

RPS (Renewable Portfolio Standard) 제도 도입에 따른 국내 장기 전원구성 변화에 관한 연구

논 문

58-3-7

A Study of the Long-term Fuel Mix with the Introduction of Renewable Portfolio Standard

이 정 인* · 한 석 만** · 김 발 호†
(Jeong-In Lee · Seok-Man Han · Balho H. Kim)

Abstract - Renewable Portfolio Standard (RPS) is a regulatory policy that requires the generation companies to increase the proportion of renewable energy sources such as wind, solar, LFG, fuel cell, and small hydro. Recently, Korean government decided to increase the portion of renewable energy to 3% to total electricity generation by 2012 from the current level of 0.13%. To achieve this goal, an innovative plan for market competitiveness would be required in addition to the present Feed-In-Tariff (FIT). That is Korean government has taken it into consideration to introduce a Renewable Portfolio Standard (RPS) as an alternative to FIT. This paper reviews the impact of RPS on the long-term fuel mix in 2020. The studies have been carried out with the GATE-PRO (Generation And Transmission Expansion PROgram) program, a mixed-integer non-linear program developed by Hongik university and Korea Energy Economics Institute. Detailed studies on long-term fuel mix in Korea have been carried out with four RPS scenarios of 3%, 5%, 10% and 20%. The important findings and comments on the results are given to provide an insight on future regulatory policies.

Key Words : RPS, renewable energy, Feed In Tariff, long-term fuel mix,

1. 서 론

우리나라의 대체에너지 보급은 선진국에 비하여 상당 수준 뒤떨어져 있다. 특히 신재생에너지의 발전량은 전체 발전량의 1.08% 수준으로 선진국에 비해 미약한 실정이다[1]. 하지만 신재생에너지는 지속가능한 에너지 공급체계를 위한 미래 에너지원으로서 환경 친화적이며, 무제한 공급 및 재생이 가능한 에너지원이다. 이러한 신재생에너지는 초기투자비용이 큰 단점이 있으나, 화석에너지의 고갈문제와 환경문제에 대한 핵심 해결방안이라는 점에서 정부는 신재생에너지에 대한 과감한 연구개발과 보급정책 등을 추진하고 있다.

또한 정부는 신재생에너지 공급비율을 2011년까지 5%로 확대하는 것을 목표로 설정하였다[2]. 이러한 목표를 달성하기 위하여 신재생에너지발전에 대한 발전차액지원제도를 시행하고 있으며, 이는 각 전원별로 기준가격이 정해지고 보장기간을 10년 이상으로 하여 한전 및 정부의 재정적 부담을 크게 만들기 때문에, 정부가 목표를 달성하기 위해서는 발전차액지원제도만으로는 미흡하기 때문에 RPS 제도가 가장 효과적인 정책으로 대두되고 있다. 이는 정부가 발전사업자에게 의무량을 설정해주고, 가격은 시장에 의해 결정되기 때

문에 그 만큼 시장이 확보되어 수요가 보장되고 관련 사업이 활성화 된다. 또한 RPS 제도 도입에 따라 신재생에너지 이용보급이 촉진될 수 있고, 재정부담 완화의 효과가 있을 것으로 예상된다. 그러므로 정부는 2012년 3%를 시작으로 2020년까지 10%까지 신재생에너지 공급 확대를 위해 RPS 제도를 도입할 예정이다. 신재생에너지 보급 확대를 위한 재정 부담을 완화하고 최종적으로는 전력을 이용하는 소비자가 비용을 부담하는 형태의 RPS 제도를 도입하는 방안을 추진 중에 있다. 이러한 계획에 따라 RPS 제도가 추진될 경우 우리나라의 장기전원구성에 상당한 변화가 예상되며, 이러한 변화는 단기설비운용(급전) 패턴에 영향을 미치게 되고, 궁극적으로는 전력생산비용의 변화를 반영하는 전기요금제도의 변화가 불가피할 전망이다.

본 연구에서는 단일모션 계통의 시스템 및 전원구성 모형을 이용하여 RPS 제도 도입이 국내 장기 전원구성에 미치는 영향과, RPS 제도의 내용(시나리오)에 따른 발전비용의 변화를 분석하여, 보다 효과적이고 시장친화적인 RPS 제도 도입 및 추진에 대한 사전 분석을 실시하여, 이로 인한 전력시장에의 영향에 대한 다각적인 인식을 제공하고자 한다.

2. 신재생에너지 지원제도

신재생에너지 보급을 위한 제도는 크게 보아 가격규제의 발전차액지원(Feed-In Tariff) 제도와 물량규제의 RPS(Renewable Portfolio Standard) 제도로 대별된다.

* 준 회원 : 홍익대학교 전기정보제어공학과 석사과정

** 정 회원 : 홍익대학교 전기정보제어공학과 박사과정

† 교신저자, 정회원 : 홍익대 전기정보제어공학과 부교수·공박

E-mail : bhkim@wow.hongik.ac.kr

접수일자 : 2009년 1월 15일

최종완료 : 2009년 2월 3일

2.1 RPS 제도

RPS(Renewable Portfolio Standard) 제도는 발전사업자나 판매사업자에게 발전량이나 판매량의 일정부분을 신재생에너지원으로부터 공급하도록 의무수준을 할당하고 각 사업자에게 신재생 에너지원으로부터 공급한 전력량만큼의 REC (Renewable Energy Certificate), 신재생에너지발전인증서)를 주어, 의무수준 초과분만큼의 REC를 의무수준 달성에 미달한 사업자에게 판매할 수 있도록 하는 신재생에너지 보급제도이다[3].

RPS 제도를 국내에 도입하기 위해서는 RPS 목표수준, 스케줄, 인증전원의 범위, 의무사업자 선정 또는 효율적인 신재생에너지발전인증서(REC, Renewable Energy Certificate) 거래제도 확립 등을 고려해야 한다. RPS 목표는 정책기관(규제기관)에서 RPS 제도를 통해 달성하고자 하는 국가 전체의 신재생에너지 목표수준을 장기적으로 설정해야 하며, 이 목표수준은 목표비율로 표시할 수도 있고, 목표량으로 표시할 수도 있다. 또한 장기적 목표수준이 설정되면 이 목표수준을 달성할 수 있도록 하는 연도별 목표수준 즉, 목표달성 스케줄을 세워야 한다. 인증전원의 범위에 있어서는 RPS 제도로 편입시킬 신재생에너지 인증대상 전원을 어디까지 포함시킬 것이며, 인증전원 내에서도 더욱 보급을 촉진시킬 전원이 있는지 등을 결정해야 한다[4].

2.2 발전차액지원제도

발전차액지원제도(FIT)는 현재 우리나라에서 시행되고 있는 기준가격제도의 명칭으로 신재생에너지 사업자에게 일단은 전력시장의 가격인 SMP를 지급하고, 정책기관에서 정한 기준가격과 SMP와의 차이를 나중에 지원해줌으로써 결과적으로는 사업자에게 기준가격에 해당하는 가격을 보장해주는 제도이다. 기준가격이 적용되는 신·재생에너지원은 2004년 10월에 개정된 “대체에너지이용 발전전력의 기준가격지침”을 통해 소수력, 풍력, 매립가스(LFG), 태양광, 폐기물, 조력으로 정해져 있으며 이들은 소정의 설비용량 기준 및 기술기준을 충족하여야 한다. 발전차액을 보장해주는 기간은 풍력과 태양광은 15년이며, 소수력, 매립지 가스, 폐기물소각, 조력의 경우는 5년으로 하고 있으며 최초사업자의 적용기간 만료일 30일 이전에 새로운 적용기간을 고시하도록 되어 있다.

차액지급정책의 지원대상은 전력시장에 참여하여 운전 중인 신·재생에너지 발전사업자(소수력, 풍력, 매립가스, 폐기물, 태양광발전)와 신·재생에너지를 이용한 발전전력의 우선구매자(전력수급계약을 체결한 전기판매사업자)로 구분되며 지원액은 발전차액, 즉 위에서 언급한 신·재생에너지원을 이용하여 생산 공급한 전력에 대하여 기준가격과 계통한계가격(시장가격)과의 차액이다.

1) 계통한계가격(SMP)이란 각 시간대별 수요를 충족시키기 위하여 발전이 할당된 발전기별 발전가격(변동비)중 가장 비싼 값을 의미하며, 모든 발전기가 동일하게 발전에 대한 대가로 이 가격을 적용받게 된다. 계통한계가격과 별도로 각 발전기는 자신의 시간대별로 신고된 가용용량에 대하여 용량요금을 받게 된다. 용량요

2.3 RPS 제도와 발전차액지원제도의 비교

아래의 표에서 보듯이, FIT 제도는 신재생에너지 보급을 위한 투자유도에 효과적인 반면 RPS 제도는 신재생에너지 정책목표 달성에 효과적임을 알 수 있다. 독일 등 유럽의 많은 국가들에서는 대체로 FIT 제도를 시행하고 있으며, 미국과 영국, 호주, 일본 등지에서는 RPS 제도를 시행중이다. 우리나라의 경우 FIT 제도를 원용한 발전차액지원제도를 시행중이나 2012년부터는 RPS 제도로 이행하기로 계획되어 있다.

표 1 발전차액지원제도와 RPS 제도 비교
Table 1 Comparison of FIT and RPS

구분	발전차액지원제도 (기준가격의무구매)	RPS 제도 (쿼터제)
매커니즘	정책기관 : 가격 설정 시 장 : 물량 설정	정책기관 : 물량 설정 시 장 : 가격 설정
도입효과	가격수준에 따른 경제성 여부에 따라 도입목표 달성이 유동적	목표량의 의무부과로 효과적인 정책목표 달성이 가능함
장점	보장가격에 높은 경우 신규설비투자 유인에 효과적	시장원리에 의해 목표달성을 위한 비용최소화 유도
단점	목표 달성이 불확실함	투자 불확실성 존재

※ 출처 : 전력거래소, 2008

3. 전원개발계획

우리나라의 RPS 제도의 도입은 기준연도에 대한 총량계약의 형태로 신재생에너지 발전 의무량을 각 발전사업자들에게 할당할 가능성이 높으며, 일단 각 발전사업자에게 신재생에너지 의무량(발전량 기준)을 할당하게 될 전망이다. RPS 제도는 단기적으로 급전계획에 영향을 미치고, 장기적으로는 장기 전원개발계획 수립에 영향을 미치게 된다. 따라서 RPS 제도가 전원구성에 미치는 영향은 기존 설비계획 연구의 연장선상에 있다.

전원개발계획은 비용최소화 문제와 다목적 의사결정을 적용한 두 방법으로 분류되며, 비용최소화 문제는 선형계획법, 비선형계획법, 정수계획법, 동적계획법 등으로 정식화된다. 현재 국내 전원개발계획 수립 시 사용되는 전산모형은 WASP 이며, 최적화기법으로 동적계획법을 채택하고 있다 [5]. 그러나 현재 사용 중인 WASP 모형은 환경문제와 같은 정책 조건들을 반영할 수 없다는 단점 때문에, 최근 전원개발계획과 관련하여 WASP 전산모형의 수정·보완 또는 새

금은 발전전력량에 대한 대가지급에 추가하여 발전기의 설비용량에 대하여 지급하는 요금으로, 설비투자에 대한 회수가 가능하도록 하여 전력의 안정적인 공급이 이루어지기 위해서 지급된다. 이 용량요금은 기저발전기(원자력, 석탄(유연탄), 무연탄발전기)와 일반발전기(기저발전기를 제외한 모든 발전기)가 구분되어 기저와 일반에 대한 한계설비의 고정비를 근거로 된다.

로운 모형개발에 대한 연구가 이루어지고 있다. 이에 관한 주요 연구 중, 김영창(1993)[6]이 제안한 연구에서는 다목적 함수의 최적화 기법을 이용하였으며 기존의 동적계획법과는 상이한, 우선순위 동적계획법을 채택하였으며, 현재 전원개발계획 수립에 활용되고 있는 WASP 전산모형을 이용하여 다목적 전원개발계획 방법을 구현하였다[7]. 그러나 이러한 모형들은 모두 신재생에너지, 기후변화(배출권 등) 문제 등을 고려할 수 없다는 단점이 있다.

한편 에너지경제연구원과 홍익대학교에서 공동으로 개발한 GATE-PRO(Generation And Transmission Expansion PROgram) 모형은 RPS 제도와 같은 신재생에너지 정책 및 배출권 등의 환경정책 등을 취급할 수 있다[8]. 신혜경[9], 김발호[10] 등은 배출권 도입에 따른 장기 전원구성 분석에 GATE-PRO를 이용한 바 있다. 이에 본 연구에서는 RPS 도입에 따른 장기 전원구성 변화 분석에 GATE-PRO 모형을 주 모형으로 이용하고, WASP를 보조 모형으로 이용하였다.

3.1 GATE-PRO 모형

본 연구에서는 2012년도에 도입 될 RPS 제도를 고려한 설비계획 방법론 제안을 위해 GATE-PRO 모형을 이용하였다. GATE-PRO 모형은 러시아의 ESI에서 제안한 OIRES 수리기법을 적용하여 에너지경제연구원과 홍익대학교에 의해 프로그램으로 구현되었으며, 지금까지 동북아 지역의 전력계통 연계에 따른 경제성 평가에 관한 연구에 활용되었다. GATE-PRO 모형은 다음과 같은 사항을 고려하여 최적화 문제를 구성한다[11].

○연중 최대부하가 발생하는 계절 및 일일 최대부하가 발생하는 시간대의 비동시성(non-coincidence) 즉, 연구 대상 지역 간 부하패턴의 다양성(load diversity)를 고려해야 한다. 이를 위해, 연계계통 내 모든 지역의 계절별 근무일 및 비근무일 24시간 각각에 대한 부하를 적용한다.

○부하수요를 충족시키기 위해서는 신규 발전설비를 증설하거나 인접 지역의 잉여용량을 이용하기 위한 연계선로를 건설할 수 있다. 이 때, 각각의 대안에 대한 경제성 평가를 수행하기 위해서는 비용 관점에서 이를 비교할 수 있어야 한다. 이를 위해, 각 발전설비 및 연계선로 증설용량을 모형의 결정변수로 반영한다.

○발전설비 및 연계선로와 관련된 비용을 비교하기 위해서는 해당 대안의 투자비용뿐만 아니라 운영비용 또한 고려해야 한다. 따라서 시간대별 발전출력과 계통 간 유통전력량 또한 모형 내에서 결정될 수 있어야 한다.

○미래의 부하성장을 고려한 장기 전원계획모형으로써, 목표연도의 필요 발전용량과 송전용량 및 관련 비용을 비교할 수 있도록 해야 한다.

이를 바탕으로, 계산의 단순화를 위해 GATE-PRO 모형은 목표연도까지의 연도별 신규 설비증설의 최적화를 수행하는 대신 특정 목표연도에서의 최적 설비수준을 도출하는 정적 선형계획모형(static linear programming model)으로 정식화된다. 따라서 전원개발계획 수립 시 GATE-PRO 모

형을 이용할 경우 현재 우리나라에서 이용하는 WASP 모형과는 달리 특정연도에 필요한 설비용량이 도출되며 연구 대상 계통을 단일 모션으로 고려하지 않고 송전선로 연계된 계통으로 고려하여 향후 지역별 전원개발계획을 도출할 수 있는 장점이 있다.

3.2 GATE-PRO 모형의 정식화

기존의 GATE-PRO 모형은 정적선형계획법을 적용하여 특정 목표연도에서의 최적 발전용량 및 국가 간 송전용량을 산출하는 모형이었으나 본 논문에서는 향후 우리나라의 RPS 제도 도입에 따른 설비증설 및 불연속적으로 발생하는 설비증설의 특성을 반영하기 위해 혼합정수계획법을 적용한 설비계획 방법론을 제안한다. 단일모션시스템 하에서 GATE-PRO 모형은 특정목표연도에서의 최적 발전용량 및 연도별 설비증설을 산출하는 모형으로, 다음의 식에서 보여주고 있는 바와 같이 계통의 발전설비 운전비용과 신규 발전설비 투자비용을 최소화하는 해를 도출한다.

$$Min \sum_{i=1}^I \sum_{y=1}^Y \sum_{t_y=1}^{48} c_i \tau_{t_y} x_{t_y} + \sum_{i=1}^I K_i (r + b_i) X_i P U_i \quad (1)$$

- i : 발전설비의 전원유형
- y : 계절
- t_y : 해당 계절(y) 내 근무일수 및 비근무일의 시간대
- τ_{t_y} : 해당 계절(y) 내 근무일수 및 비근무일수
- c_i : i 전원유형 발전설비의 운전(평균 연료)비용(\$/MWh)
- K_i : i 전원유형 설비 증설 시 소요되는 단위용량 당 투자비(\$/MW)
- $P U_i$: i 전원유형의 단위발전설비용량(MW)
- r : 계통의 투자보수율(rate of return)
- b_i : i 전원유형 발전설비의 연간 고정비용
- x_{t_y} : i 전원유형 발전설비의 t_y 시간대 운전용량(MWh)
- X_i : 목표연도에서의 i 전원유형 단위발전설비의 신규 증설대수

GATE-PRO 모형의 제약조건은 다음에 오는 사항들을 고려한다.

$$a_{1y}^{quar} \cdot X_1 P U_1 + \sum_{i=2}^I X_i P U_i \geq P_{t_y} + R_{t_y} \quad (2)$$

$$t_y \in T_y^{\max}; y \in Y^{\max}$$

$$\sum_{i=1}^I x_{it_y} \geq P_{t_y} + x_{2t_y}^{char} \quad (3)$$

$$t_y = 1, \dots, 48; y = 1, \dots, Y$$

$$N_i^0 \leq X_i P U_i \leq N_i^M \quad (4)$$

$$i = 1, \dots, I$$

$$a_{iy}^m \cdot X_i P U_i \leq x_y \leq a_{iy} \cdot X_i P U_i \quad (5)$$

$$t_y = 1, \dots, 48; y = 1, \dots, Y$$

$$0 \leq x_{2t_y}^{char} \leq a_{2y} \cdot X_2 P U_2 \quad (6)$$

$$t_y = 1, \dots, 48; y = 1, \dots, Y$$

$$\sum_{t_y=1}^{48} \tau_{t_y} x_{1t_y} \leq h_{1y} \cdot X_1 P U_1 \quad (7)$$

$$y = 1, \dots, Y$$

$$\sum_{t_y=1}^{24} x_{2t_y} - \eta^{PSPP} \cdot \sum_{t_y=1}^{24} x_{2t_y}^{char} \leq 0 \quad (8)$$

$$\sum_{t_y=25}^{48} x_{2t_y} - \eta^{PSPP} \cdot \sum_{t_y=25}^{48} x_{2t_y}^{char} \leq 0 \quad (9)$$

$$y = 1, \dots, Y$$

$$\sum_{t_y=1}^{24} x_{2t_y} \leq h_2 \cdot X_2 P U_2 \quad (10)$$

$$\sum_{t_y=25}^{48} x_{2t_y} \leq h_2 \cdot X_2 P U_2 \quad (11)$$

$$y = 1, \dots, Y$$

- T_y^{max} : 연계시스템의 연간 최대부하가 발생하는 시점
- Y^{max} : 최대 부하가 발생하는 계절
- P_{t_y} : t_y 시간대에서의 부하수요
- R_{t_y} : t_y 시간대에서의 필요한 예비력
- $X_i P U_i$: 목표연도에서의 i 전원유형의 발전설비용량
- a_{1y}^{quar} : y 계절에서의 이용 가능한수력발전설비용량 지수
- x_y : t_y 시간대에서의 i 전원유형 발전설비의 발전량
- $x_{2t_y}^{char}$: t_y 시간대에서 양수발전을 위해 필요한 설비용량
- N_i^o : 기준연도에서의 i 전원유형 발전설비용량
- N_i^M : 목표연도에서의 발전설비용량의 상한
- a_{iy}^m : y 계절, i 전원유형 발전설비의 이용 가능한 최대 운전용량이 설비용량에서 차지하는 비율
- h_{1jy} : y 계절의 수력 발전설비용량의 최대 이용가능 시간
- η^{PSPP} : 양수 발전설비의 발전효율
- a_{1y}^{quar} : y 계절에서의 이용 가능한수력 발전설비용량 지수
- h_2 : 양수 발전설비의 최대 이용가능 시간

(2)식은 안정적인 계통운동을 수행하기 위해서는 연중 최대 부하가 발생하는 시점에서의 총 공급용량은 예비력을 포함한 최대 부하수요량보다 커야 한다는 제약조건을 정식화한 것으로, 수력 발전설비용량에 화력 발전설비용량을 합한 다음 최대 부하수요에 필요 예비력을 합한 값보다 커야 한다는 것을 의미한다.

전력계통은 매 순간 수급균형이 이루어져야 하는 특성을 갖는다. 식 (3)은 이러한 수급균형 제약조건을 나타내는 것으로서, 각 계절별, 시간대별 발전량은 계절별 시간대별 부하와 양수발전을 위해 필요한 설비용량을 합한 값과 같거나 커야 한다는 것을 의미하며, 각 계절별, 시간대별로 주어진다.

식(4), (5)는 전원유형별 신규 발전설비의 증설에 제한을 가하는 제약조건과, 노드별 전원유형에 따른 발전출력은 설비의 유지·보수 등 다양한 요인을 감안하여 계절별로 제약할 수 있음을 나타낸다.

양수 발전설비의 경우, 다른 유형의 전원과의 운전방식 상 차이를 감안하여 식 (6)과 같은 별도의 제약조건이 추가적으로 부과된다.

수력 발전설비에 대해서는 연간 총 발전량이 건설된 수력 발전설비용량에 대한 최대 공급가능 발전량을 초과하지 않도록 식(7)으로 제약을 하는 것이다.

양수발전의 경우에는 양수(charge)/방수(discharge) 간 일일 균형 제약조건이 식(8)과 식(9)로 설정된다.

식(10), 식(11)은 양수 발전설비에 대해서는 이용 가능한 저수량에 대해서도 제약을 나타낸다.

4. GATE-PRO 모형을 활용한 설비계획 방법론

2012년부터 RPS 제도가 시행될 예정이며, 교토의정서에 의하여 이산화탄소 감축의무 부담이 예측되므로 신재생에너지 전원 증설의 필요성은 불가피할 전망이다. RPS 제도 도입에 따른 GATE-PRO 모형의 개선방법에 대하여 알아본다.

식 (3)은 전력계통의 수급균형 제약조건을 나타내는 것으로서, 이를 RPS 제도 도입을 위하여, 전체 발전량의 일정 비율을 신재생에너지가 의무 부담한다고 가정하기 위하여 식 (12), 식(13) 처럼 비신재생, 신재생 전력수급균형 제약조건을 나눈다.

$$\sum_{i=1}^I (1 - RPS) x_y \geq (1 - RPS) P_{t_y} + x_{2t_y}^{char} \quad (12)$$

$$t_y = 1, \dots, 48; y = 1, \dots, Y$$

단, RPS 제도 도입에 따른 의무량을 전체 발전량의 일정 비율로 부담하기 때문에, (1-RPS)는 RPS 제도 도입을 고려한 비신재생에너지 전원의 전체 발전량을 나타낸다. 또한 x_y 는 t_y 시간대에서의 비신재생에너지 i 전원유형 발전설비의 발전량을 나타내며, $x_{2t_y}^{char}$ 는 t_y 시간대에서 양수발전을 위해 필요한 설비용량을 나타낸다. 제약조건은 각 계절별, 시간대별로 주어진다.

$$\sum_{i=1}^I (RPS) \times x_y \geq (RPS) \times P_{t_y} \quad (13)$$

$t_y = 1, \dots, 48; y = 1, \dots, Y$

단, RPS는 RPS 제도 도입에 따른 의무량을 일정 비율로 나타낸 것이며, x_y 는 t_y 시간대에서의 신재생에너지 i 전원유형 발전설비의 발전량을 나타내며, P_{t_y} 는 각 계절별, 시간대별 부하이다.

4.1 신재생에너지 기술개발 목표를 고려한 설비계획 방법론

현재 정부는 신에너지 및 재생에너지개발·이용·보급촉진법 및 동법 시행령에 따라 선진국과 기술격차가 적어 기술개발을 통한 실용가능화가 가능한 태양광, 풍력, 연료전지의 기술개발에 대해 집중 지원함으로써 향후 3 가지 전원의 원가절감을 다음과 같이 예상한다. 그러므로 우리는 신재생에너지를 제외한 각 유형별 전원의 기술력은 동등하다고 가정하고, 신재생에너지의 기술개발을 고려한 경우의 설비계획을 도출한다.

표 2 각 전원 유형별 기술개발 목표 (단위:백만원/kW)
Table 2 Technical development target (Unit:million won/kW)

TYPE	SOLAR	WIND	FUEL
2006년 설치비용	8.8	1.77	10.38
개발 목표	8	1.3	2

※ 출처 : 에너지관리공단 홈페이지, 프로젝트 및 일반산업

4.2 신재생에너지 보급량을 고려한 기술개발 목표 예측

현재우리나라는 신재생에너지 보급 확대를 위한 정책으로 발전차액지원제도와 RPA(Renewable Portfolio Agreement)를 실행하고 있다. 발전차액지원제도는 정부가 정한 기준가격과 계통한계가격(SMP : System Marginal Price)과의 차액을 지원함으로써 신재생에너지 보급을 확대하고 있다. 이를 계속 유지할 경우 정부의 재정적 부담이 커지게 된다. 그러므로 2012년 RPS 제도 도입과 함께 발전차액지원제도의 중단을 가정한다. RPS 제도 도입에 따라 발전사업자는 전체 발전량의 일정량을 의무량으로 부담하게 되면, 현재 신재생에너지원 중 발전단가가 가장 비싼 태양광 설비는 다른 전원과 비교하여 경제성이 없으므로, 설비의 증설은 일어나지 않게 될 것이다.

그러므로 각 전원의 균형적인 설비증설을 위하여, 태양광 발전의 학습곡선을 이용하여 태양광 발전 누적 보급량과 가격과의 함수를 도출한다. 그러므로 각 전원의 균형적인 설비증설을 위하여, 태양광 발전의 학습곡선을 이용하여 태양광 발전 누적 보급량과 가격과의 함수를 도출한다. 신재생에너지 설비는 비신재생에너지설비 비해 건설기간이 단기간이다. 제3차 전력수급기본계획 신재생에너지 전원구성에 비해 설

비규모가 확대 될 수 있으므로 본 절에서는 제4차 전력수급 기본계획에 의한 2020년도의 태양광 발전설비계획을 기준으로 하여 목표연도의 누적보급량을 이용한 태양광 발전 설비 단가를 예측한다.

5. 사례연구

5.1 사례연구계통

본 연구에서는 향후 2012년 이후 우리나라의 RPS 제도 도입이 발전량제약 형태로 부담될 것임을 고려하여 단일모선 시스템에 대한 설비계획을 도출하였다. 본 연구에서 사용한 입력 자료는 발전설비 관련자료, 부하특성자료 및 계절별 설비특성 자료로 구분할 수 있다.

우리나라에 존재하는 발전설비는 전원유형별로 동일한 기술적, 경제적 특성을 갖는 것으로 가정한다. 비신재생에너지 전원 유형은 수력(hydraulic power plant : HPP), LNG복합(GAS CC), 석유화력(OIL), 석탄화력(COAL), 원자력(NUCLEAR), 양수(pumped storage power plant : SPSP) 발전설비로 구분하였다. 신재생에너지 발전설비는 11개의 신재생에너지 전원모듈을 고려하지 않았고, 현재까지 보급데이터가 있고, 잠재량을 추정할 수 있는 태양광(SOLAR), 풍력(WIND), 매립지 가스(LFG), 연료전지(FUEL CELL), 소수력(hydro-small)으로 5가지 발전설비로 구분하였다.

각 전원유형별 기준 발전설비용량은 2006년 발전설비용량을 적용하였으며, 2006년 실적자료는 제3차 전력수급기본계획을 참고 하였다[11].

부하특성 자료로는 시간대별 부하를 이용하며, 매 시간대별 부하는 근무일(weekday)과 공휴일(weekend)로 구분한다. 시간대별 부하패턴은 2006년 시간대별 발전량을 바탕으로 작성하였으며, 최대부하는 제3차 전력수급계획을 토대로 수요관리 후의 값 71,810 MW을 적용하였다.

계절별 설비특성 자료로는, 일반적으로 시간대별 수요는 각기 다르지만 계산상의 편의를 위해 1년을 4계절로 구분하였고, 각 계절의 주중과 주말의 대표일의 시간대별 부하를 입력 자료로 활용한다.

표 3 우리나라의 주중/주말 일수 (단위:일)
Table 3 Weekday/Wenkend days (Unit:day)

TYPE	주중	주말
겨울	64	28
봄	63	28
여름	60	30
가을	62	30

5.2 사례연구 시나리오 및 주요가정

본 연구는 GATE-PRO를 사용하여 RPS 제도 도입에 따른 2020년도의 설비계획을 도출한다. 기존의 설비계획 모형은 모든 전원을 동시에 고려하면, 비신재생에너지(중앙급전) 전원이 전체 수요 및 예비력을 충당할 수 있으므로, 신재생에너지 전원의 설비증설이 발생하지 않았다. 따라서 RPS 제도를 고려하기 위하여 전원구성모형을 2가지로 나누어 목표연도의 설비계획을 도출 하였다.

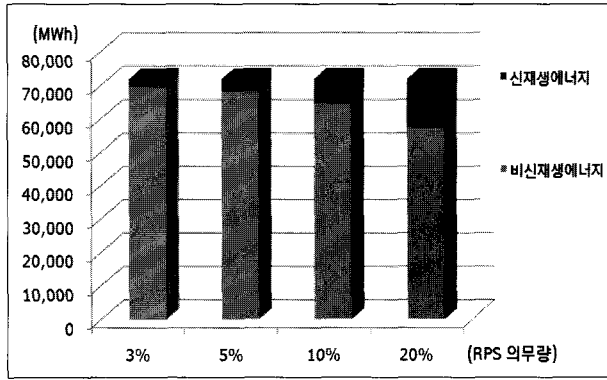


그림 1 RPS 의무량에 따른 전체 발전량 변화, 2020년도
Fig. 1 Total generation change with the introduction of RPS, in 2020

2012년도 RPS 의무량이 전체 발전량의 3%로 도입될 예정이다. 그러므로 본 연구에서는 신재생에너지 전원(태양광, 풍력, LFG, 연료전지, 소수력) 5가지가 전체 발전량의 피크 부분 중 3%, 5%, 10%, 20%를 담당하는 것으로 가정하였다. 3%는 도입 목표량이며, 신재생에너지 보급 확대 계획의 적정 대안으로 5%를 가정하였다. 10%와 20%는 RPS 제도 도입에 따른 민감도를 비교하기 위하여 세계 주요국들의 RPS 의무량의 최대값을 시나리오에 적용하였다.

5.2.1 신재생에너지 기술개발 목표를 고려하지 않은 경우 (잠재량 고려한 경우)

본 연구에서는 목표연도(2020년)의 전체 발전설비 운전비용과 신규 발전설비 투자비용 지출을 최소화 하는 해와 최적전원구성에 관한 결과를 도출하기 위하여 각 유형별 전원의 기술력은 동등하다고 가정을 하고, 모든 전원의 기술개발을 고려하지 않는다. 그러므로 한국에너지기술연구원의 신재생에너지 잠재량을 준용하여 각 신재생에너지 전원 신규 증설용량을 제약한 설비계획을 도출한다.

표 4 신재생에너지 발전설비 잠재량 (단위:MW)
Table 4 Generation capacity potential (Unit:MW)

TYPE	SOLAR	WING	LFG	FUEL	소수력
잠재량	100,000	26,400	58.1	100,000	1,500

※출처 : 한국에너지기술연구원

5.2.2 신재생에너지 기술개발 목표를 고려하지 않은 경우 (증설용량 비제한 시)

본 연구에서는 RPS 제도 도입에 따른 전원구성비의 변화를 분석하기 위해 2가지 경우를 가정하였다. 첫 번째는 제3차 전력수급기본계획에 제시된 적정 구성비를 무시하며, 전원별 최대 발전설비용량은 상한 값 100,000 MW로 가정하였다.

표 5 비신재생에너지 전원 발전설비 데이터 (단위:MW)
Table 5 Nonrenewable Energy Generations data (Unit:MW)

TYPE	현 설비용량	증설 가능한 최대 용량	단위설비용량
HYDRO	1,529	100,000	300
LNG	17,437	4,700	500
OIL	4,686	100,000	500
COAL	18,456	100,000	500
NUCLEAR	17,716	100,000	1,000
PSPP	3,900	100,000	300

표 6 신재생에너지 전원 발전설비 데이터 (단위:MW)
Table 6 Renewable Energy Generations data (Unit:MW)

TYPE	현 설비용량	증설 가능한 최대 용량	단위설비용량
SOLAR	8	100,000	1
WIND	164	100,000	40
LFG	101	100,000	50
FUEL	0.27	100,000	1
소수력	45	100,000	10

5.2.3 신재생에너지 기술개발 목표를 고려한 경우

현재 정부는 신에너지 및 재생에너지개발·이용·보급촉진법 및 동법 시행령에 따라 선진국과 기술격차가 적어 기술개발을 통한 실용가능화가 가능한 태양광, 풍력, 연료전지의 기술개발에 대해 집중 지원함으로써 향후 3 가지 전원의 원가절감을 다음과 같이 예상한다. 그러므로 우리는 신재생에너지를 제외한 각 유형별 전원의 기술력은 동등하다고 가정을 하고, 신재생에너지의 기술개발을 고려한 경우의 설비계획을 도출한다.

표 7 각 전원 유형별 기술개발 목표 (단위:백만원/kW)
Table 7 Technical development target (Unit:million won/kW)

TYPE	SOLAR	WING	소수력
설치비	8	1.3	2

※출처 : 에너지관리공단 홈페이지, 프로젝트 및 일반산업

5.2.4 신재생에너지 보급량을 고려한 기술개발목표 예측

현재 신재생에너지 전원 중 태양광 발전의 설치단가가 가장 높다. 정부 주도 하에 태양광, 풍력, 연료전지에 대하여 중점 기술 개발을 하여도 태양광 발전의 설치단가는 발전차액지원제도로 정부의 지원을 받지 않는 이상, 다른 전원에 비하여 경제성이 없을 것으로 예상된다. 그러므로 본 연구에서는 발전차액지원제도와 RPS 제도가 병행되지 않음을 가

정을 하고, 태양광 발전의 설비계획을 유도하기 위한 기술개발 목표를 예측한다. 제4차 전력수급기본계획의 태양광 발전 설비계획을 기본으로 하여 2020년도 보급량을 가정하고, 학습곡선을 이용하여 2020년도 태양광 설비가격을 예측하여 본다.

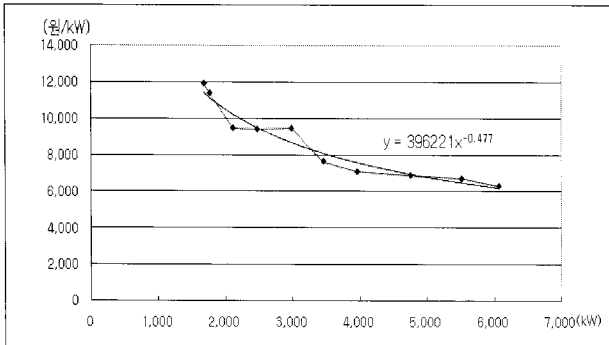


그림 2 국내 태양광에너지 설비의 학습곡선
Fig. 2 Learning curve of domestic solar cell

물가의 변동을 반영한 정확한 학습곡선을 그리기 위해 연도별 가격을 소비자물가지수에 비추어 계산한 소비자물가 고려가격이 필요하며, 다음 표 8과 같다. 태양광에너지 모듈의 가격은 1998년 IMF 사태로 인한 일시적인 가격 상승을 제외하고는 보다 완만하게 가격이 하락하고 있음을 알 수 있다.

표 8 태양광 설비 보급현황과 가격변화 추이

Table 8 The current supplying state and price change of solar cell

년도	누적보급량 (kW)	모듈가격 (천원/kW)	소비자물가	소비자물가 고려가격
1994	1,700	9,400	78.8	11,928
1995	1,800	9,400	82.3	11,417
1996	2,100	8,200	86.4	9,492
1997	2,500	8,500	90.2	9,421
1998	3,000	9,200	97.0	9,484
1999	3,500	7,500	97.8	7,669
2000	4,000	7,100	100.0	7,100
2001	4,800	7,200	104.1	6,916
2002	5,400	7,200	106.9	6,735
2003	6,400	7,000	110.7	6,323

※출처 : 보급률 제고를 위한 기술개발사업과 보급사업간의 연계방안 연구, 산업자원부

위 그림 2은 물가변동을 고려한 태양광 발전 모듈의 학습곡선이다. 추정된 학습곡선의 식은 $y = 396,211x^{-0.477}$ 이다. 2020년도의 태양광 발전 누적 보급량은 제4차 전력수급기본

계획을 준용하여, 1045.6 MW 이라 가정한다. 이 누적 보급량을 위에서 추정한 학습곡선 식에 대입 하였을 경우의 태양광 발전 모듈의 단가는 532.967원/W가 된다. 태양광 발전 설비비 중 모듈이 차지하는 비용은 전체 비용 중 45% ~70% 이고, 나머지는 인버터, 토지 및 간접비용이 점하고 있다. 구조물에 따라 태양광 설비비의 편차가 크므로, 이를 평균화시키기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 태양광의 설비비 중 모듈이 차지하는 가격은 해외의 추세에 따라 50% 라고 하고, 나머지는 그 외 직접·간접비용이 차지하는 것으로 가정한다. 따라서 2020년도의 설비비는 1,065.934원/W로 가정한 후 GATE-PRO 모형에 적용하여 설비계획을 도출한다.

5.3 사례연구결과

5.3.1 신재생에너지 기술개발 목표를 고려하지 않은 경우 (잠재량 고려한 경우)

표 9 RPS 도입 시 비신재생에너지 전원 발전설비(증설) 용량 및 대수, 2020년 (단위:MW)

Table 9 Nonrenewable energy GF(E)C²⁾ and unit for the introduction of RPS, in 2020 (Unit:MW)

TYPE	HYDRO	LNG	OIL	COAL	NUCLEAR	PSPP
단위용량	300	500	500	500	1,000	300
RPS 3% 증설용량 (대수)	12,000 (40)	0	0	0	18,000 (18)	0
RPS 5% 증설용량 (대수)	11,700 (39)	0	0	0	17,000 (17)	0
RPS 10% 증설용량 (대수)	11,100 (37)	0	0	0	15,000 (15)	0
RPS 20% 증설용량 (대수)	8,700 (29)	0	0	0	9,000 (9)	0

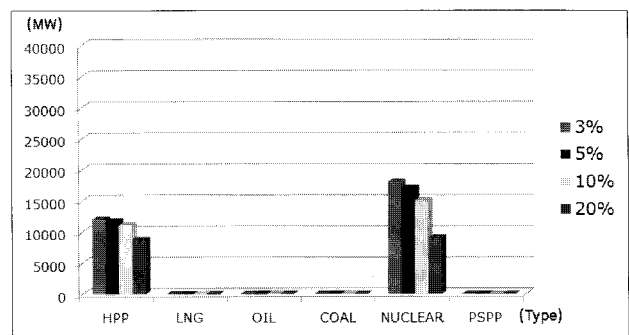


그림 3 RPS 도입 시 비신재생에너지 전원 발전설비(증설) 용량, 2020년

Fig. 3 Nonrenewable energy GF(E)C for the introduction of RPS, in 2020

2) GF(E)C: Generation facilities (extension) capacity

위 표 9는 RPS 도입 시 비신재생에너지 전원의 발전설비 증설을 보여준 것이다. RPS 제도의 의무량이 높아질수록 원자력 발전과 수력발전의 설비증설비율이 낮아짐을 알 수 있다.

그림 3은 RPS 제도의 의무량에 따라 비신재생에너지 전원의 설비계획 결과이다. 연료비가 저렴한 원자력발전과 수력발전설비가 경제적 우위를 갖게 되어 신규설비로서 증설되었다. 그러나 RPS 제도의 의무량이 커질수록 비신재생에너지 전원의 발전량이 줄어들었으며, 의무량이 낮을 때와, 높을 때의 수력발전 증설비율이 27.5%, 원자력발전은 50% 증설 비율이 줄어든 것을 확인 할 수 있다. 이는 건설비가 비싼 수력발전과 원자력발전설비의 설비증설 비율이 낮아짐을 알 수 있다.

표 10 잠재량을 고려한 RPS 도입 시 신재생에너지 발전설비(증설) 용량 및 대수, 2020년 (단위:MW)

Table 10 Considering the amount of potential for the introduction of RPS GF(E)C and unit, in 2020 (Unit:MW)

TYPE	SOLAR	WIND	LFG	FUEL	소수력
단위용량	1	40	50	1	10
RPS 3% 증설용량 (대수)	0	8,440(211)	100(2)	0	1,500(150)
RPS 5% 증설용량 (대수)	0	18,080(452)	100(2)	0	1,500(150)
RPS 10% 증설용량 (대수)	0	26,400(660)	100(2)	2,452(2,452)	1,500(150)
RPS 20% 증설용량 (대수)	0	26,400(660)	100(2)	2,452(2,452)	1,500(150)

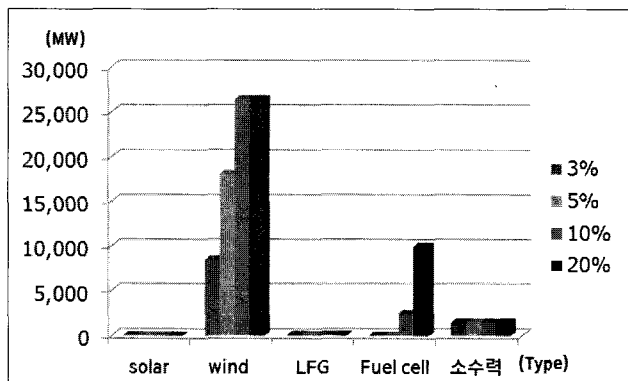


그림 4 잠재량을 고려한 RPS 도입 시 신재생에너지 발전설비(증설)용량 및 대수, 2020년

Fig. 4 Considering the amount of potential for the introduction of RPS, in 2020

현재 발전설비 잠재량을 기준으로 하여 신재생에너지 신규 발전설비 증설용량을 제약함에 따라, LFG 발전은 증설 제약에 따라 설비증설 비율이 큰 폭으로 감소하였음을 알 수 있다. 따라서 신규 발전설비 증설용량을 제한하지 않았을 경우와 차이만큼의 설비용량은 LFG 발전 다음으로 설비비가 낮은 소수력 및 연료전지의 설비용량이 큰 폭으로 상승하였음을 알 수 있다. 태양광 발전은 모든 전원의 잠재량을 고려하여도, 높은 설비단가와 다른 전원에 비하여 상대적으로 낮은 설비이용률로 인하여 설비증설이 발생하지 않으며, 발전차액지원제도를 통하여 자금지원을 받지 않는 이상, 더 이상의 경제성이 없음을 알 수 있다.

5.3.2 신재생에너지 기술개발 목표를 고려하지 않은 경우 (증설용량 비제약 시)

다음은 신재생에너지의 기술개발을 고려하지 않고, 신규 발전설비 증설용량을 제약하지 않은 설비계획 결과이다.

표 11 RPS 도입 시 신재생에너지 발전설비(증설) 용량 및 대수, 2020년 (단위:MW)

Table 11 Renewable energy GF(E)C and unit for the introduction of RPS, in 2020 (Unit:MW)

TYPE	SOLAR	WIND	LFG	FUEL	소수력
단위용량	1	40	50	1	10
RPS 3% 증설용량 (대수)	0	40(1)	3,600(72)	0	0
RPS 5% 증설용량 (대수)	0	160(4)	6,050(121)	0	0
RPS 10% 증설용량 (대수)	0	480(12)	12,200(244)	0	0
RPS 20% 증설용량 (대수)	0	1,080(27)	24,550(491)	0	0

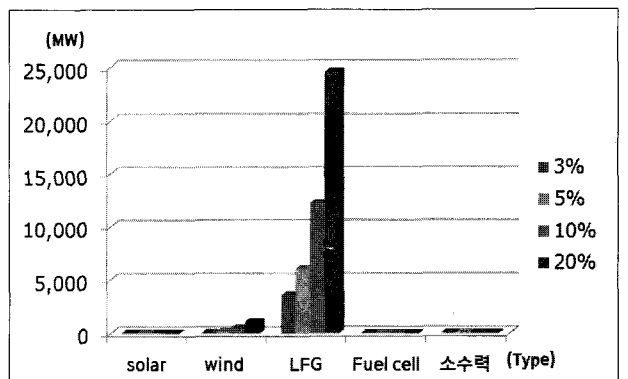


그림 5 RPS 도입 시 신재생에너지 전원발전설비(증설)용량, 2020년

Fig. 5 Renewable energy GF(E)C for the introduction of RPS, in 2020

RPS 제도의 의무량이 커질수록 신재생에너지 전원 중에서 건설비가 비교적 낮은 풍력발전과 LFG 발전의 설비증설이 증가되었음을 알 수 있다. 풍력발전과 LFG 발전의 건설비는 비슷하나 매립지가스 발전의 높은 설비이용률과 큰 단위용량에 의해서 LFG 발전의 설비증설이 큰 폭으로 상승하였음을 알 수 있다. 잠재량을 고려하지 않았을 경우 LFG 발전의 경제성이 가장 높음을 알 수 있다.

5.3.3 신재생에너지 기술개발 목표를 고려한 경우

다음은 정부의 프로젝트형 기술개발에 의한 태양광, 풍력, 연료전지의 원가절감을 고려한 전원구성 모형을 적용한 설비계획의 결과이다.

표 12 RPS 도입 시 신재생에너지 발전설비(증설) 용량 및 대수, 2020년 (단위:MW)
 Table 12 Renewable energy GF(E)C and unit the introduction of RPS, in 2020 (Unit:MW)

TYPE	SOLAR	WIND	LFG	FUEL	소수력
단위용량	1	40	50	1	10
RPS 3% 증설용량 (대수)	0	40(1)	1,900(38)	1,000(1,000)	0
RPS 5% 증설용량 (대수)	0	160(4)	4,400(88)	1,000(1,000)	0
RPS 10% 증설용량 (대수)	0	480(12)	10,550(211)	1,000(1,000)	0
RPS 20% 증설용량 (대수)	0	1,080(27)	22,750(455)	1,000(1,000)	0

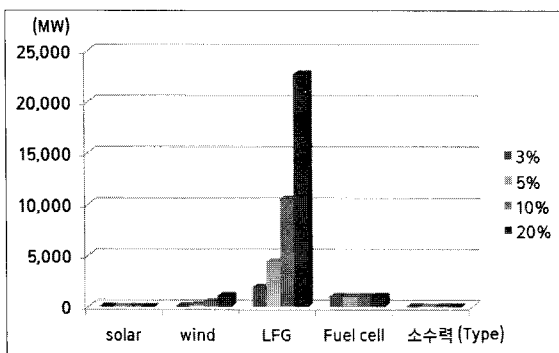


그림 6 RPS 도입 시 신재생에너지 전원발전설비(증설)용량, 2020년
 Fig. 6 Renewable energy GF(E)C for the introduction of RPS, in 2020

정부의 태양광, 풍력, 연료전지에 대한 지원으로 기술개발을 통한 원가절감이 예상된다. 그러므로 GATE-PRO 모형을 이용한 결과는 위 그림 6과 같다. 기술을 고려하지 않았을 경우와 비교하면, 풍력발전의 신규 설비증설 크기는 변화

가 없었으며, LFG 발전의 설비증설 비율이 더 크게 발생하였다. 또한 투자비 절감에 의한 연료전지의 신규 설비증설이 발생하였음을 알 수 있다.

비신재생에너지 전원은 기술고려를 하지 않았을 경우와 결과값이 같으며, 연료비가 저렴한 원자력발전과 수력발전설비가 경제적 우위를 갖게 되어 신규설비로서 증설이 될 것을 알 수 있다.

5.3.4 신재생에너지 보급량을 고려한 기술개발목표 예측

학습곡선을 이용한 설비 단가를 GATE-PRO 모형에 적용한 결과는 아래 그림과 같다. 현재 발전차액지원제도를 중단 하고, RPS 제도를 도입할 경우의 태양광 발전설비는 현재의 기술개발 수준 및 목표로는 경제성이 없지만, 태양광 발전설비의 기술개발에 더욱 많은 기술개발 및 투자를 하여 설비비의 큰 비중을 차지하고 있는 모듈 가격의 인하가 가능하다면 태양광 발전설비의 경제성을 제고 할 수 있다.

표 13 RPS 도입 시 신재생에너지 발전설비(증설) 용량 및 대수, 2020년 (단위:MW)
 Table 13 Renewable energy GF(E)C and unit for the introduction of RPS, in 2020 (Unit:MW)

TYPE	SOLAR	WIND	LFG	FUEL	소수력
단위용량	1	40	50	1	10
RPS 3% 증설용량 (대수)	1,000(1,000)	160(4)	3,250(65)	0	0
RPS 5% 증설용량 (대수)	1,000(1,000)	320(8)	5,750(115)	0	0
RPS 10% 증설용량 (대수)	1,000(1,000)	600(12)	11,900(238)	0	0
RPS 20% 증설용량 (대수)	1,000(1,000)	1,240(31)	24,250(485)	0	0

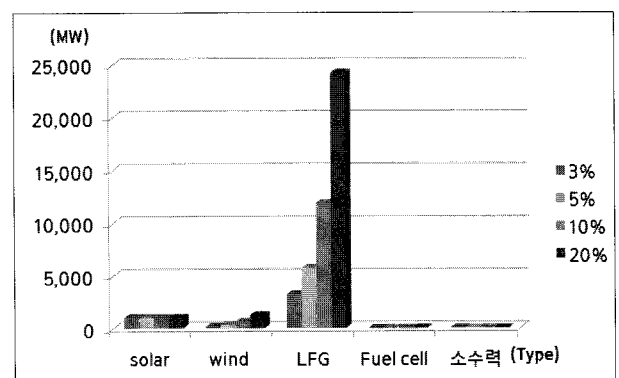


그림 7 RPS 도입 시 신재생에너지 전원발전설비(증설)용량, 2020년
 Fig. 7 Renewable energy GF(E)C for the introduction of RPS, in 2020

5.3.5 총비용 및 평균발전원가 (신재생에너지 기술개발을 고려하지 않은 경우)

다음 표 14는 신재생에너지 기술개발을 고려하지 않았을 경우의 총 비용이다. 이는 현재 적용되고 있는 신재생에너지 전원의 건설비용을 2020년도에도 적용하였을 때의 결과 값이며, RPS 제도 의무량이 증가할수록 신재생에너지 전원의 비중이 커지므로, 이를 충당하기 위한 설비계획의 예산이 증대되며 신재생에너지 전원의 건설비가 고가이며, 비신재생에너지 전원의 발전설비가 경제적 우위를 갖는 것을 알 수 있다.

표 14 각 설비계획별 총 비용, 2020년 (단위:조원)
Table 14 Total cost for each generation expansion planning, in 2020 (Unit:trillion won)

RPS 의무량	3 %	5 %	10 %	20 %
비신재생에너지 비용	6.584	6.360	5.803	4.710
신재생에너지 비용	1.845	3.154	6.424	12.960
총 비용	8.429	9.514	12.227	17.670

다음 표 15는 신재생에너지 기술개발을 고려하지 않았을 경우의 평균발전단가 변화를 나타낸 것이다. 현재 2006년도 비신재생에너지 전원 각 전원별 발전량과 발전단가를 이용하여 구한 평균발전단가는 58,553 원/MWh 이다. RPS 제도가 도입되지 않았을 경우에 비하여 약 2.4 배 평균발전원가 상승이 불가피 함을 알 수 있다.

표 15 기술개발을 고려하지 않은 평균발전원가, 2020년 (단위:원/MWh)
Table 15 Average generation cost that do not consider technical development (Unit:won/MWh)

RPS 의무량	평균발전원가
3 %	135,572
5 %	138,524
10 %	140,337
20 %	140,336

5.3.6 총비용 및 평균발전원가 (신재생에너지 기술개발을 고려한 경우)

다음 표 16은 정부의 신재생에너지 보급 증대 지원을 통한 기술개발에 따른 신재생에너지 전원의 건설비 절감에 따른 설비계획별 총 비용을 나타낸 것이다.

표 16 각 설비계획별 총 비용, 2020년 (단위:조원)
Table 16 Total cost for each generation expansion planning, in 2020 (Unit:trillion won)

RPS 의무량	3 %	5 %	10 %	20 %
비신재생에너지 비용	6.584	6.360	5.803	4.710
신재생에너지 비용	1.533	2.832	6.079	12.570
총 비용	8.117	9.192	11.882	17.280

이는 비신재생에너지 전원은 RPS 제도 도입에 따라 신규 설비용량의 감소로 인하여 신재생에너지를 고려하지 않은 비신재생에너지 전원의 총 비용은 감소를 하였다. 하지만 신재생에너지 의무량이 증가함에 따라 초기 투자비가 비싼 신재생에너지 전원의 발전설비의 증설로 인하여 비신재생에너지 전원과 신재생에너지 전원을 합한 총 비용은 증가되었지만, 태양광, 풍력, 연료전지의 원가절감에 의한 설비증설에 의한 비용절감이 3 천억 원 정도 발생한다. 그러므로 비신재생에너지 전원과 신재생에너지 전원을 합한 총 비용은 기술개발을 고려하지 않았을 경우보다 비용이 감소되었음을 알 수 있다. 그러나 신재생에너지 전원의 설치비용이 고가이므로, RPS 도입에 따른 예산 증액이 불가피 할 것이다.

아래 표 17은 신재생에너지 기술 개발 지원을 통한 설치비 절감에 따른 평균발전원가 절감을 나타낸 표이다.

표 17 기술개발을 고려하지 않은 평균발전원가, 2020년 (단위:원/MWh)
Table 17 Average generation cost that do not consider technical development (Unit:won/MWh)

RPS 의무량	평균발전원가
3 %	114,924
5 %	125,739
10 %	133,487
20 %	136,465

이는 태양광, 풍력, 연료전지의 원가절감에 의한 설비증설에 따른 비용절감이 발생하여, 기술개발을 고려하지 않았을 경우보다 평균발전원가가 감소되었음을 알 수 있다. 그러나 신재생에너지 기술개발 지원을 통하여 원가절감을 이루더라도, 비신재생에너지 전원에 비해 전원의 설치비용이 고가이므로 RPS 도입에 따른 예산 증설이 불가피 함을 알 수 있다.

6. 결론 및 향후연구

본 연구에서는 단일모선 계통의 시스템 및 전원구성 모형을 이용하여 RPS 제도 도입이 국내 장기 전원구성에 미치는 영향에 대하여 분석하였고, RPS 의무량 변화에 따른 총비용 및 평균발전비용 변화에 관한 분석을 수행하였다. 또한 정부주도의 보급가능성 및 시장잠재력이 큰 3개의 신재생에너지 전원의 지원을 통한 원가절감을 고려한 전원구성에 대하여도 분석 하였으며 도출된 결과를 바탕으로 발전사업자는 장기전원계획을 고려할 수 있다.

향후 RPS 제도 도입하는 경우, 평균발전원가는 2배 이상 상승할 것을 예측할 수 있다. 또한 증가 비용에 대한 의무부담자가 우리나라에서는 한전 및 발전사업자, 소비자가 될 가능성이 있다. 신재생에너지 전원은 설치비용이 고가 이므로 아직은 경제성이 낮음을 알 수 있다. 신재생에너지 전원에 의한 전력이 비신재생에너지 전원에 의한 전력과의 경쟁력

이 생기기 전까지는 의무부담자에게 일정한 국가의 지원이 있어야 할 것이다. 이는 현재 전력산업기반기금으로 충당이 가능할 지에 대하여 생각해 보아야 할 것이다.

그러므로 본 연구는 RPS 도입에 따른 미래의 전원구성 전망에 대한 사전 정보를 제공하는 데에 그 의의가 있다. 발전사업자 및 한전은 이러한 결과를 바탕으로, 경제적 조건 하에서 효율적인 투자성과를 얻기 위한 재무적, 정책적 대책을 마련할 수 있을 것이다.

하지만 GATE-PRO 모형은 동적계획법을 이용하는 WASP 모형과는 달리 선형계획법을 이용하여 연도별 발전설비계획을 도출할 수가 없다. 즉 목표연도의 부하 및 적정 예비력을 만족시키는 설비계획을 도출한다. 목표연도를 1년 단위로 설정하여 연구대상기간 동안의 설비계획을 도출할 수 있으나 이 결과는 최적해라고 단정할 수 없다. 따라서 연도별 설비계획을 도출할 수 있도록 모형의 개선이 필요하다. 또한 RPS 의무량을 전체발전량의 일정 부분으로 제약하였기 때문에 향후 연구에서는 RPS 의무량을 각 전원별로 다르게 제약한 발전수립계획을 도출할 수 있도록 모형의 개선이 필요하다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부의 지원에 의하여 한국전력공사 경영연구소(과제번호 : R-200702-210, 과제명 : 전력시장모의시스템 구축) 주관으로 수행된 과제임.

참 고 문 헌

[1] 산업자원부, "신재생에너지 발전차액지원제도 개선 및 RPS 제도와 연계방안(최종보고서)", 한국전기연구원, 2006, 3
 [2] 산업자원부, "신재생에너지발전 의무비율할당제(RPS)도입 국제비교연구", 한국전기연구원, 2005.9
 [3] 전력거래소, "RPS 제도의 개요 및 도입방안(1)", 2008.5.
 [4] 산업자원부, "신재생에너지 의무할당제(RPS) 국내 운영방안 수립", 한국전기연구원, 2008.1
 [5] 전력거래소, "탄소가격을 반영한 전력수급계획의 최적화 및 전력시장을 고려한 배출권거래제도 연구(최종보고서)", 에너지경제연구원, 2007, 12
 [6] 김영창, "환경문제를 고려한 다목적 전원개발계획에 관한 연구", 한국과학기술원 경영과학과, 1993
 [7] 김영창, "발전설비 투자이론", 에경 M&B, 2006, 7
 [8] 정구형, "동북아 전력계통 연계에 따른 경제성 분석", Trans. KIEE, Vol. 55A, No. 2, FEB. 2006, pp.76-84
 [9] 신혜경, "배출권거래와 공급신뢰도를 고려한 설비계획 방법론 개발에 관한 연구", 2007
 [10] 김발호, "배출권거래제가 전력시장에 미치는 영향과 발전 회사 활용전략 연구", 에너지관리공단, 2003
 [11] 김양일, "CO2 배출량 제약과 배출권거래를 고려한 설

비계획 방법론 개발에 관한 연구", 2006
 [12] 산업자원부, 제3차 전력수급기본계획, 2006
 [13] 전력거래소, "2008 발전설비 현황", 2008
 [14] 김광인의 6인, "전력경제(전력설비 투자이론)", KPX, 2003
 [15] Yang, H. T. and Chen, S. L., "Incorporating a Multiple-Criteria Decision Programming/Production Simulation Algorithm for Generation Expansion Planning", IEEE Transactions on Power Systems, Vol.4, No.1, Feb. 1989, pp.165-175
 [16] 한국남부발전(주) 발전처, "전력산업 구조개편에 따른 전력부문 기후변화협약 대응 방안 수립", 2001, 7
 [17] 오영진, "배출권거래제가 전력시장에 미치는 영향분석", 홍익대학교, 2004
 [18] 에너지관리공단, "온실가스 배출권거래제 시범사업 연구", 2003, 5

저 자 소 개



이 정 인 (李正仁)

1981년 10월 1일생. 2007년 홍익대 전자전기공학부 졸업. 2009년 동 대학원 전기정보제어공학과 졸업(석사).
 Tel : 02-338-1621, Fax : 02-320-1119
 E-mail : bohemianji@naver.com



한 식 만 (韓錫萬)

1976년 12월 5일생. 2002년 홍익대 전자전기공학부 졸업. 2004년 동 대학원 전기정보제어공학과 졸업(석사). 현재 동 대학원 박사과정
 Tel : 02-338-1621, Fax : 02-320-1119
 E-mail : hseokman@gmail.com



김 발 호 (金發鎬)

1962년 7월 12일생. 1984년 서울대학교 전기공학과 졸업. 1984~1990년 한국전력공사 기술연구본부 전력경제연구실 근무. 1992년 Univ. of Texas at Austin 전기공학과 졸업(석사). 1996년 동 대학원 졸업(공학박). 1999년~현재 홍익대학교 전기정보제어공학과 부교수
 Tel : 02-320-1462, Fax : 02-320-1119
 E-mail : bhkim@wow.hongik.ac.kr