼다.).

- 잘 설계된 건물의 효과적인 에너지 비용 개선으로 난방 비용을 상당히 절약할 수 있고 더 쾌적한 난방을 누릴 수 있다. 이는 소비자가 비용을 부담하는 사회 또는 정부가 여전히 복지 지원을 제공해야 하는 사회에 전반적으로 재정적 부담을 크게 줄이는 효과를 가져오게 된다. 신축 건물의 차이는 매우 클 수 있다. 미국의 경험에서 볼 수 있듯이 효율적인 에너지 절감을 위해 설계된 새로운 방식에 따라 건축된 주거용 건물에서는 건축 비용을 추가로 들이지 않고도 에너지를 30% 이상 절약할 수 있다.

중국에서는 통상적으로 건물의 에너지 효율을 늘리기 위해 건축 비용을 약 10% 정도만 늘리면 에너지 효율은 50% 이상 높아질 수 있는 것으로 평가되고 있다.

기존 건물을 개선해서 비용 절감 효과를 얻기는 더 어렵긴 하지만 내부 난방 시스템의 개선, 자동 온도조절 밸브의 사용, 문과 창문의 수선 그리고 지붕에 단열재를 설치함으로써 난방 비용을 더 줄일 수 있다. 리투아니아에서는 세계은행의 지원을 받아 기존 건물의 에너지 효율을 개선하기 위한 프로그램을 시행한 결과 에너지 효율이 약 20~25% 정도 높아졌다. 물론 소비자들은 직접 에너지 소비량을 조절할 수 있게 됨으로써 비용을 절감하고 더 쾌적한 난방을 제공받는 등 에너지 절감 혜택을 누릴 수 있을 것이다.

난방이 필요한 지역 이외의 지방에서는 난방 없이도 사람들이 살아갈 수 있기 때문에 사회적으로 강제성을 띤 난방 공급은 존재하지 않는다. 중국 중부와 동부 지방에

서는 여름철에 기온이 38°C 이상 올라가고 겨울철에는 보통 2~3°C에 머무른다. 이러한 기후에서 난방 없이 살아가는 것은 크게 불편할 뿐 아니라 이와 관련해 보건 문제가 야기된다는 사실은 잘 알려져 있다. 소득 수준이 높아지면서 평균 임금의 가정들은 간단한 난방 시스템을 구입하고 있다. 건물을 설계하거나 신축할 때 에너지 효율을 고려하면 추가 건설 비용을 매우 적게 또는 거의 들이지 않고도 일정한 수준의 쾌적함을 제공하기 위한 난방 필요성을 줄일 수 있기 때문에 직접적으로 재정적 혜택을 얻을 수 있다. 건물을 설계하고 신축할 때 에너지 효율을 고려하면 실내 온도를 겨울철에는 더 높이고 여름철에는 더 낮출 수 있어 난방 비용을 부담할 수 없는 사람들의 생활 여건을 상당히 개선할 수도 있다. 에어컨 사용에 따라 전력 수요가 증가하면 가장 비용이 많이 들어가는 최대 전력 상태로 이어지기도 하기 때문에 이 같은 에너지 절감 효과는 소비자뿐 아니라 실질적으로 지방 전력회사에게도 돌아간다.

환경적 혜택

효율성을 개선하면 실내온도 조절, 특히 난방과 관련된 높은 환경비용을 실질적으로 줄일 수 있다. 중국에서는 난방에 사용되는 에너지의 대부분을 거의 석탄에 의존하고 있다. 1997년 중국에서는 난방이 필요한 도시의 거주 및 상업용 건물에 난방을 제공하기 위해 약 1억8천만 톤(약 1억3천만 tce)의 원료 석탄이 소비되었다. 이는 에너지 개념으로 따졌을 때 통일 독일에서 전체 용도로 소비되는 총 석탄 사용량보다 더 많은 양이다.

이로 인해 온실가스인 이산화탄소가 연간 3억5천만 톤이나 방출되는데, 이는 프랑스와 폴란드에서 연간 방출되는 온실가스의 총량과 거의 비슷하다.

도시 난방은 또 중국 북부 지방에서 분진 및 이산화황 농도가 높은 주요 원인으로 남아있다. 예로 난방의 계절 동안 베이징시의 대기 중 분진 및 이산화황 농도의 약 70% 정도는 널리 확산된 난방 보일러 때문이다.²⁾



석탄을 사용하는 난방 시설과 가정용 난로는 중국 북부 지방에서 겨울철 대기공해 수준이 세계보건기구가 권장하는 최대 수준보다 2~5배 높고 이 지역의 도시 공기가 전세계적으로 가장 오염된 결과의 원인이 되고 있다. 소형 석탄난로를 중앙난방시스템으로 대체하고 주방에서 사용하는 연료로 도시가스(난방용으로는 아직 거의 사용되지 않고 있음)가 많이 사용되면서 난방으로 인해 발생하는 유해성 공기 오염 물질의 농도가 실내와 거리에서 약간 감소했다. 하지만 겨울철이 되면 대기 오염 수준이 여전히 높으며, 높은 굴뚝이 달려있는 대형 보일러에서 석탄을 사용하는 경향도 여전히 남아있다. 또한 이러한 개선은 지역에 따라 차이를 보이고 있으며, 지난 10년 동안 경제적으로 성장하면서 상대적으로 에너지 개선을 거의 하지 않은 많은 북부 도시에서는 아직도 난방으로 인한 유해성 공해물질 농도가 높은 수준에 머물러 있다.

더운 지방에서는 지난 15년 전만 해도 냉방에 사용하는 에너지 사용량은 거의 무시할 수준이었지만 지금은 지속적으로 증가하고 있다. 중국의 전력 중 약 3/4 정도가 석탄을 사용해 생산되고 있기 때문에 이 또한 중국의 환경에 영향을 미치는 요인이 되고 있다.

1997년에는 대형 상업용 건물을 제외한 주거용 건물의 냉방에만 소요된 에너지 사용량이 이미 20 TWh가 넘었으며, 이를 위해 발전소에서 약 1천만 톤의 원료 석탄이 소비되었다(2000년 청화대 기초정보 보고서).

왜 지금 조치를 취해야 하는가?

실제로 건물의 냉난방 효율성을 개선하는 것은 장기적 계획이지만 중요한 성과를 거두기 위해서는 지금 당장 구체적인 조치를 취해야 한다. 수많은 서로 다른 문제를 해결하기 위해 향후 1~2년 동안 다양한 조치를 신속히 취할 필요가 있으며, 그 필요성은 다음과 같다.

- 더 효율적인 건물을 개발하지 못하면, 향후 수십 년 동안 약 7~8억m²에 해당하는 도시의 거주 및 상업용 건물 바닥 부분에서의 무절제하고 비효율적인 에너지가 사용될 것이다. 중국은 이미 지난 10년 동안 신축 건물의 에너지 효율을 개선할 수 있는 좋은 기회를 잃어왔다. 향후 10년 동안 건설 붐이 지속되는 동안 더 큰 손실을 막으려면 지금 당장 적절한 조치가 취해져야 한다.

- 현재 지속적으로 시행하고 있는 중국의 주요 주택 개혁은 주거용 건물에서의 보다 효율적인 에너지 사용을 지원함으로써 사용자가 혜택을 보장 받을 수 있는 기회를 제공하고 있다. 지원 정책과 프로그램이 제대로 정착되었을 때 작업 단위와 반대로 각 가정별로 각자의 가정에 필요한 에너지의 구입을 하고, 필요한 냉난방 수준의 조절과 에너지 비용을 최소화하는데 관심을 기울인다면 건물 에너지 비용을 개선할 수 있는 강력한 시장 기반의 수단을 마련할 수 있다.

- 건물에서 최종적으로 사용되는 열의 효율성을 개선하는 것은 오늘날 중국 북부의 난방 체계가 겪고 있는 재정적 위기를 완화하는데 반드시 필요한 핵심 수단 중 하나이다. 가정용 난방 구조와 요금 체계를 개혁하는 것도 필요하며, 이는 또 난방 회사의 기술적, 재정적 위치를 개선하고 난방 에너지 최종 사용의 효율성을 높이기 위해 가장 필요하다.②



② 세계은행, 2차 베이징 환경 프로젝트, 프로젝트 평가 보고서, 보고서 No. 20284-CHA, 2000년 5월.