

# 에너지 효율화 기술과 정책 동향

이 원 희 · 삼성경제연구소 기술산업실, 수석연구원

\_e-mail : wonhee.lee@seri.org

이 글에서는 해외 에너지 효율화 정책 및 기술 동향을 살펴보고 국내에서의 에너지 효율화 정책에 대한 시사점을 소개하고자 한다.

## 에너지 효율화의 필요성

2003년 초반 배럴당 \$30 근처에 머물던 유가는 2003년 후반부터 상승을 시작하여 2008년에는 배럴당 평균 \$100~150에 달할 것으로 예상되고 있으며, 일부 기관에서는 2010년까지 배럴당 평균 \$200을 예측하고 있다. 또한 유럽과 일본을 중심으로 지구 온난화에 대응하기 위하여 '교토의정서', '포스트 교토의정서' 등을 통하여 전 세계 온실가스 배출을 저감하는 국제적인 환경규제를 마련하고 있는 상황이다.

최근의 에너지 가격 급상승과 국제적인 환경규제의 강화에 대응하여 각국에서는 기존 화석연료의 공급확대와 동시에 에너지

원의 다양화와 청정화를 위하여 노력 중이다. 우선 화석연료의 공급확대를 위하여 기존 경제성이 떨어지던 심해유전이나 극지유전을 개발 중이며, 심해 가스 하이드레이트 등 새로운 화석연료를 개발하고 있다. 또한 청정에너지 공급을 위하여 다양한 신·재생

에너지원을 개발하고 있는데, 2003년 전 세계 발전량의 18%를 차지한 신·재생 에너지원은 2030년에는 전 세계 발전량의 54%를 차지할 것으로 예상되고 있다.<sup>1)</sup>

그러나 최근 연구들은 에너지 공급확장만으로는 에너지 고갈과

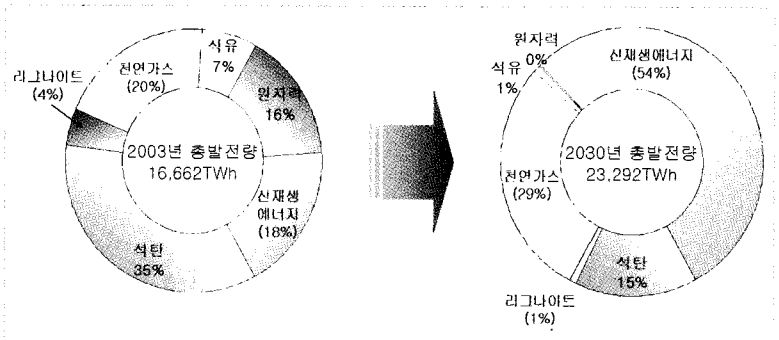


그림 1 에너지원별 발전량 점유율 예상

자료: European Renewable Energy Council, Energy Revolution, 2007

1) European Renewable Energy Council에서는 미래 에너지원 별 점유율을 예측하기 위하여, 기술 발전과 사회에서의 수용속도가 현재보다 월등히 빠른 대체 시나리오 (Alternative scenario), 기술발전과 사회수용속도가 현재와 같을 경우인 기준 시나리오 (Reference scenario), 그 중간인 Moderate scenario를 제시하였음. 위의 원별 점유율 예상치는 대체 시나리오에 기준 한 것임

지구 온난화 대응에 한계가 있음을 보여 주고 있다. IEA(International Energy Agency)에 의하면, 현재의 에너지 소비형태가 지속될 경우 자원개발과 에너지 인프라 구축에 천문학적 투자가 소요될 것으로 예상하고 있다. IEA는 2030년까지 에너지 개발과 인프라 구축을 위하여 총 20조 2,000억 달러의 비용 소모를 예상하고 있는데 신·재생 에너지의 보급을 위하여는 추가로 1조 2,000억~2조 달러가 필요하며 수소 인프라 구축을 위하여도 추가로 1조 5,000억~2조 달러가 소요될 것으로 예상하고 있다.

최근, 에너지 공급확대에 소요되는 천문학적 비용과 청정에너지의 공급확대를 통한 온난화 가스 저감에 대한 한계를 인식한 선진국들은 에너지 효율화에 더 많은 관심을 갖기 시작했다. EREC(European Renewable Energy Council)에서는 에너지 사용단에서의 효율화를 통하여 에너지 수요의 최대 50%까지를 줄일 수 있을 것으로 예상하고 있다. 에너지 절감 기술의 발전과 절감 사례의 공유를 통하여 현재의 편리함과 편안함을 해치지 않으면서 에너지 사용을 극적으로 줄일 수 있을 것으로 예상하고 있으며, 이를 위한 효과적인 방법으로 EREC는 단열을 고려한 건

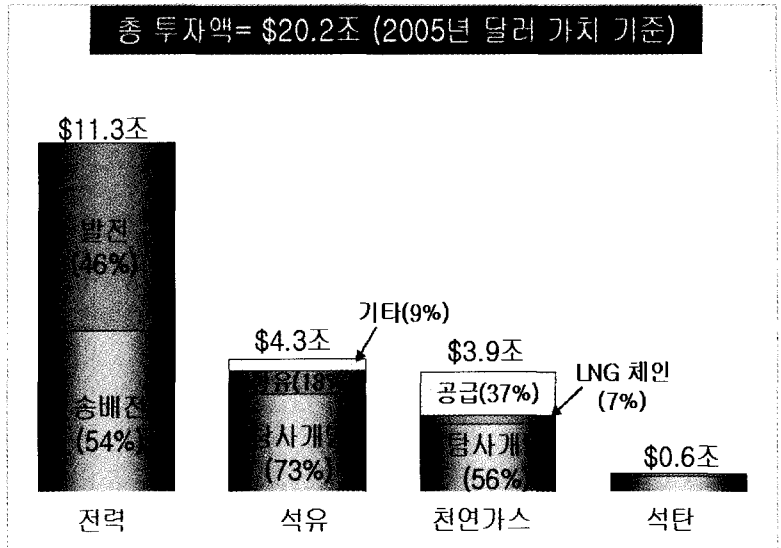


그림 2 에너지 인프라 구축 필요 비용(2005~2030)  
자료: IEA, World Energy Outlook 2006

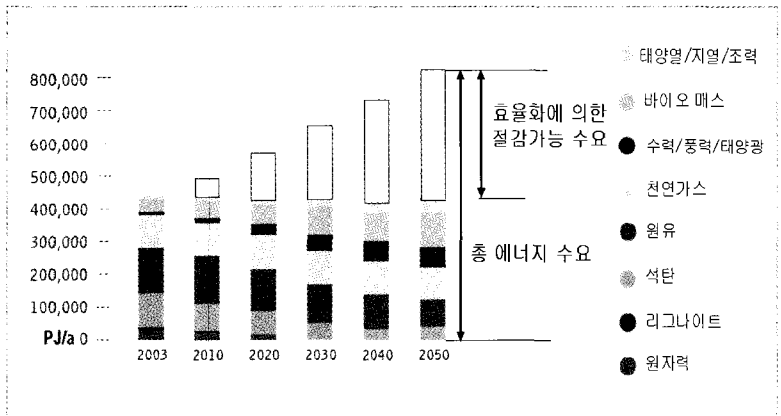


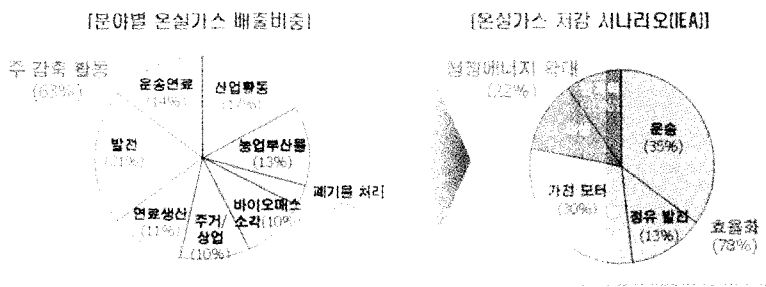
그림 3 효율화로 가능한 에너지 절감 수요  
자료: European Renewable Energy Council, Energy Revolution, 2007

물 설계, 노후된 전기기기를 고효율 전기기기로 대체, 차량 운행 감소를 제시하고 있다.

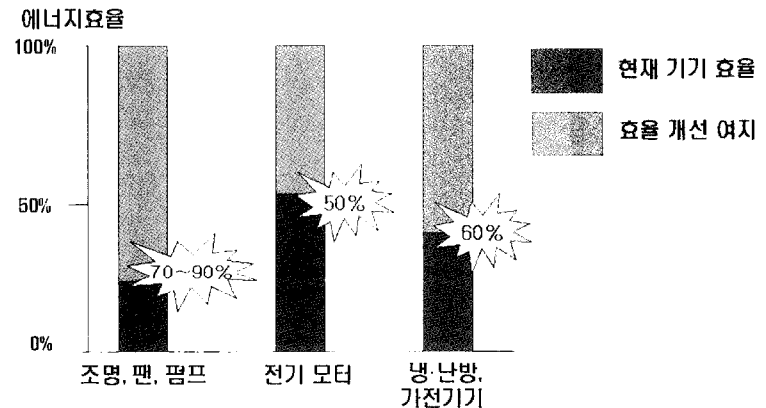
또한, 환경측면에서도 에너지 효율화의 효과가 가장 확실한 것으로 보고되고 있다. 현재 온실가

스 감축 노력이 주로 이루어지고 있는 분야는 발전(21%), 산업활동(17%), 운송연료(14%), 연료생산(11%) 분야로 전체 온실가스 배출원의 63%에 해당한다. IEA에서는 이들 분야에서 온실가스

2) IEA는 EREC (European Renewable Energy Council)에 비하여 신재생에너지의 증가율을 낮게 예측하고 있으며, 원자력 발전을 청정에너지로 분류하고 있음.



분야별 온실가스 배출 비중 및 저감 가능 시나리오  
 자료: IEA, Avoiding Lost Opportunities in Energy Efficiency, 2008



각종 기기의 에너지 효율 향상 여지  
 자료: Rocky Mountain Institute, Energy End-Use Efficiency, 2005

의 저감을 위해서 원자력이나 신 재생 에너지 등 청정에너지 보급을 통하여 저감할 수 있는 부분은 전체 온난화 가스 절감량의 22%에 불과하며<sup>2)</sup> 운송, 가전, 모터, 정유, 발전 부분에서의 효율화를 통하여 78%의 온난화 가스 절감이 가능한 것으로 보고하였다.

### 해외 에너지 효율화 기술과 정책 동향

에너지 효율화 기술 동향  
 최근 에너지 효율화 기술은 상업 및 가정용 건물의 에너지 절

감에 초점이 맞추어지고 있다. 분야별 에너지 소비를 보면 건물 분야가 24%, 산업 분야가 55%, 운송 분야가 21%를 각각 차지하고 있다. 이 중 산업과 운송 분야에서는 기업들이 비용 절감을 위해 이미 많은 투자를 진행하여 기술혁신이 상당부분 이루어져 왔으나, 상업·가정용 건물 부문에서는 에너지 효율화 기술에 대한 투자가 미비하여 향후 개선의 여지가 클 것으로 추정되고 있다. 상업·가정용 건물 부문에서 전기모터는 50% 정도의 효율개선 여지가 있을 것으로 예상되고 있

으며, 냉·난방 및 가전기기는 60%, 조명, 팬, 펌프 등 기기의 효율 개선여지는 70~90%에 달할 것으로 예상되고 있다.

건물 부문 에너지 절감 기술은 크게 가전기기, 조명, 냉·난방 분야로 구성된다. 가전기기 분야에서는 최근 IT를 이용한 전력효율 제고 관련 기술개발이 진행 중인데, 전력선 통신(PLC; Power Line Communication) 기술이 가정 내 가전기기와 에너지원을 효과적으로 관리하기 위한 핵심 기반기술로 부상 중이다. 전력선 통신 기술을 이용하면 전기계통 설비를 네트워크에 연결시켜 중앙집중식 재난방지, 화재 예방 등의 컨트롤 시스템 구축이 가능하다. 일례로 월풀사와 IBM은 'GridWise' 계획의 일환인 절전형 의류건조기 프로젝트에 참여하여 공동 개발을 진행 중인데, 이 시스템은 의류건조기 동작 중 일시적으로 지역 내 전력 수급 불균형이 발생하면 히터를 수분 동안 정지시켜 전기사용을 억제한다. 현재, 워싱턴 주 및 오리건 주의 300여 가구에서 이 시스템을 적용하여 테스트 중에 있다. 美 IT 기업을 중심으로 데이터센터, 개별 PC 등의 에너지효율 향상을 목표로 하는 그린그리드(Green Grid) 컨소시엄을 결성하였는데, 이 시스템은 서버의 부하를 측정하여 건물의 공조장치와 전력량을 조절함으로써 에너지 사용을 최적화 한다. 이 컨

소기업에는 현재 AMD, 인텔, 델, HP, 마이크로소프트, AMC, SprayCool, Rackable Systems, VMware 등 총 11개사가 참여 중이다.

조명 분야에서는 LED 조명의 사용이 확대될 전망이다. LED 램프는 기존 백열등에 비하여 5배 정도 효율이 좋고 수명도 20배 이상 길며 반응시간 역시 기존 조명기구에 비하여 월등히 빠르다. 현재 조명분야가 전 세계 전력 소비량의 약 20%를 차지하는데, LED 조명으로 대체 시, 조명 에너지 소비의 25%를 절감할 것으로 예상된다. 실내 인테리어, 건물의 외장재 등에도 LED의 용도가 향후 확대될 전망이다. 필립스는 LED를 이용해 다양한 실내 인테리어용 벽면시스템을 개발 중인데 이 시스템은 전자펜으로 그림을 그릴 수도 있는 벽면 전자캔버스 기능도 갖고 있다고 한다. 샤프는 LED가 내장된 태양전지 유리벽인 '루미월(Lumi-wall)'을 개발하여 낮에는 태양전지로 축전하고, 밤에는 발광하여 조명이 되도록 하였다.

냉·난방 분야에서는 건축물의 구조·소재 개선과 IT를 접목시킨 통합 에너지 관리 시스템을 구축하는 추세이다. 현대 건축물들은 자연 채광이나 통풍이 가능하도록 설계 단계

부터 에너지를 적게 쓰는 구조로 건축물을 설계하거나, 태양광 투과율의 조절이 가능한 스마트윈도 등을 적용하고 있다. 또한, 자가발전 및 열병합 설비의 최적 운전계획을 수립·제어하여 전체 에너지 소비를 최적화하고 있는데, 자가발전 분야에서는 에너지원으로 전기, 가스, 태양전지, 연료전지 등을 혼용하여 열과 전력을 동시에 제어하는 하이브리드형으로 발전할 것으로 예측하고 있다.

**에너지 효율화 정책 동향**

유럽은 2020년까지 에너지 소비의 20%를 줄이고자 '20% Energy Savings by 2020'을 슬로건으로 걸고 구체적인 Action Plan을 작성하였다. 이 계획은 에너지 공급 확보, 경쟁력 강화, 환경 보호를 달성하기 위한

수단으로 에너지 효율화에 의한 소비 절감을 추진하는 것으로 최종 사용자 측면, 빌딩 효율화, 친환경 디자인, 가전제품 에너지 등급 표시, 열병합 발전의 5개 분야에서 세부 수행 계획을 설정하였다. 유럽연합은 에너지 소비를 20% 줄임으로써 매년 600억 유로를 절감할 수 있을 것으로 예측하고 있다.(표 1 참조)

미국도 에너지 소비 효율화를 위하여 최근 각종 법규를 제정하여 지원하고 있다. 미국은 에너지 효율화 및 청정에너지 개발을 지원하기 위하여 2007년 'Energy Independence & Security Act'를 제정하였으며, DOE(Department of Energy)는 'Grid 2030 Vision'을 발표하고 Smart Grid 구축을 위한 'GridWise'<sup>3)</sup> 계획을 발표하였다. 또한 정부, 민간 공동체인

표 1 '20% Energy Savings by 2020' 달성을 위한 프로젝트

| 분 야                  | 프로젝트   |
|----------------------|--|
| 최종 사용자 에너지 효율화       | 에너지 효율화 비용의 75%까지 지원<br>에너지 효율화 기술 및 프로젝트 인증 및 거래제도 도입(EuroWhiteCert Project)        |
| 건축물의 에너지 효율화         | 고효율 빌딩 플랫폼 및 표준 개발<br>빌딩 효율성 평가 및 인증(EuroPROSPER)                                    |
| 에너지 사용 제품에 대한 친환경 설계 | 중소기업 친환경 디자인 설명 및 홍보<br>전기모터 효율 DB 구축(EuroDEEM)                                      |
| 가전제품의 에너지 등급 표시      | 냉장고, 냉동고 에너지 등급 표시(2003)<br>전기오븐 에너지 등급 표시(2002)<br>공공기관 납품에 'Energy Star' 획득 제품만 사용 |
| 열병합 발전               | 소형 열병합발전소 1,000개 설립  |

자료: European Commission Energy Efficiency Legislation  
([http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/index_en.htm))

CEE(Consortium for Energy Efficiency)를 구성하여 에너지 효율화 프로젝트에 자금 지원하고 있는데 CEE에서 2007년 지원한 자금은 37억 달러에 달한다.

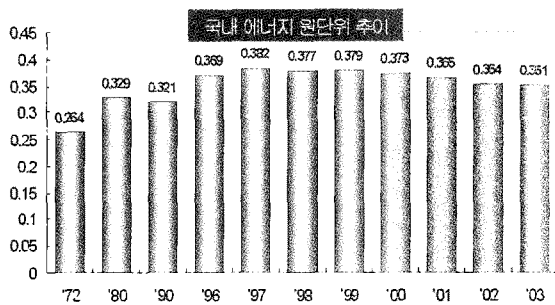
## 국내 현황과 시사점

정부와 민간의 꾸준한 에너지

### 2007년 Energy Independence & Security Act 주요 내용

- 에너지 확보, 에너지 절약, 연구개발 지원, 인프라 개선, 탄소 포집 분야로 크게 분류
- 에너지 확보 분야에서는 운송용 연료 분야와 바이오 연료 개발에 초점
- 에너지 절약 분야에서는 조명 분야와 빌딩 분야에 초점
- 연구개발 분야에서는 신·재생에너지 개발과 저장장치에 초점
- 에너지 인프라 분야에서는 Smart Grid 구축에 초점

자료: GovTrack([http:// www.govtrack.us](http://www.govtrack.us))



| 나라   | 프랑스   | 일본    | 멕시코   | 영국    | 미국    | CEE 평균 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 원단위  | 0.254 | 0.250 | 0.106 | 0.270 | 0.152 | 0.221  |
| 우리나라 | 0.351 |       |       |       |       | 0.201  |

에너지 원단위 추이 및 국제 비교

자료: IEA, Energy Balances of OECD Country 2002-2003, 2005

효율 개선 노력에 의하여 국내의 에너지 원단위<sup>4)</sup>는 1997년 0.382에서 2003년 0.351까지 개선되었다. 그러나 이는, 미국, 일본 등 선진국에 비하여는 여전히 높은 수준이며 OECD 평균인 0.201에 미치지 못하는 실정이다. 특히 일본은 해외 선진국 중

에서도 에너지 효율화 측면에서 세계 최고 수준인데, 에너지 원단위가 0.106으로 우리나라의 1/3 수준이고, 세계 주요 선진국보다 50~70% 정도 앞서 있다. 일례로, 1차오일소크 당시인 1973년과 2006년을 비교해보면 일본의 G에는 4.7배 늘었지만, 원유 수입량은 오히려 15% 감소했다.

에너지 원단위뿐 아니라 국내의 온실가스 배출

비중도 1.7%로 세계 10위의 온실가스 배출국인 실정이다.

국내에서는 1973년 1차 석유파동 이후 국내에서도 에너지 절약·효율화 정책이 추진되었다. 초기의 절약정책은 산업부문을 제외하고는 단순히 소비를 억제하는 정책이었으나, 1993년 1차 에너지이용합리화 기본계획 수립 후 보다 체계적인 에너지 효율화 정책이 추진되었다. 정부는 지속적으로 에너지 효율화를 추진 중에 있으며, 현재 3차('04~'08) 계획 시행 중이다. 3차 에너지이용합리화 계획은 2003년 이후 유가상승에 대응하여 시장기능을 강화하고, 기후변화에 대한 대응을 강조하여 에너지 저소비형 사회를 구축하는 데 중점을 두었다. 또한 2006년 '에너지비전 2030'(2006. 11.)을 발표하여 에너지 안보 및 에너지 효율을 높이고자 노력 중이다.

에너지절약 정책은 기본적으로 규제(regulation)와 특혜(incentive)를 통하여 소비자 또는 생산자에게 절약을 강요하거나 자발적 협약을 유도하는 것이다. 우리나라에서 가장 대표적인 규제제도는 최저효율제도(MEPS; Minimum Efficiency Program Standard)이다. 이 제도는 현재 17개 품목<sup>5)</sup>에 대하여 시행 중이며 최저효율미달 제품에

3) 美 에너지부 및 민간기업의 컨소시엄으로 에너지의 생산·사용·분배를 비용 효율적으로 달성하기 위한 인프라·공정·정보기술 개발 및 시장메커니즘 도입을 추구하며, GE, IBM, 시스코, American Electric Power 등 30여 개 기업이 컨소시엄에 참가

4) 에너지 효율화를 측정하는 국제방식으로 총에너지 투입량(TOE)/GDP(\$천US)로 계산

대하여는 생산 및 판매를 금지하는 제도이다. 이외에도 에너지 절약형 제품 보급을 위한 에너지 효율 관리제도를 시행하고 있으며, 이 안에는 효율등급제도, 대기전력 저감, 고효율에너지기자재 인증, 건물에너지효율등급 등 4가지 제도가 있다.

자발적 협약은 정부와 기업 사이에 주어진 기간 동안 절감 목표량을 약속하는 비규제적 수단이다. 현재 우리나라에서는 2,000 TOE 이상 사업장을 대상으로 실시하고 있으며, 이중 80% 이상인 1,353개 사업장에 대하여 협약을 체결 한 상태이다.(2006년 기준)

Incentive 방식은 에너지절약에 소모되는 비용에 대하여 재정 지원을 하거나 세금을 감면해 주는 것인데, 현재 집단에너지, 절약시설 설치, 주택단열개수, 대체에너지, 전력사업기반 등 5개 사업을 시행중이며 2007년도 지원 예산은 6,402억 원이었다.

R&D 분야에서는 “에너지자원 기술개발사업”을 통하여 기기의 효율개선 등에 대한 투자가 이루어지고 있으며, 2007년도 예산 규모는 1,295억 원으로 2006년 966억 원에 비하여 34% 급증하였다.

표 2 온실가스 배출 상위 10개국 배출 비중(2007년 기준)

| 국가      | 미국   | 중국   | 일본  | EU  | 러시아 | 인도 | 캐나다 | 호주 | 브라질 | 대한민국 |
|---------|------|------|-----|-----|-----|----|-----|----|-----|------|
| 배출비중(%) | 21.4 | 18.8 | 5.7 | 4.5 | 4.2 | 3  | 2   | 2  | 1.7 | 1.7  |

자료: GERMANWATCH, The Climate Change Performance Index, 2008

에너지비전 2030 주요 내용

- 에너지 안보, 에너지 효율 개선, 친환경 에너지 개발을 위한 장기 계획 수립
- 5대 비전 및 2030년까지 목표 제시
  - 에너지 자립사회 구현: 자주개발률 35%, 신재생에너지 보급률 9%
  - 에너지 저소비 사회로 전환: 에너지 원단위 0.20
  - 탈석유사회 실현: 석유 의존도 35%
  - 더불어 사는 열린 에너지 사회 구현: 에너지 빈곤층 제로화
  - 에너지 설비 및 기술 수출국으로 도약: 선진국의 90%

자료: 산업자원부, “에너지비전 2030”, 2006.11.

에너지 효율화와 산업화 필요

국내에서 에너지 효율 10% 향상 시 연간 72억 달러의 비용절감이 가능할 것으로 예상되며, 동시에 온실가스도 8% 감축 가능할 것으로 예상되고 있다<sup>5)</sup>. 따라서, 에너지 효율화에 대한 정책적 지원을 통하여 에너지 자립도 향상과 온실가스 감축을 동시에 확보하는 것이 필요한 시점이다.

또한, 에너지 효율화 분야는 국내의 에너지 절감 및 온실가스 감축뿐 아니라 ‘신성장동력’으로 육성하는 것이 필요할 것이다. 에너지 효율화 관련 세계시장 규모는 690억 달러에 달할 것으로 추정(2030년 기준)<sup>7)</sup>되고 있으

며, 이중 산업 부문에서 180억 달러, 건물 부문에 510억 달러의 시장이 예상되고 있다. 또한 정부는 에너지 효율화 분야의 산업화를 통하여 GDP를 3% 성장 가능할 것으로 예상하고 있다. 이를 위하여, 정부는 초기시장 제공을 통하여 시장의 불확실성을 줄이고 기업의 참여를 유도하는 정책적 지원이 필요할 것이다. 또한 기술개발 지원을 통하여 고효율 제품 및 서비스를 개발하고 이러한 제품과 서비스를 통하여 국내 시장을 확대하여 수출을 증대시키고 기술개발에 대한 재투자자가 이루어질 수 있는 선순환 구조를 구축하여야 할 것이다.

5) 전기냉장고, 전기냉방기, 백열전구, 형광램프, 형광램프용 안정기, 전기밥솥, 안정기내장형 램프, 가정용 가스보일러, 김치냉장고, 전기냉동고, 전기진공청소기, 전기세탁기, 식기세척기, 전기냉온수기, 전기드럼세탁기, 선풍기

6) 에너지 경제연구원, “국가에너지절약 및 효율향상 추진체계 개선방안 연구”, 2007

7) UNFCC, Report on the analysis of existing and potential investment and financial flows, 2008