

수익보정 방법에 따른 실시간 요금제의 효용성 비교에 관한 연구

박 경 한, 홍 희 정, 강 동 주*, 한 석 만, 정 구 형, 김 발 호
 홍익대학교, *한국전기연구원

A study on the economic efficiency impacts of Real-Time Pricing for revenue reconciliation

Kyoung-Han Park, Hee-Jung Hong, Dong-Ju Kang, Seok-Man Han, Koo-Hyung Chung, Balho H. Kim
 Hongik University, *KERI

Abstract - For restructure of korean power system, we needs research and development concerning RTP and Revenue Reconciliation. In these Implementations the real-time prices are updated at half-hourly or hourly intervals and in no case are the prices spatially differentiated. The implemented rates are based upon marginal generating costs with markups to account for system transmission and distribution costs or other revenue reconciliation needs. This paper analyzes how great is the impact of alternative price markup methods on measures of social welfare and customer responses. A case study and energy sales are also presented.

1. 서 론

국가경제의 중추를 맡고 있는 전력산업은 새로운 환경과 불확실한 미래에 대처할 수 있는 환경의 요구 등이 제기되고 있다. 이러한 요구를 충족시키기 위한 노력이 진행되고 있으며 그 가운데 하나의 방향은 전기사업자의 공급가격과 소비자의 수요에 대한 정보를 이용하여 공통의 이익을 보다 더 향상시킬 수 있고 더 폭넓은 선택을 가능하게 함으로써 전기사업자와 수요자 모두에게 더 많은 이익을 줄 수 있는 새로운 요금제를 확산시키는 것이다. 여기에서는 오늘날의 이러한 요구에 부응하여 새로운 형태의 요금제도로써 제시되고 있는 실시간요금제와 그에 따른 수익보정방법이 사회효용과 수요, 전력판매 등에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 알아본다.

실시간요금제 이론은 전력의 한계비용에 근거하여 개발되었다. 실시간요금제는 그 순간의 공급과 수요에 의해서 결정되며, 소비자는 한 시간, 또는 30분 단위로 통보된 가격에 의해 자신의 소비를 결정하게 된다. 하지만 한계비용에 기초하여 요금을 정할 경우 고정비회수를 보장할 수 없기 때문에 보조금, 또는 수익보정을 필요로 한다.

수익보정은 한계비용 적용에 따른 필수수입부족액(Revenue deficits)을 회수하기 위해 한계비용을 조정하거나 추가요금을 부과하는 것이다. 투자비의 적절한 회수를 목적으로 하며, 그 종류로는 한계비용 조정법과 부가요금 할당법이 있다. 여기서는 한계비용 조정법에 대해서만 알아보겠다. 한계비용 조정법의 가장 일반적인 방법으로는 'Adder method', 'Multiplier method', 'Ramsey method', 'LOLP method'가 있다.

본 논문에서는 수익보정을 실시할 때 소비자 군을 네 가지로 구분하는 것과 하나로 통합하는 두 가지 경우를 설정하여 어떤 방법이 사회효용, 부하반응, 전력판매에 더 큰 영향을 미치는 가를 볼 것이다. 이러한 방법을 통하여 나온 결과들을 이용하여 정책(목표)에 맞는 방법을 찾을 수 있을 것으로 기대한다.

2. 본 론

2.2 수익보정을 위한 한계비용 조정 방법과 순서도

본 논문에서 사용하는 수익보정 방법은 다음과 같은 4개의 방법이 있다.

첫 번째 방법은 'Adder method'로서 결정된 한계비용에 특정상수를 더하는 것이다.

$$P_i(t) = MC_i(t) + A_i(t)$$

$P_i(t)$: 수익보정을 거친 모선(소비자)-i의 가격

$MC_i(t)$: 한계비용에 의해 결정된 모선(소비자)-i의 가격

$A_i(t)$: 보정상수

두 번째 방법은 'Multiplier method'로서 특정상수를 곱하는 것이다.

$$P_i(t) = MC_i(t) \cdot (1 + M_i(t))$$

$M_i(t)$: 보정상수

세 번째 방법은 'Ramey method'로서 소비자의 탄력성에 따라 한계비용을 조정하는 것이다.

$$P_i(t) = \varepsilon_i \times \frac{MC_i(t)}{(\varepsilon_i - \lambda)}$$

ε_i : 모선(소비자)-i의 수요탄력성

λ : 램지계수(Ramsey number)

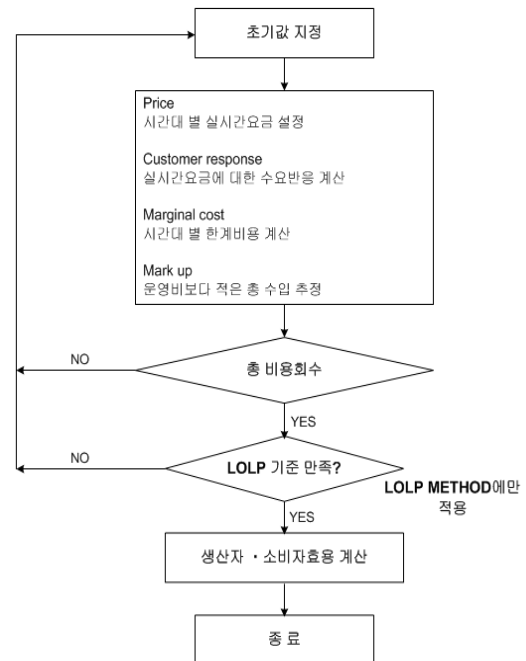
마지막 방법은 'LOLP method'로서 공급지장확률(Load of Loss Probability)을 반영하여 한계비용을 조정하는 것이다.

$$P_i(t) = MC_i(t)[1 + K \cdot LOLP(t)]$$

K : LOLP 가중치

$LOLP(t)$: 공급지장확률

이와 같은 네 가지 수익보정은 다음과 같은 순서에 의해 진행된다.

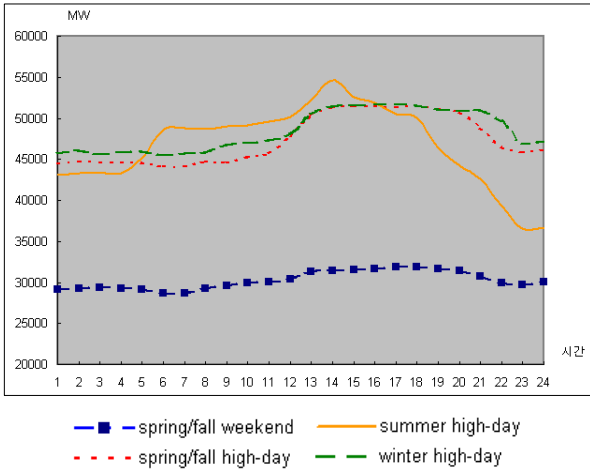


<그림 1> 실시간요금제의 수익보정 순서도

2.2 사례연구

본 논문의 사례연구에 대한 개요는 다음과 같다.

- 2005년 한전데이터 사용
- 각 계절별 특정일 부하데이터 사용
- 1시간 단위로 계산
- 변동비는 연료비만 고려
- Case 1(소비자 군을 4개로 분류)과 case 2(소비자 군을 1개로 통합)로 구분
- 계통 한계비용 함수(발전비용 함수)는 선형이라고 가정
- $MC(t) = A + B \cdot Q_{sys}(t)$
- 다음과 같은 수요 · 공급곡선 사용
- $Q_i = a(P_i(t))^{-b}$
- 포트란 프로그램으로 구성



<그림 2> 계통부하

<그림 2>는 각 계절별 전형적인 하루 동안의 계통부하이다.

[단위 : GWh]

	주택용	산업용	상업용	기타	Total
기준	53517.9	204510.4	33617.3	5729.4	297375
Adder	53519	203308.4	34717.1	5948.8	297493
Multi	53639.5	203437	34813.5	5950.4	297840
Ramsey	53879.7	203543.2	35048.8	5951.5	298423
LOLP	53552.2	204514	348253.7	5925.5	298817

<표 1> 전력판매량 비교

<표 1>은 Case 1과 case 2를 비교하기위한 사전과정으로 실시간요금제의 수익보정을 실시하였을 경우 전력판매량의 변화를 알아본 것이다. 위 표를 보면 전력판매량의 총합은 LOLP method에서 가장 크게 증가한 것을 볼 수 있다.

[단위 : GWh]

	case 1	case 2	%비교
Adder	297493.3	282317.8	5.10
Multi	297840.4	282769.8	5.06
Ramsey	298423.2	282841.8	5.22
LOLP	298817.4	282992.1	5.30

<표 2> 전력판매량 비교(Case 1과 case 2)

<표 2>는 Case 1과 case 2의 전력판매량을 비교한 것이다. 소비자 군을 4가지로 분류한 것이 그렇지 않은 것 보다 판매량이 약 5%정도 많은 것을 알 수 있다.

[단위 : MW]

시간	기준	Adder	Multi	Ramsey	LOLP
1:00	43048.9	38811.9	38507.0	38685.6	39073.9
2:00	43298.0	38999.7	38624.4	38863.3	39256.1
3:00	43282.6	38987.4	38612.7	38851.5	39244.4
4:00	43298.2	38999.7	38624.5	38863.3	39256.1
5:00	45152.4	40430.7	40088.1	40228.3	40582.8
6:00	48540.4	43006.1	42543.1	42685.7	41246.0
7:00	48756.1	43169.7	42699.0	42841.8	41255.7
8:00	48642.7	43086.7	42521.4	42764.1	41251.9
9:00	48993.1	43352.5	42770.0	43013.0	41264.2
10:00	49112.2	43439.4	42851.8	43095.0	41268.6
11:00	49612.0	43812.9	43206.2	43449.6	41288.4
12:00	50200.3	44250.4	43621.7	43865.5	41311.0
13:00	52271.4	45851.3	45132.0	45377.3	41383.1
14:00	54622.2	47576.7	46733.9	46980.8	41445.2
15:00	52598.5	46013.5	45227.0	45472.4	41364.1
16:00	51862.7	45449.6	44688.4	44933.3	41334.7
17:00	50464.6	44395.2	43689.3	43933.3	41280.4
18:00	50037.7	44074.4	43384.9	43628.5	41262.8
19:00	46421.5	41310.0	40772.1	41013.1	41042.0

20:00	44219.1	39590.9	39147.4	39386.7	39866.7
21:00	42631.8	38313.7	38045.1	38183.2	38647.7
22:00	39270.8	35692.8	35572.7	35708.4	36122.9
23:00	36592.2	33690.6	33670.8	33804.6	34173.2
0:00	36694.6	33762.4	33839.3	33873.1	34243.6

<표 3> 수요반응 비교

<표 3>은 Case 1과 case 2를 비교하기위한 사전과정으로 실시간요금제를 실시하였을 경우 기존의 부하에 비해 수요가 어느 정도 반응하는 지에 대한 것을 알아본 것이다. 위 표의 결과를 보면 LOLP method에서 가장 큰 부하의 감소가 일어난 것으로 알 수 있다.

[단위 : MW]

	case 1	case 2	%비교
Adder	5979.0	6755.2	20.4
Multi	5922.5	7444.0	20.4
Ramsey	5873.8	7396.8	20.6
LOLP	12873.9	13191.1	2.4
Total	30049.2	34787.1	13.6

<표 4> 수요반응 비교(Case 1과 case 2)

<표 4>는 Case 1과 case 2의 수요반응을 비교한 것이다. 표에서 알 수 있듯이 case 2에서 더 큰 부하 감소가 일어남 을 알 수 있고, 그 정도는 대략 13%정도 된다.

[단위 : 백만\$]

	case 1	case 2	%비교
Adder	630358.1	609893.4	3.25
Multi	634683.4	614480.5	3.18
Ramsey	636099.1	620581.5	2.44
LOLP	631137.4	615632.7	2.46
Total	2532278.1	2460588.1	2.83

<표 5> 총 효용 비교

<표 5>는 총 효용을 비교한 것이다. 총 효용이란 생산자효용과 소비자 효용을 합한 것이다. Case 1의 경우가 대략 3%정도 더 많은 총 효용을 기대할 수 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 실시간요금제의 적용을 소비자 4가지로 구분하는 것과 구분하지 않고 하나로 통합하는 경우를 설정하여 어느 경우가 전력 판매량, 수요반응, 총 효용에 더 큰 영향을 미치는지에 대하여 알아보았고, 경제적 효용성을 검증하였다. 이러한 연구를 바탕으로 정책과 목표에 맞는 실시간요금제의 실시와 수익보정 방법을 사용할 수 있을 것으로 기대한다. 하지만 본 논문은 송전선로를 고려하지 않은 경제급전으로 계통의 상황에 맞지 않을 수도 있다. 향후 송전선로를 반영하는 방법에 대한 연구가 선행되어야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 교육인적자원부에서 시행하는 BK21(2차)사업 (과제명 : 신 에너지원 개발 및 전력시스템 연계기술 연구팀)의 지원에 의해 수행되었습니다.

[참 고 문 헌]

- [1] Balho H. Kim, "The Economic Efficiency Impacts of Alternatives for Revenue Reconciliation", IEEE Transaction on Power System, Vol.12, No.3, p1129-p1135, August 1997
- [2] Fred C. Schweppe et al. "Spot Pricing of Electricity", Kluwer Academic Publishers, 1998
- [3] Sharky Brown, David Sibley, "The Theory of Public utility Pricing", Addison Wesley, 1986
- [4] Franks P. Ramsey, "A Contribution to the Theory of Taxation", Economic Journal, 32: 47-61, Mar. 1927
- [5] 이준구, "미시경제학", 제 2 판, 법문사, 1995
- [6] 임성순, "포트란95", 세론, 2000