

RPS 제도 도입에 따른 전기요금 변화에 관한 연구

홍희정* 김광모** 김강원*** 한석만* 김발호*
 홍익대학교* 한국전력공사** 에너지관리공단***

A Study on a Charge-Change According to the Introduction of RPS(Renewable Portfolio Standard)

Hee-Jung Hong* Gwang-Mo Kim** Gang-Won Kim*** Seok-Man Han* Bal-Ho Kim*
 HongIk University* Korea Electric Power Corporation** Korea Energy Management Corporation***

Abstract - 기후변화협약 체결 당시 개발도상국으로 분류되어 있던 우리나라는 현재 온실가스 감축의무를 부담하지 않고 있으나, 우리나라의 CO2 배출량 및 배출량 증가율을 고려해 볼 때, 제2차 공약기간(2012년~2016년) 동안의 온실가스 감축의무 부담이 예견되고 있다. 온실가스 감축의무를 이행하기 위하여 정부는 2012년부터 RPS(Renewable Portfolio Standard) 제도를 도입을 고려하고 있다. 신재생에너지전원의 비중을 설비용량의 5%(발전량의 7%)까지 확대를 예상하여, 본 연구에서는 RPS 제도를 도입을 고려할 때 전원구성의 변화를 GATE -PRO(Generation And Transmission Expansion Program)모형을 이용하여 알아본 후, 이로 인하여 전기를 사용하는 용도에 따라 6가지 종별로 구분하는 현행 전기요금체계에 미치는 영향에 대하여 알아보고자 한다.

다. 그러나 정적 선형계획 모형으로서 전원개발계획의 연구대상 기간 동안의 연도별 설비계획 도출 및 설비에 비용을 활용하여 공급신뢰도를 만족시키므로 공급신뢰도 기준을 이행하기 위한 최적 설비계획 결과를 도출하기 어렵다는 단점을 갖는다.

2.1.1 GATE -PRO 모형의 목적함수

특정목표 연도에서의 발전설비 운전비용과 신규 발전설비 투자비용의 합을 최소화시키는 최적 설비계획을 도출하는 GATE -PRO 모형의 목적함수는 다음과 같다.

$$Min \sum_{i=1}^I \sum_{y=1}^Y \sum_{t_y=1}^{48} C_i \tau_{iy} x_{iy} + \sum_{i=1}^I K_i (r + b_i) ADD_i PU_i$$

단, i 는 발전설비의 전원유형을 나타내며, y 는 계절을 나타내는 지수이며, t_y 는 해당 계절 내 근무일(1~24) 및 비근무일(25~48)의 각 시간대를 나타낸다. τ_{iy} 는 해당 계절 내 근무일수와 비근무일수를 나타낸다. C_i 는 i 전원유형 설비의 운전(평균 연료)비용(원/kWh)을 나타낸다. K_i 는 i 전원유형 설비 증설 시 소요되는 단위용량 당 투자비(원/kW), PU_i 는 i 전원유형 설비의 단위용량(kW), r 은 투자보수율(rate of return), b_i 는 i 전원유형 발전설비의 연간 고정비율을 의미한다. 또한 x_{iy} , ADD_i 는 결정변수로써 각각 i 전원유형 발전설비의 t_y 시간대 운전용량(kWh) 및 목표연도에서의 i 전원유형 발전설비의 신규 증설용량(kW)을 의미한다.

2.1.2 GATE -PRO 모형의 제약조건

안정적인 계통운영을 수행하기 위해서는 연중 최대부하가 발생하는 시점에서의 총 공급용량이 예비력을 포함한 최대 부하수요량보다 커야한다. 다음은 이러한 제약조건을 정식화한 것으로 총 발전설비용량의 합이 최대 부하수요에 필요예비력을 합한 값보다 커야함을 의미한다. 여기서 Peak는 최대 부하수요를 의미하고 RES는 계통의 필요예비력을 의미한다.

$$\sum_{i=1}^I ADD_i PU_i \geq Peak + RES$$

1. 서 론

우리나라는 교토의정서에 의해서 2008년부터 1012년까지의 제1차 온실가스 감축 공약기간 동안에 선진국들과 체제 이행국들에게 주어진 온실가스 감축의무를 부담하고 있지는 않다. 하지만 세계 10위 수준의 온실가스 배출국인 우리나라에 대한 국제 사회의 온실가스 감축의무 부담에 대한 압력은 매우 높다. 그리고 내부적으로는 시민단체를 중심으로 우리나라의 국제적인 위상에 부합하는 수준으로 온실가스 감축에 있어서 역할을 수행하는 것에 대한 요구도 매우 높다. 온실가스 감축을 위한 노력의 하나로 신재생에너지원의 개발 및 이용, 보급 확대가 중요시 되고 있다. 정부는 2012년부터 RPS(Renewable Portfolio Standard) 제도를 도입하여 신재생에너지전원의 비중을 설비용량의 5%(발전량의 7%)까지 확대하는 것을 목표로 하고 있다. 따라서 본 연구에서는 RPS 제도를 도입을 고려할 때 전원구성의 변화를 GATE -PRO(Generation And Transmission Expansion Program)모형을 이용하여 알아본 후, 이로 인하여 현행 전기요금체계에 미치는 영향에 대하여 알아보고자 한다.

2. 본 론

2.1 GATE -PRO 모형을 이용한 설비계획

GATE-PRO(Generation And Transmission Expansion Program) 모형은 러시아 ESI에서 제안한 O RIRES 수리기법을 적용하여 한국에너지경제연구원과 홍익대학교에 의해 프로그램으로 구현되었으며, 본 연구에서는 신재생에너지전원을 고려한 설비계획 방법론 제안을 위해 GATE-PRO 모형을 이용하였다. 이는 특정 목표연도에서의 최적 설비수분을 도출하는 정적 선형계획 모형으로서 계절 및 시간대별 부하를 이용한다. 또한 시간대별 부하 처리 및 다양한 제약조건 처리가 가능하고 입력자료 작성이 상대적으로 간편하다는 장점을 갖는

2.2 용도별 전기요금체계

현행 우리나라의 전기요금체계는 전기를 사용하는 용도에 따라 주택용, 일반용, 산업용, 교육용, 농사용, 가로 등의 6가지 종별로 구분하여 운영하고 있으며, 종별 전기공급비용, 에너지정책 등 여러 가지 요인이 반영되어 종별 간 요금수준에 차이가 있다. 이는 부하형태가 유사한 소비부문으로 구분된 용도별 전기사용패턴에 따라 종별 전기공급비용의 차이가 발생되며, 전기요금이 저소득층·농어민 보호, 에너지 절약, 산업경쟁력 제고 등 국

가의 각종 정책요인을 반영하고 있기 때문이다. 예를 들면, 산업용의 경우 전력손실이 적은 특고압(공급전압 154kV 이상)으로 공급받는 고객의 비중이 높으며, 공급원가가 낮은 심야시간대의 사용량이 많은 등 부하율이 좋은 특성으로 타 종별에 비해 전기공급비용이 낮은 점이 상대적으로 저렴한 요금에 적용되고 있는 요인이다. 또한, 소비부문의 에너지 절약을 유도하기 위해 주택용과 일반용에 대하여는 상대적으로 높은 요금을 적용하고, 산업경쟁력 향상 및 농·어민 보호를 위해 산업용과 농사용에 대해서는 낮은 요금을 적용하는 등 국가 정책적 요인이 반영되어 종별 간 요금수준에 차이가 발생하게 된다. 특히, 주택용 요금은 에너지 소비절약을 유도하고 동시에 저소득층을 보호하기 위해 사용량이 증가함에 따라 순차적으로 높은 단가가 적용되는 누진제를 적용하고 있으며, '74년 1차 석유파동 이후 도입된 이래 현재는 6단계 11.7배의 구조로 되어 있다. 다음은 용도별 전기요금 체계에 대하여 자세히 표로 나타내었으며, 각 표에서 해당하는 저압은 표준전압 110V~380V, 고압A는 3,300~66,000V, 고압B는 154,000V 이상, 고압C는 345,000V 이상을 나타낸다.

2.1.1 주택용 전력(저압)

가정용 고객(아파트 포함) 계약전력 3kW 이하의 고객, 독신자 합숙소(기숙사 포함) 또는 집단주거용 사회복지시설로서 고객이 주택용 전력의 적용을 희망하는 경우에 적용(단, 아파트고객의 공동설비는 일반용 전력 적용 가능)한다. (적용일자: 2007년 1월 15일)

기본요금(원/호)		전력량요금(원/kWh)	
100kWh 이하 사용	370	처음 100kWh 까지	55.10
101~200kWh 사용	820	다음 100kWh 까지	113.80
201~300kWh 사용	1,430	다음 100kWh 까지	168.30
301~400kWh 사용	3,420	다음 100kWh 까지	248.60
401~500kWh 사용	6,410	다음 100kWh 까지	366.40
500kWh 초과 사용	11,750	500kWh 초과	643.90

2.1.2 주택용 전력(고압)

고압으로 공급받는 가정용 고객에게 적용한다. (적용일자: 2007년 1월 15일)

2.1.3 일반용 전력(갑)

타 종별을 제외한 고객으로 계약전력 1,000kW 미만 고객에 적용한다. (적용일자: 2007년 1월 15일)

구 분	기본요금(원/kW)	전력량요금(원/kWh)			
		여름철(7~8월)	봄·가을철(3~6월·9~10월)	겨울철(11~2월)	
저압전력	5,160	91.40	60.90	67.90	
고압A	선택Ⅰ	5,320	91.10	90.70	67.60
	선택Ⅱ	6,120	87.10	56.60	63.00
고압B	선택Ⅰ	5,320	88.50	58.90	65.60
	선택Ⅱ	6,120	84.50	54.80	61.10

2.1.4 일반용 전력(을)

타 종별을 제외한 고객으로 계약전력 1,000kW 이상 고객에 적용한다. 공휴일의 최대수요전력 및 사용전력량은 경부하시간대에 계량하며, 요금적용전력은 중간부하시간대와 최대부하시간대의 최대수요전력 중 큰 것을 대상으로 하여 제68조[요금적용 전력의 결정]에 따라 산정한다. 여기서 제1호의 공휴일이라 함은 "관공서의 공휴일에 관한 규정"에 정한 공휴일을 말하며, 이 경우 정부에서 수시로 지정하는 임시공휴일은 제외한다.

2.1.5 산업용 전력(갑)

광업 및 제조업에 전력을 사용하는 계약전력 4kW 이상 300kW 미만의 고객 또는 기타 사업에 전력을 사용하는 계약전력 4kW 이상의 고객에 적용한다. (적용일자: 2007년 1월 15일)

구 분	기본요금(원/kW)	전력량요금(원/kWh)			
		여름철(7~8월)	봄·가을철(3~6월·9~10월)	겨울철(11~2월)	
저압전력	4,190	64.40	48.50	54.60	
고압A	선택Ⅰ	4,440	64.10	48.40	54.50
	선택Ⅱ	5,110	60.60	45.00	50.70
고압B	선택Ⅰ	4,100	63.20	47.60	53.60
	선택Ⅱ	4,730	59.90	44.30	49.90

2.1.6 산업용 전력(을)

광업 및 제조업에 전력을 사용하는 계약전력 300kW 이상 1,000kW 미만의 고객 또는 기타사업에 전력을 사용하는 계약전력 300kW 이상으로서 고객이 요청하는 경우에 적용한다.

구 분	기본요금(원/kW)	시간대	전력량요금(원/kWh)		
			여름철(7~8월)	봄·가을철(3~6월·9~10월)	겨울철(11~2월)
고압A	선택Ⅰ	심야	36.50	36.50	36.50
		주간	96.00	65.90	65.80
		저녁	65.90	54.80	79.00
	선택Ⅱ	심야	32.80	32.80	32.80
		주간	92.40	62.20	61.90
		저녁	62.20	51.20	75.10
고압B	선택Ⅰ	심야	36.10	36.10	36.10
		주간	9300	63.90	63.70
		저녁	63.90	53.00	76.40
	선택Ⅱ	심야	32.40	32.40	32.40
		주간	89.40	60.40	60.00
		저녁	60.40	49.50	72.50

심야시간대의 최대수요전력은 계량하지 아니하며, 6월 1일부터 8월 31일까지의 일요일 주간시간대의 최대수요 전력 및 사용전력량은 저녁시간대에 계량하며, 9월 1일부터 익년 5월 31일까지의 일요일 저녁시간대의 최대수요 전력 및 사용전력량은 주간시간대에 계량한다. 산업용 전력(을)의 요금적용전력은 주간시간대와 저녁시간대의 최대수요전력 중 큰 것을 대상으로 하여 제 68조[요금적용 전력의 결정]에 따라 산정한다. 계절이 변동될 때(5월에서 6월로 변경되는 경우 포함)의 시간대별 사용전력량은 중간검침을 하지 아니하고 사용일수의 비례에 따라 안분하여 산정한다.

2.1.7 산업용 전력(병)

광업 및 제조업에 전력을 사용하는 계약전력 1,000kW 이상의 고객 또는 기타사업에 전력을 사용하는 계약전력 1,000kW 이상으로서 고객이 요청하는 경우에 적용한다.

2.1.8 교육용 전력

법령에 의한 학교인정 교육시설(부속병원 제외), 영유아 보육법에 의한 영유아 보육시설, 도서관 및 독서진흥법에 의한 도서관, 박물관 및 미술관 진흥법에 의한 박물관·미술관, 과학관 육성법에 의한 과학관에 적용한다.

2.1.9 농사용 전력

농사용 전력(갑)은 양곡생산을 위한 관개용의 양수, 배수펌프 및 수문조작에 사용하는 전력, 농사용 전력(을)은 농사용의 육묘 또는 전조재배에 사용하는 전력에 적용한다. 또한, 농사용 전력(병): 기타 농장물 재배·축산·양잠·수산물 양식용 전력, 농수산물 생산자의 농수산물 건조, 농작물 저온보관, 수협 또는 어촌계의 수산물 제빙 냉동 시설, 해충구제용(害蟲驅除用) 및 유아용(誘蛾用) 전력에 적용한다.

2.1.10 가로등

일반공중의 편의를 위하여 도로·교량·공원 등에 조명용으로 설치한 전등이나 교통 신호등·도로표시등·해공로(海空路)표시등 및 기타 이에 준하는 전등(소형기기를 포함)에 적용한다.

2.3 사례연구

2.3.1 주요 입력자료

입력자료는 부하특성자료와 발전설비특성자료로 나눌 수 있다. 부하특성자료에는 목표연도의 계절별 시간대별 부하량이 포함되며, 미래예측 자료인 목표연도의 계절별 시간대별 부하량을 도출하기 위해 목표연도의 부하패턴은 특정연도(2006년)의 시간대별 부하패턴과 동일함을 가정하였다. 뿐만 아니라 1년을 4계절로 구분하고 각 계절의 주중과 주말 대표일의 시간대별 부하를 GATE -PRO모형 프로그램의 입력 자료로서 사용하였다. 발전설비특성자료에는 전원유형별 기존 발전설비용량, 단위 용량 당 투자비, 고정비용, 운전(평균연료)비, 가동률 등이 포함된다. 기존전원은 수력(HPP), LNG복합(GAS CC), 석유화력(OIL), 석탄화력(COAL), 원자력(NPP), 양수(PS PP) 등의 발전설비로 구분하였으며, 신재생에너지전원은 현재 11가지 신재생에너지전원 중 5개의 전원을 고려하였다. 또한, RPS 제도 도입을 고려하여 신재생에너지전원은 부하의 10%의 발전량을 담당하는 것으로 가정하였다.

2.3.2 사례연구 결과

1) GATE -PRO 모형을 이용한 설비계획 결과

가. RPS 제도 도입을 고려한 기존전원의 설비용량 (단위 : MW)

전원유형	현 설비용량	신규 증설용량	총 설비용량
Hpp	1,529	2,867	4,396
Gas	17,437	17,424	34,861
Oil	4,686	0	4,686
Coal	18,465	13,327	31,792
Npp	17,716	8,212	25,928
Pssp	3,900	0	3,900

현 설비용량은 제3차 전력수급계획의 자료(2006년)를 이용하였으며, 총 설비용량은 2020년의 신재생에너지 비율이 전체 발전량의 10%를 담당한다는 가정하의 GATE -PRO 모형에 의한 결과이다. 석탄 및 원자력 발전설비의 경우, 건설비는 비싸지만 연료비가 저렴하여 기저 부하를 담당하는 설비로서 설비용량의 증가폭이 큰 것을 알 수 있다.

나. RPS 제도 도입을 고려한 신재생에너지전원의 설비용량 (단위 : MW)

전원유형	현 설비용량	신규 증설용량	총 설비용량
Solar	8	240	248
Wind	164	4,994	5,158
LFG	101	3,074	3,175
Fuel cell	0.27	8	8
hydraulic	45	1,371	1,416

현 설비용량은 제3차 전력수급계획의 자료(2006년)를 이용하였으며, 총 설비용량은 2020년의 신재생에너지 비율이 전체 발전량의 10%를 담당한다는 가정하의 GATE -PRO 모형에 의한 결과이다. 발전단가가 다른 신재생에너지원에 비해 저렴한 풍력, LFG 및 소수력의 설비용량의 증가폭이 큰 것을 알 수 있다.

다. 평균 발전단가 상승으로 인한 전기요금의 변화추이

위의 설비용량의 결과로 인한 2020년 예상 총 발전량은 57,785,841[MWh]이며, 총 비용은 7,784,004,455,739 [원]이다. 그러므로 평균 발전단가를 계산해 보면, 134,704 [원/MWh]임을 알 수 있다. 평균 발전단가의 상승을 전기요금에 반영하면 다음과 같이 변화함을 알 수 있다.

(단위 : 원/kWh)

종별	적용범위	요금체계	판매 단가	변화된 판매단가
주택용	주거용	6단계 누진요금제	94.78	97.62
일반용	공공, 영업용	계절별차등 (7~8월 고율)	97.68	100.61
		1,000kW이상 시간대별차등		
교육용	학교, 박물관 등	계절별차등 (7~8월 고율)	77.20	79.52
		계절별차등 (7~8월 고율)		
산업용	광업, 공업용	계절별차등 (7~8월 고율)	64.56	66.50
		300kW이상 시간대별차등		
농사용	농업, 어업용	단일요금(감·용, 병차등)	42.45	43.72
		단일요금		
가로등	가로, 보안등	단일요금	71.47	73.61
		단일요금		
평균			77.85	80.19

위의 결과는 평균 발전단가의 상승에 따른 비용을 100% 전기요금에 반영한다는 가정하의 변화된 전기요금의 판매단가를 나타내며 각 용도별 전기요금의 변화는 약 3~4%정도의 상승률을 보일 것으로 예상된다. 이는 RPS 제도 도입에 따라 초반 설비투자의 급격한 증가에 따라 과도한 요금 인상을 보임을 알 수 있다.

3. 결 론

본 연구에서는 정책기관이 목표물량을 설정해 놓고 시장에서의 가격설정을 유도하는 방식인 RPS 제도 도입을 고려한 기존전원과 신재생에너지전원의 설비용량을 GATE-PRO 모형을 이용하여 결과를 도출하였다. 또한 이를 통하여 RPS 제도 도입이 현재 전기요금체계에 어떠한 영향을 미치는지에 대하여 알아보았다. RPS 제도 도입에 따라서 신재생에너지원의 발전설비의 증가로 인한 비용을 전기요금에 모두 반영한다고 가정한다면, 전기요금의 상승을 피할 수 없음을 알 수 있다. 그러므로 요금의 상승은 국민들에게 요금을 전가한 결과가 될 수 있으므로 과도한 인상요인을 찾아서 억제하는 방안을 모색하여야 한다. 또한 요금이 국민에게 전가되는 것을 완화하기 위하여 각 발전회사에 대하여 정책적 지원이나 별도의 보완장치가 필요시 된다.

감사의 글

본 연구는 교육인적자원부에서 시행하는 2단계 BK2 1사업(과제명: 신 에너지원 개발 및 전력시스템 연계 기술 연구팀)의 지원에 의해 수행되었습니다.

[참 고 문 헌]

- [1] 산업자원부, "신·재생에너지 발전차액지원제도 개선 및 RPS제도와 연계방안", 2006.03
- [2] 신혜경, "배출권거래와 공급신뢰도(LOLP)를 고려한 설비계획 방법론 개발에 관한 연구", 2007
- [3] 장한수 외 2인, "신·재생에너지 RPS 국내 도입시 고려사항에 관한 연구", 에너지공학, 14권 2호, 2005
- [4] 산업자원부, "제3차 전력수급기본계획(2006~2020년)", 2006.12
- [5] 김유진, "국내 신·재생전원 보급지원제도의 평가 및 개선방향", 2008
- [6] 한국전력거래소, "2008년 발전설비현황", 2008
- [7] 산업자원부, "동북아 전력계통연계를 위한 기반구축연구(1)", 2005.11
- [8] 김영창, "발전설비 투자이론", 예경 M&B, 2006.7
- [9] 산업자원부 에너지경제연구원, "에너지 통계연보", 2007
- [10] 에너지경제연구원, "에너지 포커스", 2008