

연구논문

## LEAP 모형을 활용한 전자소재 · 부품업의 온실가스 감축 잠재량 분석

박영수 · 조영혁 · 김태오

금오공과대학교 환경공학과

(2013년 10월 29일 접수, 2013년 12월 2일 승인)

### Analysis of Greenhouse Gas Reduction Potentials in a Electronic · Electrical components company using LEAP Model

Yeong-su Park · Young-hyuck Cho · Tae-oh Kim

Department of Environmental Engineering, Kumoh National Institute of Technology

(Manuscript received 29 October 2013; accepted 2 December 2013)

### Abstract

This study analyzed the energy demand, greenhouse gas emission and greenhouse gas reduction potential of Electronic-Electrical components company. The LEAP model targeting long term energy plan was used to establish the most efficient plan for the companies by examining the climate change policy of government and the countermeasures by companies. A scenario was created by having 11 greenhouse gases reduction plans to be introduced from 2011 as the basic plan. Regarding input data, energy consumption by business place and by use, number of employee from 2009 to 2012, land area and change in number of business places were utilized. The study result suggested that approximately 13,800 TJ of energy will be spent in 2020, which is more than 2 times of 2012 energy consumption. When the integrated scenario based on the reduction plan of companies would be enforced, approximately 3,000 TJ will be reduced in 2020. The emission of greenhouse gases until 2020 was forecasted as approximately 760,000 ton CO<sub>2</sub>eq. When the integrated scenario would be enforced, the emission will be approximately 610,000 ton CO<sub>2</sub>eq, which is decrease by approximately 150,000 ton CO<sub>2</sub>eq.

This study will help the efficient responding of eElectronic-Electrical components company in preparing detail report on objective management system and enforcement plan. It will also contribute in their image as environment-friendly companies by properly responding to the regulation reinforcement of government and greenhouse gases emission target based on environment policy.

Keywords : LEAP Model, Target Management System, Greenhouse Gas Inventory, Bottom-up Model

## I. 서론

최근 전 세계적으로 이상기후현상이 빈번하게 일어나고 있으며, 발생추세도 다양화되고 있다. 2010년에 호주, 파키스탄에서 대 홍수가 발생하였으며, 러시아에서는 폭염과 가뭄, 서유럽과 북미에서는 폭설의 형태로 나타나기도 했다. 최근에는 미국 미시시피강, 중국 중남부 및 태국에서의 대 홍수로 많은 인명 피해와 엄청난 경제적 손실을 가져왔다. 우리나라에서도 폭우, 가뭄 등 기상이변이 일상화 되고 있다. 지난 100년간 1.8℃의 온도가 상승하였으며, 2050년까지 3.2℃ 상승할 것으로 예상되어 전국의 아열대화가 예견되고 있다(기상청, 2011). 해수면도 지난 40년간 8cm 상승하였고, 2050년까지 27cm 상승할 것으로 예측하였다(기상청, 2011). 영국의 경제학자인 니콜라스 스톤은 기후변화 결과를 무시한 위험은 금융시스템 부실이 가져다 준 재앙보다 더 심각하다고 그의 저서를 통해 말하고 있다(Stern, Nicolas, 2009). 우리나라는 1차 에너지 소비 증가량과 비례하여 온실가스가 증가한 것으로 분석되는데, 배출된 온실 가스는 발전, 산업, 수송에서 대부분을 차지하고 있다. 우리나라는 OECD 30개국 중 '벨기에'에 이어 에너지 수입/GDP 비율이 두 번째로 높고 우리나라의 동 비율은 OECD 평균의 약 2.5배에 달하여 고유가에 따른 공급안정성이 상대적으로 취약한 반면, 물가안정, 국가경쟁력 등을 고려한 저에너지 가격정책으로 인한 에너지절약의식 이완과 경제성장 등으로 에너지소비와 이에 따른 온실가스 배출량이 지속적으로 증가하고 있다.

이에 고유가 및 기후변화에 대응하여 지속 가능한 성장이 가능하도록 에너지 저소비형 경제·사회로의 전환이 시급한 상황이며, 우리나라 온실가스 배출전망(BAU: Business as Usual)과 3가지 감축 시나리오 오는 2005년 대비 2020년 배출전망을 21%, 27%, 혹은 30%를 감축하는 목표를 설정하고 있으므로 이에 대한 대책이 각 부문별로 필요한 상황이다(국립환경과학원, 2010).

우리나라는 자발적 협약(VA: Voluntary Agreement) 제도를 실시하여 비 규제적으로 기업들의 에너지·온실

가스 감축을 유도하여 왔으나, 현재는 온실가스·에너지 목표관리제를 시행하여 일정량 이상의 에너지 사용 및 온실가스 배출을 하는 기업들에게 의무적으로 감축량을 할당하는 제도가 시행중에 있다. 현재 기업들은 생산 활동에 투입되는 화석연료와 전력 사용으로 바람직하지 않은 산출물인 온실가스와 바람직한 산출물인 매출액이 동시에 생산된다. 규제에 따른 온실가스 감축을 위해서는 온실가스 발생에 직접적인 영향이 있는 에너지사용 저감을 목적으로 기술적인 설비 투자(고효율기기, 신기술 등)와 개선활동이 수반되며, 이는 생산목적의 투자를 온실가스 저감 투자로 전환함으로써 경제적 비용이 발생됨을 의미한다. 개선에 대한 기술적 한계이상을 감축하기 위해서는 생산 활동에 필요한 에너지 투입량영향을 미치게 되는 상황이 발생하므로 한편으로는 향후 탄소 배출권 시장이 형성될 경우 기업은 기회비용을 고려하여 배출권을 구매하는 것이 경제적으로 이득인 것인지 투자와 사용 저감으로 인한 온실가스 감축이 상대적으로 경제적인지 판단을 해야 하는 상황이 발생하였다.

본 연구의 대상 업체는 전자소재·부품 분야의 핵심 기술개발과 세계 시장개척을 선도하며 소재사업부터 부품모듈사업까지 전·후방영역에서 경쟁력을 강화하여 세계 부품업체 내 TOP 진입을 목표로 하지만, 주력사업의 성장과 동반되어 에너지 사용량과 온실가스 배출량도 매년 증가하고 있으며, 제품생산으로 인한 다량의 에너지 사용과 공정에서 사용되는 HFCs로 인한 온실가스 배출량이 증가하고 있다.

따라서 본 연구에서는 전기·전자부품업체의 에너지 수요 및 온실가스 배출 현황과 온실가스 감축잠재량을 분석하였다. 정부의 기후변화정책 및 기업관점의 대응대책을 검토하여 전자소재·부품업체에 가장 효율적인 대안을 도출하고자 에너지, 온실가스 감축 모형인 LEAP(Long-term Energy Alternatives Planning system, 장기에너지계획모형) 모형을 사용하였다. 아울러 미래의 신 성장 동력이 될 수 있는 기회의 요소로도 적용하고자 하였다. 본 연구를 통해 사업장에 적용 가능한 온실가스 저감 신기술을 발굴, 감축잠재량을 파악하여 정부 정책에 선제대응하고,

기업의 중장기 목표 달성에 기여함과, 더불어 사업장의 온실가스 저감 노하우 축적하고, 현재 정부에서 기업체를 대상으로 강제 규제로 시행하고 있는 온실가스 · 에너지 목표관리제 및 2015년부터 예정된 배출권 거래제 시행에 앞서 이에 대한 대응기반을 구축하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. LEAP 모형

본 연구에서는 전자소재 · 부품업체의 온실가스 저감 Road-map 수립을 위해 LEAP 모형을 사용하였다. LEAP 모형은 에너지 기술 및 정책 시나리오에 따른 장기 에너지 수급, 온실가스와 같은 환경영향, 경제성 등을 산정하는 모형으로써, 현재까지 상당수의 국가들이 기후변화 협약보고서 작성을 위해 사용하고 있다. 에너지 분석 모형은 상향식(Bottom-up) 모형과 하향식(Top-down) 모형으로 구분되며, 상향식 모형은 에너지 기술들의 보급 또는 대체 과정을 통해 에너지와 경제에 미치는 영향 등을 분석하는데 활용되며, 하향식 모형은 경제 활동수준의 변화를 중심으로 한 모형으로 경제적 성과를 결정하는 변수들을 중심으로 구축되어지고 있다. LEAP은 시나리오에 기반 한 결과를 도출하여 에너지 수요와 공급에 대한 세부분석과 에너지 기술에 대한 자료를 이용한 분석이 가능하다(박년배, 2011). LEAP은 에너지 부

문과 이에 영향을 주는 요인을 몇 개의 모듈로 나누어 하나의 분석 시스템을 구축하는 모듈패키지로 구성되어 있으며, 에너지 수요를 분석하기 위해서는 먼저 에너지 소비를 유도하는 각종 사회-경제적 활동 변수를 결정하고, 부문, 최종소비, 연료 및 기기 등에 대한 에너지 소비 구조 및 단계를 설정한다. LEAP 모형은 넓게는 국가 수준에서 좁게는 특정 지역의 에너지 수급을 분석하거나, 수요 부문 또는 발전 부문 등 특정 부분을 대상으로 분석이 가능하여 국가수준의 에너지 수급을 분석할 때는 사회 · 경제적 변수들을 입력하는 핵심 가정 모듈, 수요 모듈, 통계 오차 모듈, 전환 모듈, 재고 모듈, 자원 모듈, 환경 모듈을 이용한다(유정화 등, 2012).

본 연구에서는 전자소재 · 부품업체의 온실가스 Road-map 수립을 위해 LEAP의 핵심 가정 모듈, 에너지 수요 모듈, 환경 모듈을 활용하여 분석 모형을 구성하였다. 핵심 가정(Key Assumptions) 모듈에서는 기업의 연간 예상 성장률, 국가 반도체산업 온실가스 배출전망 등의 변수들에 대한 외부 자료를 활용하였고, 수요(Demand) 모듈에서는 부문별, 용도별로 세분화된 최종 에너지 수요를 전망하며, 연료 구성비를 적용하여 연료별로 계산하였으며, 환경 모듈에서는 연료별 환경 부하를 계산하였는데, 온실가스에 대해서만 고려하였으며, 2006 IPCC 배출계수를 활용하였다(Figure 1).

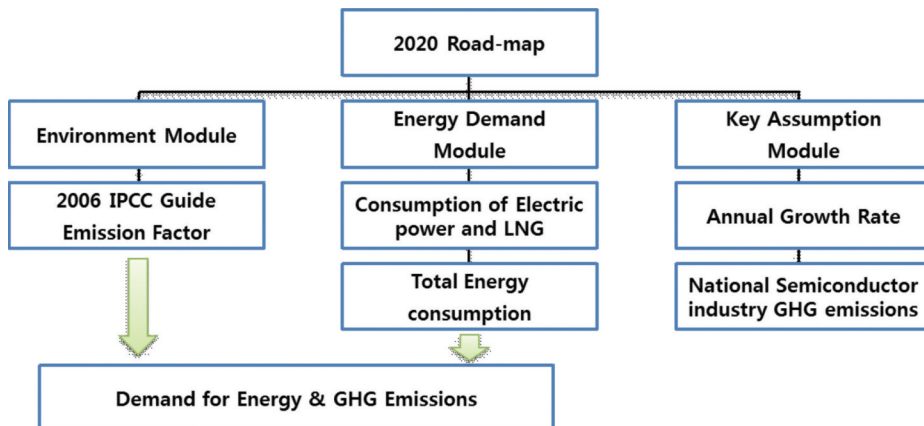


Figure 1. Modular construction of 2020 Road-map(유정화 등, 2012)

## 2. 온실가스 목표관리제

정부에서는 온실가스 감축을 체계적으로 수행하기 위하여 2010년 1월 13일 「저탄소녹색성장기본법」이 제정되었고, 동연도 4월 14일 「저탄소녹색성장기본법」과 「온실가스·에너지 목표관리제(이하 목표관리제)」가 시행되었다. 국가 목표달성을 위해 산업·발전, 건물·교통, 농·축산, 폐기물 부문 및 부문별 세부 업종에 대한 온실가스 감축목표를 설정(2011. 7월)하였으며, 국가온실가스 배출량의 약 67%를 관리할 수 있는 온실가스 다량 배출업소 490개 업소를 지정(2012. 2월 기준)하여 감축목표를 설정하고 업체별 이행계획을 통해 국가 감축목표달성을 추진하고 있다.

목표관리제는 정부와 관리업체가 상호 협의하여 온실가스 배출량 및 에너지 소비량의 목표를 정하며, 정부는 인센티브와 페널티(개선명령, 과태료 등)를 통해 목표달성을 유도하고 관리업체는 목표달성을 위한 이행계획과 이를 뒷받침하는 관리체계 등을 수립하여 목표를 효율적으로 달성하는 제도이다. 관리업체들이 배출하는 온실가스는 우리나라 온실가스 총 배출량의 2/3를 차지하고 있어 이를 감축하기 위해 정부가 직접 관리에 나서는 것은 보다 적극적이고 구체적인 온실가스 감축정책이며, 목표를 달성하지 못한 업체는 정부의 개선명령을 따라야 하며 이를 위반할 경우에 과태료가 부과된다. 관리업체는 기업 전체의 온실가스 배출량 및 에너지 소비량이 업체 지정 기준에 부합하는 경우이며, 업체 내 포함된 본사와 소속 사업장, 건물, 차량 등은 모두 제도 이행 대상이 된다. 관리사업장은 업체 지정 기준 미만일 때, 업체 내 개별 사업장 중 온실가스 배출량 및 에너지 소비량이 사업장 지정기준에 부합하는 경우, 해당 사업장만 제도 이행 대상에 포함된다. 관리업체의 목표설정 은 「저탄소 녹색성장 기본법 시행령」제30조 및 「온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」제 30조를 근거하여 관리된다.

## 3. 입력자료 구성

LEAP 모형의 수행을 위해 2010년을 기준년도로 하였으며, 2011년부터 1년 단위로 2020년까지 분석

되도록 설정하였다. 2011년과 2012년의 경우 목표관리제를 통해 보고된 자료를 적용하여 실제 모델링 첫 적용년도는 2013년으로 설정하였다. 2020년까지 온실가스 배출량 및 에너지 수요를 전망하기 위하여 지난 2009년부터 2012년까지의 직원 수, 부지면적, 사업장 수의 변화 등을 확보하였으며, 각 사업장별 온실가스 배출량 및 용도별 에너지 사용량, 연간 매출액을 기반으로 한 성장률과 국가 반도체·디스플레이 분야 온실가스 Road-map 자료를 기초자료로 활용하였다. 에너지 사용량 전망은 목표관리제를 통해 보고되는 2009년 이후 명세서와 이행계획을 활용하였다. 명세서에는 사업장별 에너지 사용량이 포함되어 있으며, 용도별 에너지원별 사용량으로 분류되어 있다. 또한 업체 내부 자료를 통해 연간 매출액을 기반으로 한 회사의 사업장 확장 계획 및 공정 계획 등을 바탕으로 전망 하였다. 또한, 국가 반도체·디스플레이 분야의 온실가스 로드맵(2010 ~ 2020년)을 기초자료로 활용하였다. 정부의 저탄소녹색성장 정책과 관련하여 국가 온실가스 배출량을 2020년 배출전망치(BAU)대비 30% 감축키로 국가온실가스 목표 설정('09.11)에 따라 업종별 배출량 할당 및 감축잠재량 분석을 위한 기초자료로 활용키 위해 분석하였는데, 반도체 분야의 에너지 부문 목표 감축률은 4.9%이며, 공정 부문의 목표 감축률은 43%로 조사되었다.

## III. 시나리오 구성

본 연구에서는 전자소재·부품업체의 온실가스 감축잠재량 분석을 위하여 LEAP 모형을 사용하여 2013년에 시행 계획 중인 온실가스 저감 정책을 각각의 시나리오로 구성하여 2020년을 목표로 모델링을 수행하였다.

### 1. 기준 시나리오(Reference Scenario, REF)

기준 시나리오는 지난 2009년부터 2012년까지의 에너지 사용량 변화율과 회사 내부의 기초 자료를 바탕으로 2020년 까지 에너지 사용량과 온실가스 배출량을 분석해 보는 시나리오이다. 회사 내부 자료를 통해 연간 매출액을 기반으로 한 회사의 사업장 확장

계획 및 공정 계획 등을 기초로 하였다. 또한, 목표관리제에 보고되는 2013년 이행계획을 기초로 활용하였는데, 2013년 이행계획 적용 시 각 사업장의 에너지 수요 및 온실가스 배출량을 2020년까지 전망한 시나리오이다.

## 2. 저 에너지형 냉난방 시스템 도입(Introduction of low-energy-type air-conditioning system, LET)

저 에너지형 냉난방 시스템 도입을 온실가스 저감을 위한 첫 번째 시나리오로 제시하였다. 환경조건 변화에 따라 대응토록 설비 시스템의 개선을 통한 에너지 절감 및 온실가스 감축을 목표로 하고 있다. 본 업체의 경우 전국에 11개의 사업장을 운영 중이며, 주요 사무업무가 이루어지는 본관동과 실제 공정이 이루어지는 유수의 연구동으로 이루어져있다. 각 사업장의 본관동에 자연냉방, 지중터널, 저온난방, 고온냉방 등 4가지에 초점을 맞춰 저 에너지형 냉난방 시스템을 도입할 경우 2013년에 전년 대비 약 2.55%에 에너지 사용량을 절감할 수 있을 것으로 조사되었다. 또한 각 연구동에 쾌적한 거주환경 조성을 위한 자연환기 기초로 증발냉각을 적용하고, 대공간인 실 특성을 고려하여 바닥 급기 및 거주역 공조 등을 제공하여 전력, 도시가스 사용량 감소를 이끌어 낼 수 있을 것으로 판단된다(유기형 등, 2007). 실제 유기형 등(2007)의 연구에 따르면 거주역 공조 방식이 전체 공조방식에 비해 에너지 사용량이 13.1%까지 저감 가능한 것으로 시뮬레이션 결과를 통해 확인하였다.

## 3. AQMS를 통한 Air Loss 개선(Improved through Air Quality Monitoring Systems Air Loss, AQMS)

온실가스 저감을 위한 두 번째 시나리오는 AQMS(Air Quality Monitoring Systems)을 통한 Air Loss 개선하는 시나리오이다. 사업장내 각 연구동의 Clean room 내 컴프레서에서 생성된 압축공기가 생산설비까지 도달하는데, 배관 주관 및 지관의 형태 및 구조에 따라서 air loss가 발생한다. 이러한 air loss를 AQMS 시스템의 구성을 통해 손실되는 온도와 습도를 효과적으로 개선하여 사업장 내 Clean room 운영을 최적화 할 수 있을 것으로 판단된다(S.

Zampolli *et al.*, 2004). 본 업체에서 내부연구를 통해 기류분석을 이용하여 Simulation을 수행하였다. 배관에서의 속도와 압력의 Simulation 결과 2013년에 전년 대비 2.5%의 전력을 절감할 수 있을 것을 조사되었다. 이 결과를 바탕으로 두 번째 시나리오를 설계하였다.

## 4. 축열 시스템 도입을 통한 온실가스 저감(GHG Reduction by using heat storage system, HSS)

온실가스 저감을 위한 세 번째 시나리오는 축열 시스템 도입을 통한 온실가스 저감 시나리오이다. 축열 시스템을 주간에 냉방에 사용되는 열을 심야 저장하여 사용하는 시스템으로 기존의 공조 설비를 그대로 이용가능하다(강한기 등, 2005; 이유지 등, 2011). 시나리오는 연구동의 냉방 시스템을 축열 시스템 및 터보냉동기로 구성하여 생산 현장 내에 효과적인 냉방을 구현하고, 원심식 터보냉동기 냉방운전에 비하여 전력비를 대폭 줄여 경제적인 냉방을 할 수 있도록 하며 저온의 축열조를 이용하여 타 시스템에서 소요되는 예냉 시간을 단축시키고 순간적으로 급격히 변화하는 부하에 대한 대응능력을 향상시켜 생산현장 내 안정적인 공조관리가 가능하도록 하는 내용이다. 현재 본 업체의 일부 사업장에서 시범적으로 이루어지고 있는 축열 시스템을 전력 사용량이 높은 3개 사업장에 적용할 경우 전력 절감을 통해 2013년에 전년 대비 약 10,000tonCO<sub>2</sub>eq 온실가스를 감축할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 3개 사업장 이외에도 다른 사업장에 적용 여부를 검토 중에 있다.

## 5. 통합 시나리오(Total Mitigation Scenario, TOT)

통합 시나리오는 위에서 언급한 저 에너지형 냉난방 시스템 도입과 AQMS를 통한 Air Loss 개선, 축열 시스템 도입을 통한 온실가스 저감 시나리오 외에도 2013년에 시행을 계획하고 있는 8개의 저감 정책을 동시에 적용시켜 예측해본 시나리오이다. 2013년에 계획 중인 11가지 저감정책을 모두 수행할 경우, 2013년에는 전년 대비 약 23%의 에너지 절감을 이루어 낼 수 있을 것으로 보인다. 또한, 2020년에는 에너지 사용량과 온실가스 배출량을 얼마나 감축 가능

Table 1. Electronic-Electrical components company GHG emissions by Source (unit : ton CO<sub>2</sub>eq)

	Scope1(Engine for generator, Transportation)	Scope2(Electricity, Boiler)	Total GHG emissions
2009	19,000	167,000	186,000
2010	28,000	267,000	295,000
2011	38,000	312,000	350,000
2012	30,000	305,000	335,000

한지 분석한 시나리오이다.

## IV. 연구결과

### 1. 온실가스 배출량 현황

온실가스 감축잠재량 평가를 위해 온실가스 배출량 현황 및 배출현황을 기초로 주요 배출시설 및 감축대상을 검토하였다. 온실가스 배출량은 목표관리제 명세서에 보고된 자료를 바탕으로 2009년부터 2012년까지의 온실가스 배출량을 Table 1과 Figure 2에 나타내었다. 온실가스 목표관리제가 적용된 2010년 이후 전자소재·부품업체의 온실가스 배출량은 매년 약 20%에 증가하는 추세를 보이고 있다. 또한 2013년에는 2012년 보다 약 30% 증가한 442,000 ton CO<sub>2</sub>eq의 온실가스를 배출할 것으로 전망하고 있다.

배출원별 온실가스 배출량을 검토하면, 전력배출시설이 해당되는 Scope2 배출원이 전체 배출량의 대부분을 차지하고 있으며, Scope1의 경우, 도시가스 사용 등으로 인한 일반 보일러 시설과 이동연소, 공정배출 등이 해당된다. 공정배출은 매우 적은 수준으로, 전력이나 도시가스 등이 포함된 에너지 사용으로

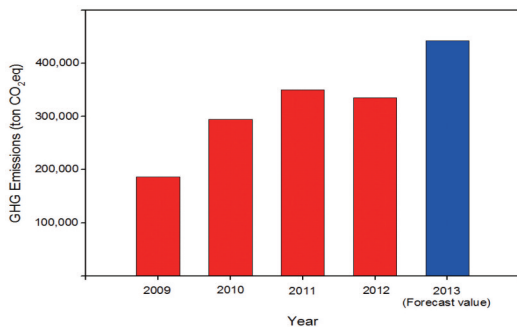


Figure 2. Electronic-Electrical components company GHG emissions by year

인한 온실가스 배출이 대부분이다. 온실가스 배출량의 주요 원인인 에너지사용량 검토결과, 2012년 기준 전력사용량이 89%를 차지하고, 연료는 도시가스(LNG)가 높은 비중을 점유하고 있다(Figure 3).

### 2. 온실가스 감축잠재량 분석

LEAP 모형을 이용하여 전자소재·부품업체의 전 사업장에 대한 2020년까지의 에너지 수요 전망 및 온실가스 배출량을 분석하였고, 또한 2013년 저감 계획을 기반으로 한 시나리오 적용을 통해 온실가스 감축잠재량을 계산하였다. Figure 4에 에너지 수요 전망을 나타내었다. (a)에는 에너지원별 수요전망, (b)에는 배출원별 에너지 수요 전망을 제시하였다. 전자소재·부품업체는 2020년에 약 13,800TJ의 에너지를 사용할 것으로 전망되며, 이는 2012년 에너지 수요량 6,100TJ 보다 약 2배 이상 증가한 수치이다. 전력사용시설에 대한 에너지 수요는 90% 이상으로 대부분을 차지하고 있었다.

Table 2와 Figure 5는 시나리오 적용에 따른 에너지 수요전망 결과를 보이고 있다. 시나리오의 경우 배출원별로 구분하여 기준 시나리오(REF)와 모든 저감 계획을 적용한 통합 시나리오(TOT)만 제시하였으며, Figure 5는 2010년부터 2년 단위로 각 시나리오

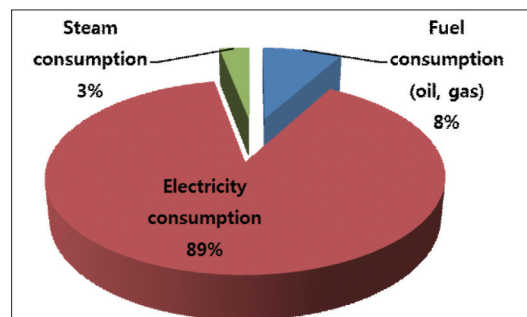


Figure 3. Energy consumption by 2012

Table 2. Change of energy consumption by scenarios (unit : TJ)

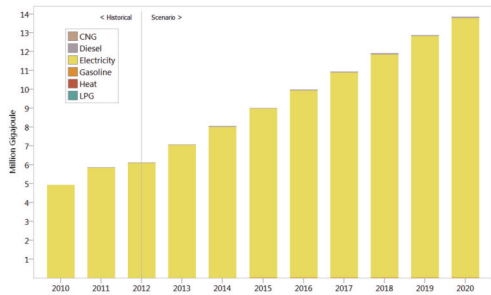
		2010	2012	2015		2020	
		REF	REF	REF	TOT	REF	TOT
Scope1	Engine for generator	0.6	0.6	1.0	0.8	2.0	0.9
	Transportation	6.8	31.7	51.7	51.7	84.4	84.4
Scope2	Electricity	4,930.7	6,081.3	8,961.5	7,801.9	13,761.8	10,669.6
	Boiler(heat)	0.2	0.2	0.4	0.4	0.6	0.6
Total		4,938.3	6,113.8	9,014.6	7,854.8	13,848.8	10,755.5

별 에너지 수요전망을 나타내었다. 전체 에너지 수요에 90% 이상 대부분을 차지하는 전력사용시설 에너지 수요가 저감 계획 시행에 따라 약 3,000 TJ 감축되는 것으로 계산되었고, Scope1의 이동연소와 관련된 저감 계획이 없어서 REF와 TOT가 2020년에도 같은 수치를 보였다.

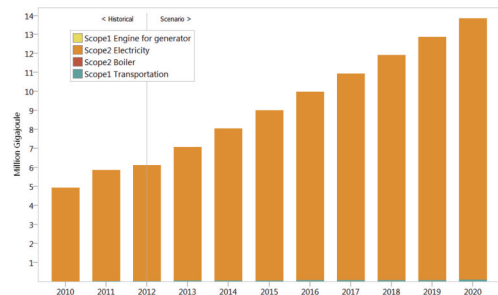
저감 시나리오 별로 에너지 수요전망을 확인하면 축열 시스템 도입을 통한 온실가스 저감(HSS) 시나리오로 인해 에너지 수요량이 2020년에 REF 대비 약 50 TJ 저감되는 것을 확인하였다. 사업장에서 사용되는 에너지의 대부분이 전력으로 나타나 이에 대

한 저감 계획이 주를 이루었다.

Figure 6에는 배출원별 온실가스 배출 전망을 제시하였다. 지난 2009년부터 2012년까지의 에너지 사용량 변화율과 회사 내부의 기초 자료를 바탕으로 2020년 까지 에너지 사용량과 온실가스 배출량을 분석해 보는 시나리오이다. 회사 내부 자료를 통해 연간 매출액을 기반으로 한 회사의 사업장 확장 계획 및 공정 계획 등을 기초로 하였다. REF 기준 2020년에 761,000 ton CO<sub>2</sub>eq으로 2012년 온실가스 배출량인 335,000 ton CO<sub>2</sub>eq보다 약 2배 증가하였다. 전력으로 인한 온실가스 배출량이 전체의 90% 이상으로 대



(a) By energy



(b) By source

Figure 4. Forecast of energy consumption

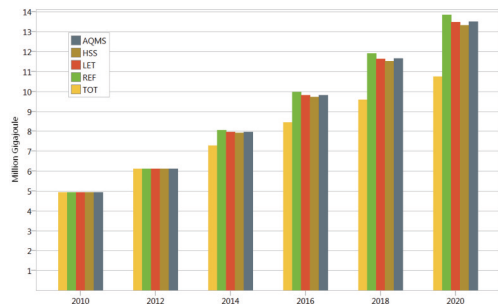


Figure 5. Change of energy consumption by scenarios

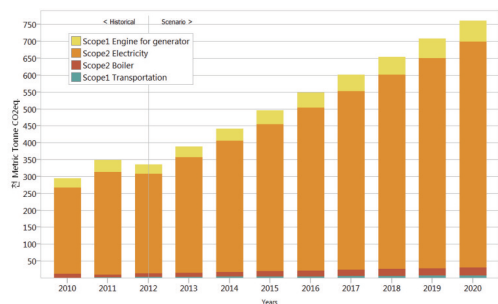


Figure 6. Forecast of energy consumption by source

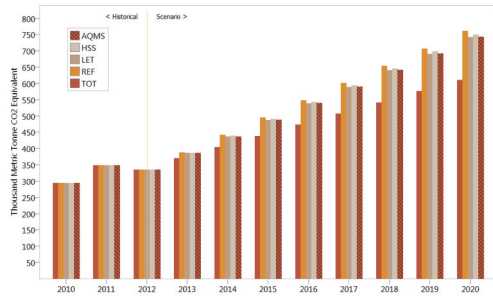


Figure 7. Change of GHG emissions by scenarios

부분으로 나타났고, 배출시설의 경우에도 전력사용 시설이 온실가스 배출량의 대부분을 차지하였다.

시나리오 적용에 따른 온실가스 배출량을 Figure 7에 제시하였다. 저 에너지형 냉난방 시스템을 도입할 경우 2013년에 전년 대비 약 2.55%에 에너지 사용량을 절감할 수 있을 것으로 조사되었으며, 2020년 기준 REF 대비 약 20,000 ton CO<sub>2eq</sub>의 온실가스가 저감될 수 있을 것으로 확인되었다(유기형 등, 2007). 또한 다음 시나리오인 AQMS 시스템의 구성을 통해 손실되는 온도와 습도를 효과적으로 개선하는 방안은 기류분석을 통해 배관에서의 속도와 압력의 Simulation 결과를 통해 확인 하였다(S. Zampolli et al., 2004). 내부 자료를 확인한 결과 2013년에 전년 대비 2.5%의 전력을 절감할 수 있을 것을 조사되었으며, 2020년 기준 REF 대비 약 17,000 ton CO<sub>2eq</sub>의 온실가스가 저감될 수 있을 것으로 전망되었다. HSS 시나리오는 축열 시스템을 통해 주간에 냉방으로 사용되는 에너지를 심야 저장하여 사용하는 시스템으로 기존의 공조설비를 그대로 이용가능하다. 현재 일부 사업장에서만 시범적으로 이루어지고 있는 축열 시스템을 전력 사용량이 높은 3개 사업장에 적용할 경우 전력 절감을 통해 2020년에는 약 750,000 ton CO<sub>2eq</sub>의 온실가스가 배출될 것으로 보이는데, REF 대비 약 10,000 ton CO<sub>2eq</sub> 저감될 수치이다(강한기 등, 2005; 이유지 등, 2011). 마지막으로 2013년에 계획 중인 11가지 저감정책을 모두 수행할 경우, 2020년에 REF 대비 약 150,000 ton CO<sub>2eq</sub>의 온실가스를 저감 할 수 있는 것으로 나타났다.

## V. 결론

본 연구에서는 전자소재·부품업체에 적용 가능한 온실가스 저감 신기술을 발굴, 감축잠재량을 파악하여 정부 정책에 선제대응하고, 기업의 중장기 목표 달성에 기여하여 해당업체의 온실가스 저감 노후추적하였다. 또한 현재 정부에서 기업체를 대상으로 강제 규제로 시행하고 있는 에너지·온실가스 목표관리제 및 2015년부터 예정된 배출권 거래제 시행에 앞서 이에 대한 대응기반을 구축하고자 한다.

이에 장기에너지분석 모형인 LEAP 모형을 이용하여 전자소재·부품업체의 에너지 수요 및 온실가스 배출 현황과 온실가스 감축잠재량을 분석하였다. 전자소재·부품업체는 전국에 10 여개의 사업장을 운영하고 있으며, 생산공정을 통해 많은 양의 전력을 소모하고 있다. 또한 목표관리제가 처음 시행된 2010년부터 계속 목표관리제에 참여하고 있다.

LEAP 모형의 시나리오를 구성은 2013년에 시행을 준비 중인 3개의 저감 계획을 포함한 11개의 저감 계획을 바탕으로 하였으며, 11개의 저감 계획을 모두 포함시킨 통합 시나리오를 추가로 확인하였다. 2010년을 기준년도로 하였으며, 입력 자료는 2011년부터 1년 단위로 2020년까지 분석되도록 설정하였다. 2020년까지 온실가스 배출량 및 에너지 수요를 전망하기 위하여 에너지원별 사용량 외에도, 지난 2009년부터 2012년까지의 직인 수, 부지면적, 사업장 수의 변화 등을 확보하였으며, 연간 매출액을 기반으로 한 성장률과 국가 반도체·디스플레이분야 온실가스 road-map 자료를 입력 자료로 활용하였다.

전자소재·부품업체는 2020년에 약 13,800 TJ의 에너지를 사용할 것으로 전망되는데, 이는 2012년 에너지 수요량보다 약 2배 이상 증가한 결과다. 전력사용시설에 대한 에너지 수요가 90% 이상을 차지하며 에너지 수요에 대부분을 차지하는 것으로 분석되었다. 11개 저감 계획을 모두 수행 할 경우 약 3,000 TJ 감축되는 것으로 나타났다. 온실가스 배출량은 2020년까지 온실가스 배출량이 REF 기준 약 760,000 ton CO<sub>2eq</sub> 배출 될 것으로 전망되었다. 이는 2012년 온실가스 배출량 335,000 ton CO<sub>2eq</sub> 보다 2배 이상



증가한 것으로, 연간 약 15.8%의 증가율을 보였다. 11개 저감 계획을 모두 시행한 TOT를 확인하면 2020년에 REF 대비 약 150,000 ton CO<sub>2</sub>eq의 온실가스를 저감 할 수 있는 것으로 전망되었다.

전자소재 · 부품업체는 핵심 기술개발과 세계 시장 개척을 선도하며 소재소자 사업부터 부품모듈사업까지 전 · 후방영역에서 경쟁력을 강화, 세계 부품업계 내 TOP 진입을 목표로 하고 있다. 본 연구결과를 통해 전기 · 전자부품업체는 현재 참여중인 목표관리제에 대한 명세서 및 이행계획 작성에 효율적으로 대응할 수 있을 것으로 보이며, 정부의 규제 강화와 기업의 환경 정책에 따른 온실가스 배출량 목표에 대응하여 친환경 기업 이미지에 기여할 수 있을 것으로 보인다.

## 참고 문헌

- 국립환경과학원, 2010, 온실가스 감축잠재량 평가 모델 구축 및 감축기반 연구.
- 기상청, 2011, 지역기후변화정보 어떻게 활용해야 하나.
- 김진형, 2008, 기후변화협약에 따른 대구시 산업부문 온실가스 현황 및 감축 잠재량에 관한 연구, 계명대학교 석사학위논문.
- 김호석, 2007, LEAP 모델링시스템을 이용한 상향 모형 구축 및 에너지부문 기후정책 평가, 한국에너지기후변화학회지, 2(1), 49-58.
- 민문기, 2012, 온실가스 · 에너지 목표관리제 현황과 전망, 전기저널, 425, 28-33
- 박년배, 2011, 발전 부문 재생가능 에너지 전환을 위한 장기 시나리오 분석, 서울대학교 박사학위논문.
- 박찬, 김대곤, 성미애, 서정현, 설성희, 홍유덕, 이동근, 2013, 지자체 유형별 사회경제적 특성에 따른 온실가스 배출특성 분석, 한국환경영향평가학회지, 22(3), 195-201.
- 박효정, 정혜진, 이승득, 박재우, 2012, LEAP 모델 적용을 통한 대학단위 온실가스 감축안 도출 - 한양대학교 안산캠퍼스 대상으로, 대한환경공학회지 34(4), 280-287.
- 신승복, 전수영, 송호준, 박종진, 2009, LEAP 모형을 이용한 연료전지 열병합발전설비 도입에 따른 온실가스배출저감 잠재량 분석, 에너지공학 18(4), 230-238.
- 에너지경제연구원, 2010, 제5차 에너지이용합리화 기본계획 수립연구.
- 에너지관리공단, 2011, 2011 에너지절약 통계 핸드북
- 온실가스종합정보센터, 2011, 2020년 저탄소 사회구축을 위한 로드맵 단계별 · 부문별 온실가스 감축목표 수립.
- 우정호, 최경식, 2012 LEAP 모델을 이용한 대학의 온실가스 배출량 및 감축잠재량 분석, 한국환경영향평가학회지 21(3), 409-415.
- 유정화, 박년배, 조미현, 전의찬, 2012, 상향식 모형을 이용한 대학의 온실가스 감축 잠재량 평가, 한국기후변화학회지 3(3), 183-193.
- 유기형, 송규동, 2007, 바닥급기 시스템의 거주역공조를 위한 설계 기법 및 에너지 절감 효과에 관한 연구, 한국태양에너지학회, 27(3), 127-133.
- S. Zampolli, I. Elmi, F. AhmedI, M. Passini, G.C. Cardinali, S. Nicoletti, L. Dori, 2004, An electronic nose based on solid state sensor arrays for low-cost indoor air quality monitoring applications, 101, 39-46.
- 강한기, 정진우, 2005, 반도체 공정에서 수축열시스템 적용사례, 대한설비공학회 학술발표대회논문집, 36-40.
- 이유지, 유미혜, 정웅준, 박상훈, 여명석, 김광우, 2011, 주거건물에 구체축열시스템 적용 시 운전시간에 따른 에너지 절감량 분석, 한국건축친환경설비학회 학술발표대회 논문집, 16-19.
- 김동은, 김진효, 2011, 국내 업무시설의 LEED 인증을 위한 건물 에너지 비용 절감 분석, 대한건축학회 추계학술발표대회 논문집, 31(2), 453-454.
- 안윤기, 허재용, 진윤정, 2010, MARKAL 모형을

- 통한 철강산업의 온실가스 감축잠재량 분석, 한국지구시스템공학회, 47(3), 312-323.
- 이상엽, 유상희, 2009, 우리나라 산업부문의 온실가스 저감잠재성 분석, 산업혁신연구, 25(4), 177-196.
- 임재규, 2006, 기후변화협약 제3차 국가보고서 작성을 위한 기반구축연구(제3차년도), 에너지경제연구원.
- 장현재, 2002, 거주역 중심의 자연환기 방식과 하이브리드(Hybrid) 공조방식, 공기청정기술, 15(4), 44-54.
- 조미현, 2013, LEAP 모형을 이용한 가정 부문 온실가스 저감대책 분석, 세종대학교 석사학위논문.
- 환경부, 2011, 온실가스·에너지 명세서 작성 해설서.
- 환경부, 2012, 온실가스 배출 전망 및 감축잠재량 예측·분석·평가 기술 개발에 관한 연구.
- Heaps, C., 2008, An Introduction to LEAP, Stockholm Environment Institute.
- IPCC, 2006, IPCC Guidelines.
- Shin, H. C., Park, J. W., Kim H. S., Shin E. S., 2005, Environmental and economic assessment of landfill gas electricity generation in Korea using LEAP model, Energy Policy, 33(10), 1261-1270.
- Stern, Nicolas, 2009, The Global Deal: Climate Change and the Creation of a New Era of Progress and Prosperity.
- 에너지관리공단 <http://www.kemco.or.kr/>