

전력수급계획 수립시 수요예측이 전원혼합에 미치는 영향

강경욱 · 고봉진 · 정범진[†]

제주대학교 에너지공학과

(2009년 2월 20일 접수, 2009년 7월 3일 수정, 2009년 7월 3일 채택)

The Effect of the Demand Forecast on the Energy Mix in the National Electricity Supply and Demand Planning

Kyoung-Uk Kang, Bong-Jin Ko, Bum-Jin Chung[†]

Department of Nuclear and Energy Engineering, Jeju National University

(Received 20 February 2009, Revised 3 July 2009, Accepted 3 July 2009)

요 약

지식경제부(MKE)는 매2년마다 전력수급기본계획을 수립한다. 본 논문에서는 전력수급기본계획 수립시 전력수요를 과대 또는 과소로 예측한 것이 차기 전력수급기본계획 수립시 전원혼합(Energy Mix)에 미치는 영향을 정량적으로 평가하였다. 전력수요 자료는 2005년도에 예측한 제3차 전력수급기본계획의 전망치를 이용하였고 전원혼합을 도출하기 위하여 전력거래소(KPX)에서 활용하고 있는 WASP 전산모형을 단순화한 시뮬레이션 모형을 구축하였다. 2005년도 전력수요를 적정, 5% 과대 그리고 5% 과소 예측한 경우에 대하여 각각 단순화한 시뮬레이션 모형을 이용하여 2005년도 전력수급기본계획의 전원혼합을 도출하였다. 이 3가지 전원혼합을 초기조건으로 하여 2005년도의 적정 전력수요가 2007년 이후에 적용된다고 보고 2007년도에 차기 전력수급기본계획의 전원혼합을 도출하였다. 전력수요가 적정일 경우, 2005년도와 2007년도 전력수급기본계획의 전력수요는 동일하므로 전원혼합에 변화가 없다. 전력수요를 5% 과대 또는 5% 과소 예측한 경우, 계획된 발전소 건설을 차기 전력수급기본계획 수립시 줄이거나 늘려야 하는데 건설기간이 짧은 LNG 발전소가 그 영향을 받는 것으로 나타났다.

주요어 : 전력수급, 전력수요예측, 전원혼합, 전력수급기본계획, 발전소 건설

Abstract — The Ministry of Knowledge and Economy (MKE) establishes the Basic Plan for Long-Term Electricity Supply and Demand(BPE) biannually, a governmental plan for the stable electricity supply. This study investigated the effects of the electric demand forecast on the energy mix. A simplified simulation model was developed, which replaces the WASP program developed by the KPX and verified by comparing both results. Three different electric demand scenarios were devised based upon the 2005 electric demand forecast: Proper, 5 % higher, and 5% lower. The simplified model calculates the energy mix for each scenario of the year 2005. Then it calculates the energy mix for the proper electric demand forecast of the year 2007 using the energy mixes of the three scenarios as the initial conditions, so that it reveals the effect of electric demand forecast of the previous BPE on the energy mix of the next BPE. As the proper electric demand forecasts of the year 2005 and 2007 are the same, there is no change in the previous and the next BPEs. However when the electric demand forecasts were 5% higher in the previous BPE and proper in the next BPE, some of the planned power plant construction in the previous BPE had to be canceled. Similarly, when the electric demand forecasts were 5% lower in the previous BPE and proper in the next BPE, power plant construction should be urgently increased to meet the increased electric demand. As expected the LNG power plants were

[†]To whom correspondence should be addressed

Department of Nuclear and Energy Engineering, Jeju National University
E-mail : bjchung@jeju.ac.kr

affected as their construction periods are shorter than coal fired or nuclear power plants. This study concludes that the electric demand forecast is very important and that it has the risk of long term energy mix.

Key words : National Electricity Supply and Demand, Electric Demand Forecast, Energy Mix, Basic Plan for Electricity Supply and Demand, Power Plant Construction

1. 서 론

전력수급기본계획은 안정적인 전력공급을 위하여, 전력수요를 예측하고, 이에 따라 전원별·시기별 건설계획을 수립한 것이다. 지식경제부는 전력거래소와 함께 2002년부터 매2년마다 전력수급기본계획을 수립한다. 이 계획은 과거 산업자원부의 중장기 전력수급계획을 모태로 하나 2001년 전력산업구조개편 이후 성격이 변화하고 있다. 이전의 계획은 유일한 발전사인 한국전력공사의 발전소 건설계획이었으나, 현재의 계획은 민영화된 발전사업자를 대상으로 정부가 제시하는 참조계획으로서 의미를 가진다. 발전회사들은 전력거래소에 공급설비확충계획서를 제출하고 이는 전력수급기본계획 수립을 위한 분과별 실무 위원회의 등급 분류·심사를 통하여 우선순위가 결정된다. 전력수급기본계획 수립은 수요관리 목표 설정, 수요예측, 발전설비계획 그리고 계통설비계획 순으로 이루어지며 발전설비계획을 세우기 위해서는 수요예측이 선행된다⁽¹⁾.

발전설비계획은 예측된 전력수요를 충족하도록 원자력, 석탄 및 LNG 발전소 등의 건설시기와 기수를 결정하는 것이다. 예를 들어 전력수요를 과소 예측하였을 경우 발전소 건설이 줄어들고 향후 전력공급에 지장을 초래할 것이다. 그와 반대로 과대 예측하였을 경우 불필요한 발전설비의 건설이 이루어지기 때문에 사회적 비용의 상승을 초래한다. 그러므로 전력수급 안정성과 사회적 비용 최소화의 원칙을 모두 만족시키기 위하여 정확한 수요예측과 이에 따른 발전설비 건설이 매우 중요하다. 이를 위하여 전력수급기본계획 수립의 방법론, 절차, 전산모형이 지속적으로 보완되고 있으며 민영화의 진행에 따라 전력수급기본계획의 의미와 수립방법이 진화하고 있다.

본 연구에서는 전력수요를 과대 또는 과소 예측하였을 경우 차기 전력수급기본계획에서 전원별 발전소 건설에 미치는 영향을 정량적으로 평가하였다. 전력수요 자료는 2005년도 제3차 전력수급기본계획의 전망치를 이용하였고 전원혼합(Energy Mix)을 도출하기 위하여 WASP(Wien Automatic System Planning Package) 전산모형을 단순화한 시뮬레이션 모형을 구축하였다. 최적의 전원혼합을 도출하기 위하여 전력거래소에서 사용하는 WASP 전산모형은 할인율, 환율, 공급신뢰도(LOLP) 등의 정책성 자

료와 고장 정지율, 열효율 등의 기술성 자료 등을 고려하나 본 연구에서는 전력수요예측이 차기 전력수급에 미치는 영향을 보는 것이 목적이기 때문에 사회적 비용으로 건설비, 연료비, 이산화탄소 배출비만을 고려하는 단순화한 시뮬레이션 모형을 구축하여 사용하였다.

1-1. 전력수급기본계획 개요

국내의 전력산업은 공기업인 한국전력공사가 송전·배전·판매 사업을 독점적으로 운영하여 왔으나 한국전력공사의 효율성 향상, 민간참여 촉진 등을 위하여 2001년부터 전력산업구조개편이 추진되었으며, 전력회사의 분할 및 민영화가 진행되고 있다⁽²⁾. 전력수급계획은 전력산업구조개편 이전에는 예측된 미래의 전력수요에 맞추어 발전설비 공급량을 결정하는 것에 반하여 전력산업구조개편 이후에는 다수의 발전회사에 의해 공급이 이루어지는 시장경쟁 체제에서 정부가 전력수급의 지침을 제공하는 개념으로 변화되었다.

1-2. 전력수급기본계획 수립절차

전력수급기본계획의 수립절차는 계획기준 수립단계, 계획안 작성단계, 최종계획 확정단계로 구성된다⁽³⁾. 계획기준 수립단계에서는 전력수급기본계획의 방향 설정, 실무위원회 구성, 발전설비계획 기준수립, 전력수요예측 그리고 사업자 발전설비계획 의향조사를 수행한다. 계획안 작성단계에서는 사업자 건설의향 평가 및 전원별 발전소의 건설시기와 발전기수를 산정하여 발전설비계획에 반영한다. 마지막 최종계획 확정단계에서는 전력수급기본계획 보고서 작성 및 공청회를 개최하여 의견수렴을 하고, 전력수급기본계획을 확정 및 공고한다. Fig. 1은 전력수급기본계획 수립의 절차이다.

1-3. 발전설비계획

발전설비계획은 전력의 중·장기적인 공급량을 결정하는 부분으로서 전력수급기본계획에 있어서 가장 핵심적인 부분이다. 발전소 건설에는 계획부터 준공까지 10여년의 기간이 필요하나 전력수요는 국내·외 경기변동 등의 여건 변화에 따라 단기적으로 변한다. 전력수요량이 증가하는 경우, 공급량의 부족 즉 전력저하 사태가 발생하며 전력공급량이 수요를 크게 상회하는 경우 사회적 비용의 낭비가 초래된다. 따라서 발전설비 계획을 세우

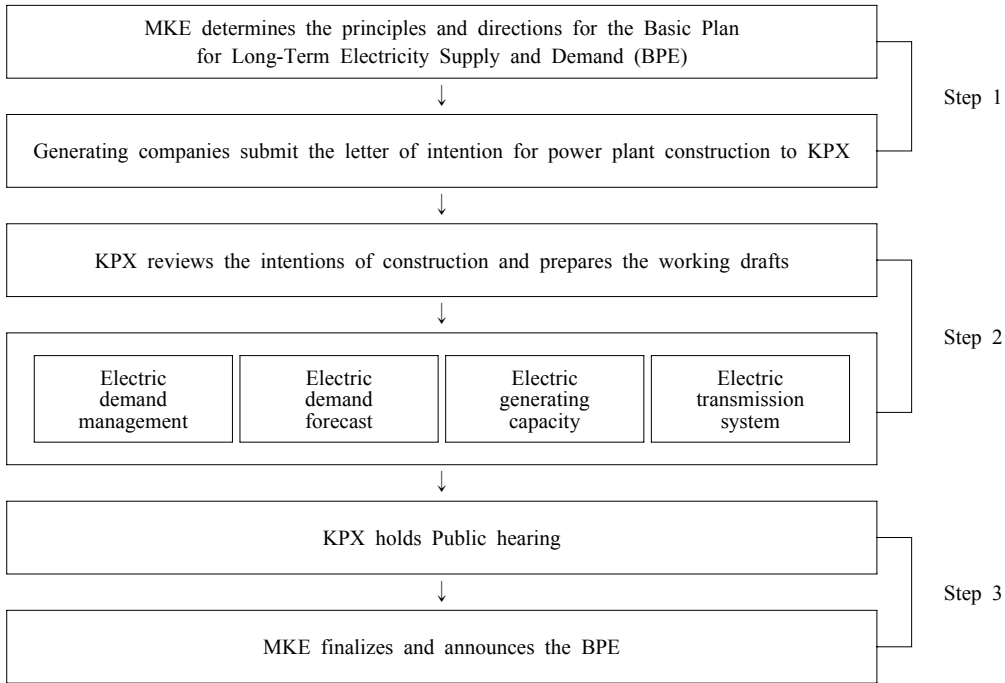


Fig. 1. The schematic for the establishment of the BPE⁽³⁾.

Table 1. The standard for grading power plant construction plan.

Grade	Specific standard
A	Under construction and dismemberment
B	Licensed but not stated construction
C1	Expect licence within 2 years and no problem in grid connection
C2	Expect licence after 2 years and need review on grid connection

기 위해서는 정확한 수요예측이 선행되어야 한다. 발전설비계획은 전력시장의 발전부분의 경쟁 체제에 따라 각각의 발전회사가 제출한 건설의향서를 토대로 수립된다⁽⁸⁾. 정부와 전력거래소는 각 발전사업자들의 건설의향 신청을 접수한 후, 사업추진 실현가능성, 평가 기본방향 적합성 등에 따라 사업자별 발전설비계획을 등급으로 분류한다.

Table 1은 등급분류 세부기준이다⁽⁶⁾. A, B등급은 확정 계획 사업에 포함되고 C1등급은 사업추진에 불확실성이 존재함으로 평가 대상에만 포함된다. 등급이 분류되면 수요예측에 맞춰 우선순위에 해당하는 발전소를 전력수급기본계획에 포함시킨다.

2. WASP 단순화 방법론

한국전력거래소는 발전설비계획수립을 위하여 여러 가지 전산모형을 사용한다. 이들 가운데 WASP(Wien Automatic System Planning Package) 전산모형은 할인율, 환율, 공급신뢰도 등 정책성 자료, 전원별 건설단가, 연료원가, 운전유지비 등 경제성 자료, 출력, 고장 정지율 등의 기술성 자료를 토대로 사회적 비용 최소화를 충족하는 연도별, 최적의 전원혼합을 산출해주는 전산모형이다.

Fig. 2는 WASP 전산모형의 실행절차이다⁽⁷⁾. 여기서 LOADSY는 연도별 최대부하, 발전량, 그리고 부하지속곡선을 입력하여 계획기간의 부하크기 및 형태를 모델링하는 모듈이다. FIXSYS는 기존 발전기를 정의하고 전원별 발전소의 특성자료인 용량, 고장정지율, 계획예방정

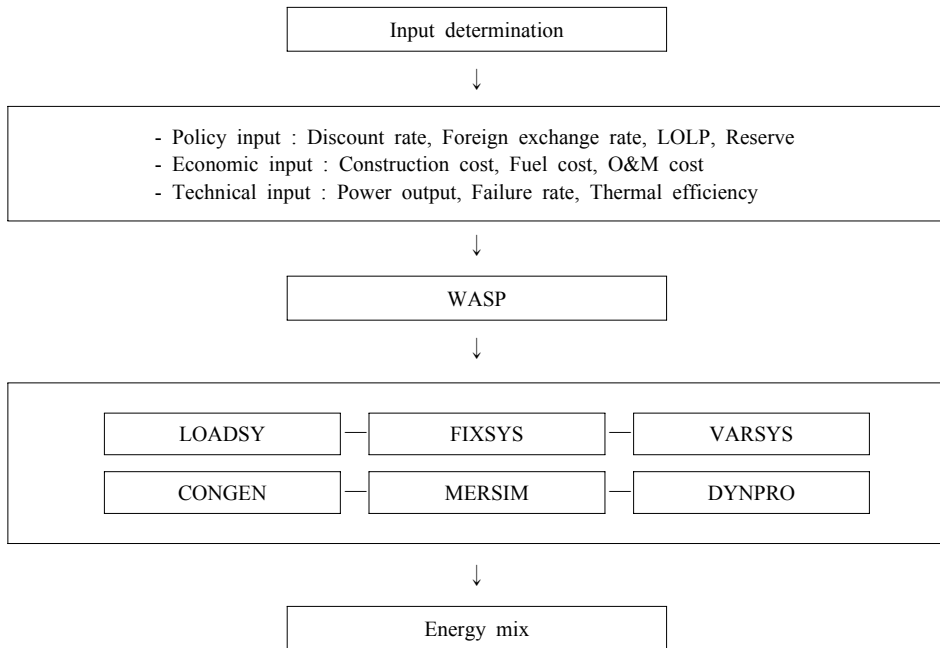


Fig. 2. Procedures of WASP program.

비일수, 열소비율 그리고 경제성자료인 연료비, 운전비를 입력하여 기존설비 용량과 특성을 모델링하는 모듈이다. VARSYS는 건설후보 발전기를 정의하고 특성자료 및 경제성자료를 입력하여 신규 발전기의 종류와 특성을 모델링하는 모듈이다. 그리고 CONGEN은 VARSYS에 정의된 후보발전기로 연도별 건설조합을 생성하는 모듈이며, MERSIM은 계획기간 연도별 설비(기존설비+신규설비조합)를 시뮬레이션 하여 전월별 LOLP 및 운전비를 계산하는 모듈이다. 마지막으로 DYNPRO는 건설비+운전비가 최소가 되는 연도별 최적의 전원혼합을 도출하는 모듈이다⁽⁷⁾.

2-1. WASP 단순화를 위한 가정

본 연구는 전력수요 예측이 전원혼합에 미치는 영향을 살펴보는 것이 목적이므로 입력자료가 많고 복잡한 WASP를 단순화할 필요성이 있다. 시뮬레이션의 결과로 도출되는 전원혼합이 동일한 수준에서 단순화한 시뮬레이션 모형을 구축하기 위하여 사용된 가정들은 다음과 같다.

- A. 제3차 전력수급기본계획의 전력수요, 설비용량, 설비 예비율을 기준으로 한다.
- B. 전력수요와 설비용량은 원자력, 석탄, LNG 발전소가

- 차지하는 비율인 82%만을 고려하고, 신재생, 수력 등 기타 발전소가 차지하는 비율인 18%는 제외한다.
- C. 전원혼합 도출을 위하여 원자력 1000MW, 석탄 500 MW, LNG 450MW의 대표발전소만을 고려한다.
- D. 송·배전 비용, 송전혼잡에 따른 비용, 그리고 사업자 이익은 고려하지 않는다.
- E. 전원혼합 도출시 할인율, 환율, 공급신뢰도(LOLP) 등의 정책성 자료 및 기술성 자료는 고려하지 않는다.
- F. 입력 자료는 전월별 대표발전소의 건설비, 연료비, 이산화탄소 배출비, 건설기간 그리고 제3차 전력수급기본계획의 전력수요 전망치를 이용한다.
- G. 사회적 비용에서 인건비, 수선유지비 등 운전 자본에 대한 금액은 모든 시나리오에 같은 값을 적용하므로 별도로 고려하지 않는다. 따라서 건설비, 연료비, 이산화탄소 배출비만을 고려한다.
- H. 이전 전력수급기본계획에서 계획되고 건설작업에 들어간 발전소 건설계획은 차기 전력수급기본계획의 전원혼합에 그대로 적용한다.
- I. 전월별 대표발전소의 건설은 2005년부터 시작한다.

본 연구에서 WASP의 단순화 모형을 개발할 때, 할인율, 환율, LOLP, 고장 정지율, 기타 정책성 및 기술성 자료들을 제외함에 따라 총 6개로 구성된 모듈 중 확률적인 입

력 자료와 개념을 요구하는 LOADSY, FIXSYS, CONGEN, MERSIM 모듈은 배제하였고 VARSYS, DYNPRO 모듈의 기능만을 이용하였다. 따라서 VARSYS 모듈의 경제성 입력 자료를 정량화 하여 DYNPRO 모듈의 사회적 비용 최소화 원칙을 고려한다면 순쉬운 전원혼합을 도출할 수 있다.

2-2. 전원혼합 도출방법

단순화 시뮬레이션 모형의 실행 순서는 다음과 같다. 첫째, 전력수요, 전원별 대표발전소의 건설기간 그리고 사회적 비용인 건설비, 연료비, 이산화탄소 배출비등의 입력 자료를 입력한다. 입력된 자료는 단순화 시뮬레이션 모형에 의해 정량화되어 사회적 비용을 계산하게 된다. 둘째, 연도별 전력수요에 대하여 필요한 설비용량을 계산한다. 셋째, 원자력 6년, 석탄 4년, LNG 3년인 전원별 대표발전소의 계약기간을 제외한 실제 건설기간만을 고려하여 설비용량 최소화 원칙에 적합한 다수의 전원혼합을 도출한다. 이는 전력수급계획에 포함된 발전설비의 경우, 준공시기를 미리 예측하여 계약업무를 수행하기 때문에 계약기간을 배제하는 것이 현실적이기

때문이다. 넷째, 도출된 전원혼합 가운데 사회적 비용 최소화 원칙을 만족시키는 1개의 대안을 최적의 전원혼합으로 삼는다.

Fig. 3은 단순화 시뮬레이션 모형이 주어진 전력수요들에 대하여 최적의 전원혼합을 계산하는 과정을 나타낸 것이다.

Table 2는 본 연구에서 사용한 전원별 대표발전소로서 각각의 건설비, 연료비, 이산화탄소 배출비 그리고 발전소 건설에 소요되는 건설기간 등을 나타낸다⁹⁾. 본 연구에서는 발전소 건설에 있어서 계약에 소요되는 기간(Contract period)과 실제 건설에 소요되는 기간(Building period)를 구분하여 사용하였다.

2-3. 수요예측 시나리오 상정

2005년도 전력수급기본계획을 수립할 때 전력수요를 과대 또는 과소로 예측했다면 차기 2007년도 전력수급기본계획을 수립할 때 전력수요가 변경될 것이다. 이에 따라 차기 전력수급기본계획의 전원혼합도 변경될 것이다. 예를 들어 전력수요를 과대로 예측한 경우, 이미 과대로 예측하고 발전소 건설 및 건설계획이 수립되었기 때문에 향후 발전소 건설을 줄여야 한다. 반대로 전력수

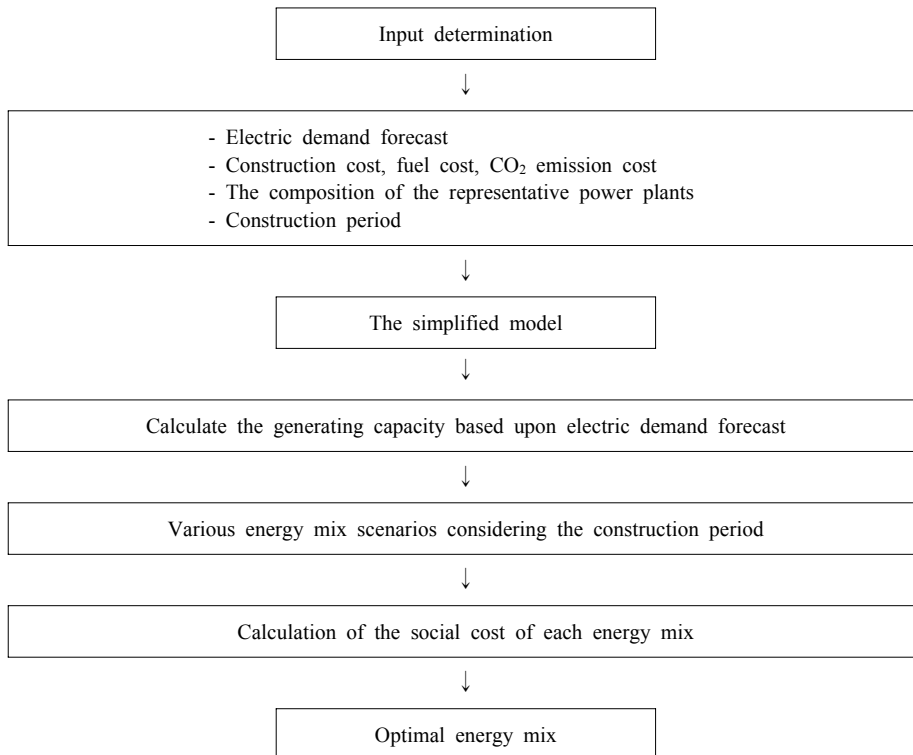


Fig. 3. Flowchart to carry out energy mix.

Table 2. Social cost & construction period for representative power plant units.

Classification	Nuclear (1000MW)	Coal (500MW)	LNG (450MW)
Construction cost (billion Won)	1,190	268	261
Fuel cost (1000won)	3,980	10,550	21,980
CO2 emission cost (1000won)	-	2,191	1,187
Contract period (Months)	48	36	15
Building period (Months)	64	44	30

Table 3. Three scenarios for electric demand forecast.

Year	Electric demand forecast ⁽⁴⁾ (MW)	5% higher demand forecast (MW)	5% lower demand forecast (MW)
2006	48,375	50,794	45,956
2007	48,936	51,383	46,489
2008	50,333	52,850	47,817
2009	51,649	54,232	49,067
2010	52,976	55,625	50,327
2011	54,074	56,778	51,370
2012	55,038	57,790	52,286
2013	55,835	58,627	53,044
2014	56,442	59,264	53,620
2015	56,969	59,817	54,120
2016	57,440	60,312	54,568
2017	57,839	60,731	54,947

요를 과소로 예측한 경우, 차기 전력수급기본계획수립 시점의 전력수요가 예상보다 높을 것이고, 이 경우 발전소 건설을 서둘러 늘려야 할 것이다.

본 논문은 이러한 영향을 정량적으로 알아보기 위하여 2005년도 전력수급기본계획의 전력수요를 기준으로 적정, 5% 과대, 5% 과소의 3가지 시나리오를 상정하였다. 이를 Table 3에 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

3-1. 2005년도 전원혼합 도출

본 연구에서 단순화 모형이 적절히 전원혼합을 구할 수 있는지 확인하기 위하여 제3차 전력수급기본계획의

결과와 비교하였다. 이를 Table 4에 나타내었으며, 두 결과는 비교적 근사함을 알 수 있다. 이는 본 연구에서 개발한 단순화 모형이 최적의 전원혼합 도출에 적용할 수 있음을 보여준다. 이때, 예비율(Reserve)은 최대 전력수요를 초과하여 보유하는 공급여유능력을 의미하며 연도별 설비용량과 최대전력수요의 차인 공급여유능력에 최대전력수요로 나누어 백분율로 나타낸다.

Table 5는 단순화 모형을 사용해 도출한 전원혼합을 나타낸 것이다. 가정 I와 같이 2005년부터 발전소 건설이 시작되므로 2007년도가 되어서야 발전소가 들어서게 된다. 따라서 건설기간이 짧은 순으로 LNG, 석탄, 원자력이 순서대로 들어서게 된다. Table 6은 전력수요를 5% 과대와 과소 예측했던 경우의 연도별 설비용량과 예비율이다.

Table 4. The comparison of generating capacity & reserve for both the 3rd BPE and the model.

Year	Generating capacity in 3rd BPE(MW)	Reserve (%)	Generating capacity in a simplified model(MW)	Reserve (%)
2006	52,245	8.0	50,397	4.2
2007	53,878	10.1	53,997	10.3
2008	56,625	12.5	56,747	12.7
2009	58,519	13.3	58,597	13.5
2010	59,757	12.8	60,047	13.3
2011	62,780	16.1	62,997	16.5
2012	65,771	19.5	65,947	19.8
2013	66,053	18.3	66,397	18.9
2014	67,900	20.3	68,397	21.2
2015	69,787	22.5	69,897	22.7
2016	71,168	23.9	71,397	24.3
2017	72,298	25.0	72,397	25.2

3-2. 2007년도 전원혼합 도출

Table 5에서 얻은 3가지 전원혼합을 초기조건으로 하여 2007년도 차기 전력수급기본계획의 전원혼합을 도출하여 Table 7에 나타내었다.

전력수요가 적정하게 예측되었을 경우 2005년도 전력수급기본계획과 2007년도 전력수급기본계획의 전력수요는 동일하므로 전원혼합에 변화는 없었다. 그러나 전력수요를 5% 과대 예측했던 경우, 2007년도 전력수급

본계획에서는 설비용량 과부하로 인한 사회적 비용의 손실을 방지하기 위해서, 2005년도에 계획되었던 발전소 가운데 일부의 건설계획을 줄여야 한다. 이때 건설기간이 짧은 LNG 발전소가 대부분 이에 해당하였다. 반대로 전력수요를 5% 과소 예측했을 경우, 2007년도에 늘어난 전력수요를 충당하기 위하여 시급히 발전용량을 늘려야 하므로 역시 건설기간이 짧은 LNG 발전소가 주 건설대상이 되었다.

Table 5. Energy mix scenarios in 2005 derived by the simplified model.

Year	Proper electric demand			5% higher electric demand			5% lower electric demand		
	Nuclear	Coal	LNG	Nuclear	Coal	LNG	Nuclear	Coal	LNG
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	8	0	0	13	0	0	2
2008	0	1	5	0	2	5	0	1	5
2009	0	1	3	0	2	2	0	1	3
2010	1	0	1	1	0	1	1	0	1
2011	2	1	1	2	1	2	2	1	1
2012	1	3	1	1	3	1	2	1	1
2013	0	0	1	0	0	1	0	0	1
2014	2	0	0	2	0	0	1	1	0
2015	1	1	0	1	2	0	1	1	0
2016	1	1	0	1	1	0	1	1	0
2017	0	2	0	0	2	0	0	1	0
Total	8	10	20	8	13	25	8	8	14

Table 6. Generating capacity & reserve in case of two scenarios.

Year	Generating capacity for 5% higher(MW)	Reserve (%)	Generating capacity for 5% lower(MW)	Reserve (%)
2007	56,247	9.5	51,297	10.3
2008	59,497	12.6	54,047	13.0
2009	61,397	13.2	55,897	13.9
2010	62,847	13.0	57,347	13.9
2011	66,247	16.7	60,297	17.4
2012	69,197	19.7	63,247	21.0
2013	69,647	18.8	63,697	20.1
2014	71,647	20.9	65,197	21.6
2015	73,647	23.1	66,697	23.2
2016	75,147	24.6	68,197	25.0
2017	76,147	25.4	68,697	25.0

Table 7. Energy mix scenarios derived by a simplified model in 2007.

Year	Proper electric demand			5% higher electric demand			5% lower electric demand		
	Nuclear	Coal	LNG	Nuclear	Coal	LNG	Nuclear	Coal	LNG
2007	0	0	8	0	0	13	0	0	2
2008	0	1	5	0	2	5	0	1	5
2009	0	1	3	0	2	2	0	1	9
2010	1	0	1	1	0	0	1	0	1
2011	2	1	1	2	0	0	2	1	1
2012	1	3	1	1	1	0	2	1	1
2013	0	0	1	0	1	0	0	0	1
2014	2	0	0	2	0	0	1	2	0
2015	1	1	0	1	1	0	1	1	0
2016	1	1	0	1	1	0	1	1	0
2017	0	2	0	0	2	0	0	2	0
Total	8	10	20	8	10	20	8	10	20

Fig. 4는 2005년도의 세 가지 전원혼합 시나리오가 단순화 시뮬레이션 모형에 적용되어 변화하는 2007년도 전원혼합의 결과를 보여준다. Fig. 4의 첫 번째 표는 2005년도에 예측한 전력수요에 대하여 적정, 5% 과대, 그리고 5% 과소 시나리오에 대하여 원자력발전소, 석탄 화력발전소, LNG 발전소의 건설 기수를 모사한 것이다. 여기서 회색 해칭이 되어 있는 부분은 2007년도가 되어 전력수요가 달라질 경우에 아직 착공하지 않았기 때문에 건설을 유보할 수도 있는 부분을 나타낸다. 두 번째 표에서는 2007년도 전력수급계획 모사의 입력자료가 된다. 세 번째 표는 2007년도의 달라진 전력수요에 따라 해칭된 부분이 재수립된 것을 보여준다.

3-3. 고찰

원자력 1000MW, 석탄 500MW, LNG 450MW의 세 가지 대표발전소와 WASP을 단순화한 시뮬레이션 모형을 통하여 2005년도 제3차 전력수급기본계획에 근사한 전원혼합을 도출하였다.

한편 2005년도에 전력수요를 5% 과대 예측하여 도출한 전원혼합을 2007년도 차기 전력수급기본계획의 전원혼합에 그대로 적용한다면 과도한 발전소 건설로 인한 사회적 비용의 손실을 초래하게 됨을 알 수 있었다. 예를 들어, 2005년도와 2007년도의 동일한 전력수요에 필요한 가장 적당한 발전소의 기수는 원자력 8기, 석탄 10기, LNG 20기이다. 그러나 5% 과대 예측했던 경우의 원자

Year	Optimal scenario			5% higher scenario			5% lower scenario		
	Nuclear	Coal	LNG	Nuclear	Coal	LNG	Nuclear	Coal	LNG
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	8	0	0	13	0	0	2
2008	0	1	5	0	2	5	0	1	5
2009	0	1	3	0	2	2	0	1	3
2010	1	0	1	1	0	1	1	0	1
2011	2	1	1	2	1	2	2	1	1
2012	1	3	1	1	3	1	2	1	1
2013	0	0	1	0	0	1	0	0	1
2014	2	0	0	2	0	0	1	1	0
2015	1	1	0	1	2	0	1	1	0
2016	1	1	0	1	1	0	1	1	0
2017	0	2	0	0	2	0	0	1	0

-Energy mix in 2005's BPE

↓ Under construction except for the painted portion which has yet to start construction

Year	Optimal scenario			5% higher scenario			5% lower scenario		
	Nuclear	Coal	LNG	Nuclear	Coal	LNG	Nuclear	Coal	LNG
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	8	0	0	13	0	0	2
2008	0	1	5	0	2	5	0	1	5
2009	0	1	3	0	2	2	0	1	3
2010	1	0	1	1	0	1	1	0	1
2011	2	1	1	2	1	2	2	1	1
2012	1	3	1	1	3	1	2	1	1
2013	0	0	1	0	0	1	0	0	1
2014	2	0	0	2	0	0	1	1	0
2015	1	1	0	1	2	0	1	1	0
2016	1	1	0	1	1	0	1	1	0
2017	0	2	0	0	2	0	0	1	0

↓ The derivation of the energy mix on each scenario

Year	Optimal scenario			5% higher scenario			5% lower scenario		
	Nuclear	Coal	LNG	Nuclear	Coal	LNG	Nuclear	Coal	LNG
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	8	0	0	13	0	0	2
2008	0	1	5	0	2	5	0	1	5
2009	0	1	3	0	2	2	0	1	9
2010	1	0	1	1	0	0	1	0	1
2011	2	1	1	2	0	0	2	1	1
2012	1	3	1	1	1	0	2	1	1
2013	0	0	1	0	1	0	0	0	1
2014	2	0	0	2	0	0	1	2	0
2015	1	1	0	1	1	0	1	1	0
2016	1	1	0	1	1	0	1	1	0
2017	0	2	0	0	2	0	0	2	0

-Energy mix in 2007's BPE

Fig. 4. The flow of energy mix derivation for 2007's BPE.

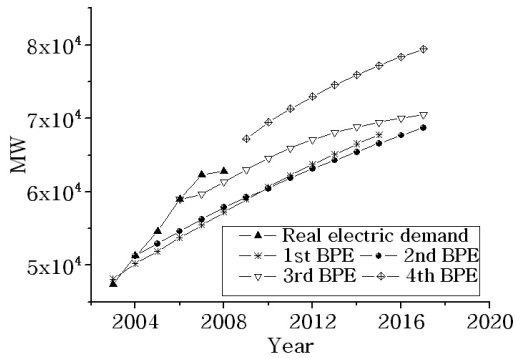


Fig. 5. The comparison of electric demand forecast for each BPE.

력 8기, 석탄 13기, LNG 25기가 2007년도에 그대로 적용된다면 결과적으로 석탄 3기, LNG 발전소 5기만큼 사회적 비용이 낭비되는 것이다.

Fig. 5는 지난 4회의 전력수급기본계획에서 사용한 전력수요를 나타낸 것이다. 제4차 전력수급기본계획 수립시 사용한 전력수요예측으로 볼 때 제1차~3차는 전력수

요를 과소 예측했음을 알 수 있다. 본 계산모형을 활용하여 제1차~제4차의 전력수급기본계획 수립시 전력수요 예측에 따라 계산된 전원혼합과 실제전력수요와 제4차 전력수급기본계획의 전력수요예측을 기반으로 계산한 전원혼합을 비교하였고 이를 Table 8에 나타내었다.

Table 8의 좌단은 제1-4차 전력수급계획의 예측치에 대한 추가 전원건설을 모의한 것이고 우단은 실제 전력수요와 제4차 전력수급계획의 예측치를 사용하여 추가 전원건설을 모의한 것이다. 제1-3차의 전력수요예측이 과소하였기 때문에 제4차 전력수급의 예측치에 맞추기 위하여 2008년도 이후 LNG 발전소가 급격히 늘어나고 있음을 알 수 있다.

본 연구의 단순화한 계산 모형에서 고려되지 않은 송배전 문제, 부지확보 문제, 발전계통연계 문제 그리고 전원별 대표발전소 사용에 따른 차이로 인하여 실제 전력수급계획상의 전원혼합과 다소 차이가 있으나 이전 전력수급기본계획에서 전력수요를 과소 예측한 것이 누적될 때 LNG 발전소의 증가, 석탄 및 원자력 발전소의 감소로 나타남을 알 수 있었다.

Table 8. The comparison of energy mix both 1st~4th BPE and real electric demand forecast + 4th BPE.

Electric demand	1st~4th BPE			Real demand + 4th BPE		
	Nuclear	Coal	LNG	Nuclear	Coal	LNG
Year						
2002	0	0	0	0	0	0
2003	0	0	9	0	0	11
2004	0	3	11	0	3	13
2005	0	5	14	0	5	15
2006	2	6	16	2	5	15
2007	3	8	18	3	6	16
2008	3	8	20	5	7	16
2009	3	10	22	7	7	16
2010	4	10	24	8	9	16
2011	6	11	25	10	11	16
2012	7	13	28	12	14	16
2013	8	13	29	13	15	16
2014	9	14	30	14	17	16
2015	10	17	31	16	19	16
2016	11	21	33	18	23	16
2017	12	22	33	19	24	16
2018	12	22	33	19	24	16
2019	12	22	35	20	24	16
Total	12	22	35	20	24	16

4. 결 론

전력수급기본계획 수립시 수요예측이 최적 전원혼합에 미치는 영향에 대하여 연구하였다. 2005년도 전력수급기본계획 수립시 수요예측이 차기 2007년도 전력수급기본계획의 전원혼합에 미치는 영향을 정량적으로 평가하였다. 이를 위하여 현재 전력거래소에서 최적의 전원혼합 도출에 활용하고 있는 WASP를 단순화한 시뮬레이션 모형을 구축하였다. 전원혼합에 영향을 미치지 않는 할인율, 환율, 공급신뢰도 등 정책성 자료 그리고 고장정지율, 열효율 등 기술성 자료를 배제하고 건설비, 연료비, 이산화탄소 배출비만을 고려하였다. 2005년도 제3차 전력수급기본계획의 전력수요 전망치를 적용하였고, 원자력, 석탄, LNG 발전소만을 전원별 대표발전소로 구성하였다.

2005년도 전력수급기본계획의 전력수요를 기준으로 적정, 5% 과대와 5% 과소 예측의 3가지 시나리오를 설정하였다. 이를 단순화 시뮬레이션 모형에 각각 적용하여 2005년도 전력수급기본계획의 전원혼합을 도출하였고 이것이 실제 WASP와 흡사한 전원혼합을 도출함을 보였다. 이 3가지 전원혼합을 초기조건으로 하여 2005년도의 적정 전력수요가 2007년 이후에 적용된다고 보고 2007년도 차기 전력수급기본계획의 전원혼합을 도출하였다. 전력수요가 적정일 경우, 2005년도와 2007년도의 전력수요는 동일하므로 전원혼합에 변화가 없었다. 그러나 전력수요를 5% 과대 예측했던 경우, 과도하게 계획된 발전소 건설을 줄여야 하는데 건설기간이 짧아서 아직 착공에 들어가지 않은 LNG 발전소가 이에 해당되었다. 반대로 전력수요를 5% 과소 예측했던 경우에는 2005년도에 예측했던 것과 달리 2007년도의 전력수요는 늘어난 상태이다. 즉, 2007년도에 가까운 년도일수록 전력공급량이 부족한 상태이며 이를 충당하기 위하여 서둘러 발전소를 건설해야만 한다. 이때 건설기간이 긴 석탄이나 원자력 발전 보다는 건설기간이 짧은 LNG 발전소가 들어섰다.

현재의 전력수급기본계획 수립절차에서 전원혼합은 전력수급기본계획 수립과정의 결과물로 산출된다. 사회적 비용 최소화 그리고 설비용량 최소화의 원칙에 따라서 발전소 건설계획이 수립되기 때문이다. 이것이 거시

적으로 또 장기적으로 볼 때, 우리나라의 전력산업에 바람직한 전원혼합이 되지 않을 수도 있다. 단기적으로 변하는 전력수요에 맞추다가 보면 장기적으로 바람직하지 않은 전원혼합에 도달할 가능성이 있기 때문이다. 전원혼합은 전력수급기본계획의 수립과정에서 결과물로 산출되기보다 정책적 입력 자료이어야 할 필요성이 있다. 지난 3회의 전력수급기본계획에서 전력수요는 점점 과소 예측됨에 따라서 원자력 석탄이 기저부하로 사용되고 LNG와 같이 값비싼 건설이 많이 들어감으로써 사회적 비용증가의 가능성이 있음이 본 연구의 결과로서 도출되었다.

전력수급계획은, 과거 산업자원부의 중장기 전력수급계획수립의 방법론을 모태로 하면서 전력산업의 민영화, 전력시장의 변화, 조직의 변화 등에 따라서 지속적으로 진화하고 있다. 현재의 전력수급계획은 사회적비용 최소화가 강조되며 장기적인 에너지혼합에 관한 정책이 입력되기 어렵다. 한편 신설된 국가에너지기본계획 등의 국가정책이 전력수급계획에 입력되기 위해서도 방법론적인 개선은 지속적으로 요구된다. 이러한 사항은 향후에도 이 분야의 지속적인 연구주제가 될 것이다.

감사의 글

본 연구는 교육과학기술부 원자력 인력양성사업의 지원에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 박만근. 전력수급기본계획의 수립 절차 및 특징, 전력거래소, 2006.
2. 권병훈. 경쟁시장 하에서 사회적 비용을 고려한 전력수급 정책 방향에 관한 연구, 국회도서관, 2006.
3. 백광현. 경쟁 전력 시장에서 전력수급기본계획 방향, 전력거래소, 2005.
4. 제3차 전력수급수립기본계획, 한국전력거래소, 2006.
5. 제2차 발전설비 실무소위원회 회의 자료, 한국전력거래소, 2006.
6. 박만근. 전력수급계획 수립 방법론, 전력거래소, 2007.
7. 김홍근. WASP 전산모형 소개, 전력거래소, 2006.
8. 최병기; 김욱. 전력수급 계획이 발전 사업에 미치는 영향, 한국남부발전, 2005.
9. 발전소 건설사업 추진현황, 한국전력거래소, 2007.