



PART 2. 각국의 전력시장

PSELAB
GLOBAL NATIONAL GRID

영국 전력 시장 목차

- 1, 전력 시장의 변천 과정
- 2, 시장 도입 초기의 전력 시장
- 3, 발전 경쟁 시장
- 4, 소매 경쟁 시장
- 5, NETA
- 6, BETTA

3

PSELAB
GLOBAL NATIONAL GRID

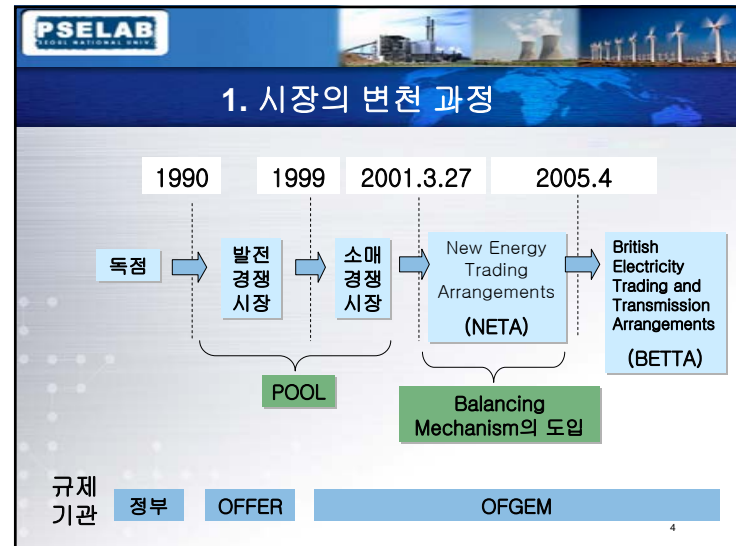
Part 2. 각국의 전력 시장 현황

- ❖ 1. 영국의 전력 시장
 - 시장의 변천 과정
 - 과거 전력 시장 구조
 - 현재의 시장
- ❖ 2. PJM의 전력 시장
 - 전력시장의 구분
 - PJM 시장의 개괄
 - 에너지 시장
 - 재무적 송전권
 - 용량 시장
- ❖ 3. 한국의 전력시장
 - CBP
 - TWBP

2

PSELAB
GLOBAL NATIONAL GRID

1. 시장의 변천 과정



1990 1999 2001.3.27 2005.4

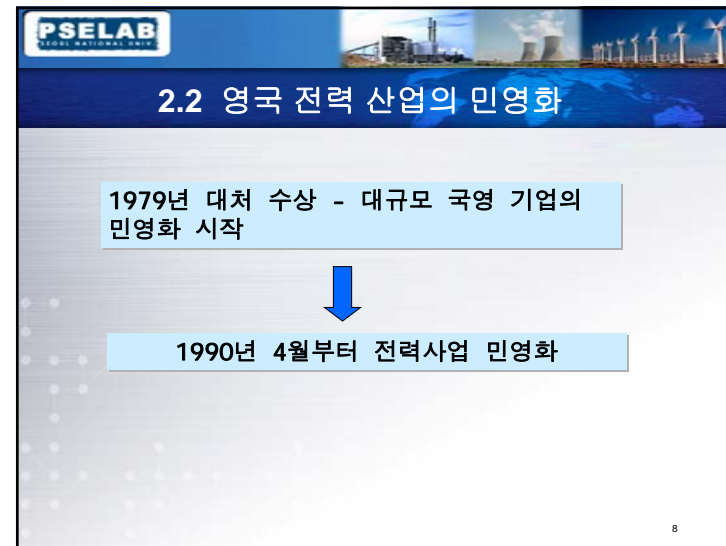
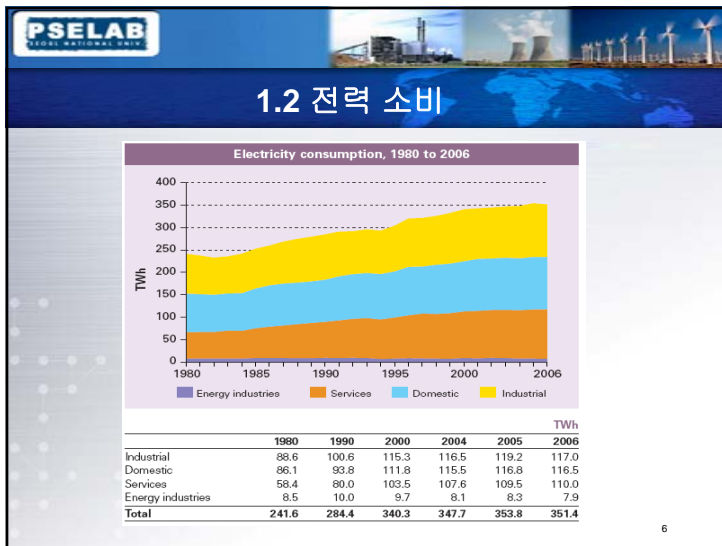
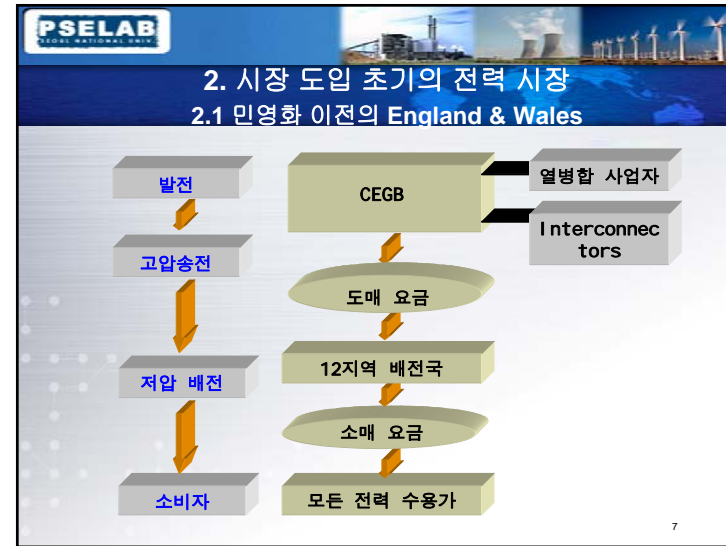
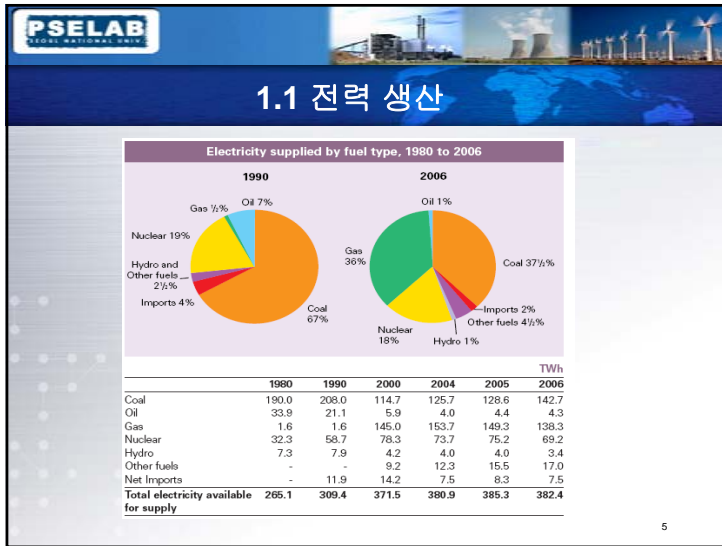
독점 → 발전 경쟁 시장 → 소매 경쟁 시장 → New Energy Trading Arrangements (NETA) → British Electricity Trading and Transmission Arrangements (BETTA)

POOL

Balancing Mechanism의 도입

규제 기관: 정부, OFFER, OFGEM

4



PSELAB
GLOBAL NATIONAL UNIV

2.3 영국 전력 산업 구조 개편 원인

대처 정권의 인식

전력 산업 기술은 세계적 수준

종사 인력의 지식은 상당한 수준

전력 산업의 성과가 좋지 않은 이유

전력 산업 구조

국영 체제
수직 통합 독점 체제
분리된 배전 회사
과도한 예비력
수요 성장 둔화
높은 전력 요금
대규모 수용가에 대한 특혜
3자 발전의 제한

전력 산업 공공부분의 위상으로 인한 문제

9

PSELAB
GLOBAL NATIONAL UNIV

2.5 경과 조치

민영화로의 이행 과정 중의 충격 흡수 및 경과 조치

- 원자력 산업: 국영 체제 - 원자로 폐기 비용 및 폐기물 처리 비용
- 석탄 산업에 대한 지원: 발전 사업자가 British Coal과 3년간 높은 가격으로 석탄 구입 계약
- 산업용 대수용가에 대한 지원: POOL Price로 전력을 구입할 경우 전력 요금이 크게 상승할 것으로 추정되는 114개의 수용가를 선정, 발전 사업자 또는 지역 배전 회사와 별도 계약 체결

11

PSELAB
GLOBAL NATIONAL UNIV

2.4 민영화 추진 과정의 ISSUE

구조상의 문제

소유 (Who can own what)
상품의 정의 (Who can sell What to Whom)
거래의 구조
규제 방법
추진과정 (*)

결과에 대한 문제

전력의 가격
전력의 질
전력사업의 경영 효율성

민영화 추진원칙

송전회사는 발전회사 소유하지 않음
배전회사는 총 판매 전력 15% 이내의 발전력 소유 가능
배전회사는 공동으로 송전회사를 소유
원자력은 국영

*: 원자력, 석탄보조, 대수용가 보조

10

PSELAB
GLOBAL NATIONAL UNIV

2.6 전력 산업의 분할

CEGB가 보유하고 있던 England와 Wales 지역의 발전 부문과 송전 부문을 별개의 사업으로 분리

발전 사업: 3개의 발전회사로 분리, 경쟁 체제 도입

- 원자력 (Nuclear Electric: 국영)
- 화석연료 사용 발전소 (National Power, PowerGen: 민영)
- Scottish Power, Scottish Hydro, EDF (점속 사업자)
IPP

12

PSELAB
LEGAL NATIONAL GRID

continued

송전 부문: National Grid 민영화, 독점 운영

송전망 사업
급전운영권과 POOL 운영권
송전망 부문은 자연독점성이 인정된다는 견해, 엄격한 규제

배전 사업: 배전망 사업과 전력 판매 사업으로 분리

배전망 사업 12개 지역 배전국을 그대로 12개 지역 배전회사로 분리
해당 지역의 배전망 사업을 독점 운영 (송전망과 같이 자연 독점 인정)

전력 판매 사업 First-Tier License: 소규모 수용가에 대해서는 12개 지역 배전국이
독점적 공급권
Second-Tier License: 대규모 수용가에 대해서는 경쟁 체제를 인정

13

PSELAB
LEGAL NATIONAL GRID

3.1 발전 경쟁시장의 구조

발전 National Power, PowerGen, Nuclear Electric
접속사업자 [Scotland, EDF.] IPP

고압송전 National Grid Company

저압배전 12지역 배전회사

소매 지역 배전회사 (Franchise 부문) 지역 배전회사, 기타 (경쟁 부문)

수용가 1000kW 이하[94. 4. 1] 1000kW 이상[94. 4. 1]
100kW 이하[98. 4. 1] 100kW 이상[98. 4. 1]

완전개방[99. 5. 1]

15

PSELAB
LEGAL NATIONAL GRID

3. 발전 경쟁 시장

- 1990년에 시작
- OFFER에 의해 규제 받음
- 모든 시장 참여자는 POOL을 통해 거래
- 시장 가격의 변동에 대비하여 CFD를 통한 헷징 가능
- 단기 거래 및 가격 결정 기능을 갖는 POOL
- 공급자와 수요자간의 직접 계약에 의한 개별 계약 시장

14

PSELAB
LEGAL NATIONAL GRID

3.2 거래 구조 모형

National Power Power Gen Nuclear Electric Scottish Power Hydro Electric EDF IPP

PPP

National Grid

PSP

12 지역 배전 회사

1000kW 이상 수용가 1000kW 미만 수용가 1000kW 이상 수용가

16

PSELAB
GLOBAL NATIONAL GRID

Continued

기본적으로 시장 경쟁(발전) 체제

전력 POOL 설정 (모든 전력 거래는 POOL을 통하도록 함)

- 입찰을 통해 계통 전력 가격 결정
- 하루 전에 다음 날의 수요를 매 30분 단위로 예측, 예측 수요에 대해 입찰을 통한 전력의 가격을 결정
- 이 가격을 매일 The Financial Times에 게재
- 100MW 이상인 발전기는 원칙적으로 POOL 에 모든 전력을 판매

17

PSELAB
GLOBAL NATIONAL GRID

3.3 상품의 정의

상품 발전전력 (판매), 송전망 (이용), 배전망 (이용), 소매전력 (판매)

판매 해당 면허를 얻은 사업자로 국한 - 발전, 송전망, 배전망, 전력 판매

- 발전회사 - 발전 전력을 POOL에 판매
- National Grid Company - 송전망 이용 서비스를 발전회사와 지역 배전회사 및 대수용가에게 판매
- 12개 지역 전력회사(Energy Service Provider, ESP) - 배전망 이용 서비스

*미국의 경우 Load Serving Entity(LSE)라고 함

19

PSELAB
GLOBAL NATIONAL GRID

Continued

발전 사업자도 지역 배전 회사와 별도 계약에 의한 전력 공급도 가능

- 이 경우도 전력의 공급은 POOL을 통하도록 함
- 계약 정산 가격과 POOL 전력 가격과의 차이를 사후 정산

발전 사업자도 Second-Tier Supply License를 받으면 대수용가에 대해 직접 전력 판매 가능

지역 배전회사가 자기의 공급지역 이외의 수용가에게 경쟁적으로 전력을 판매하는 것과 동일한 개념

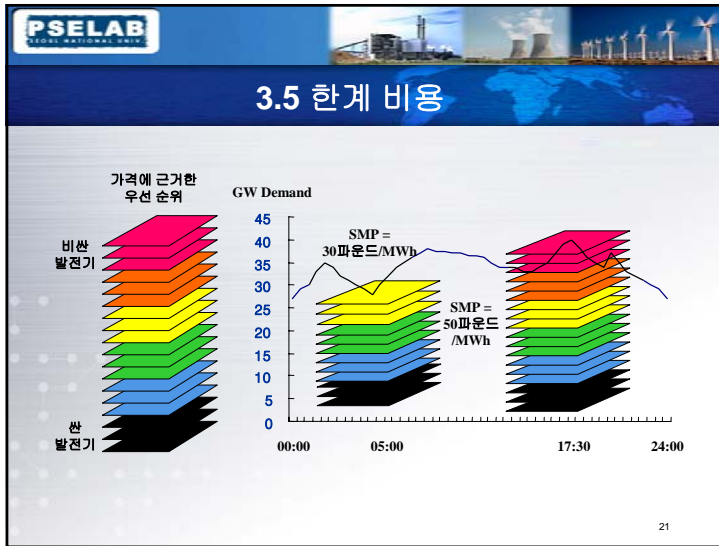
18

PSELAB
GLOBAL NATIONAL GRID

3.4 가격 결정

절차	항목	
거래 전일	절차 1	수요 예측
	절차 2	발전 사업자 입찰
	절차 3	무제약, 운전용 급전계획 작성
	절차 4	SMP 계산
	절차 5	용량 요금 요소 결정
	절차 6	PPP 산정
거래 당일	절차 7	거래 당일의 급전
거래 후	절차 8	Uplift 및 PSP 산정

20



- PSELAB**
KOREA NATIONAL UNIV.
- ### 한국의 초기 CP 결정 방법
- ❖ 발전비용평가위원회에서 기준용량가격 결정
 - ❖ 용량요금
 - 기저와 일반에 대한 한계설비의 고정비를 근거로 산정
 - 일반발전기(기저발전기를 제외한 모든 발전기)
 - 일반 : 450MW급 복합발전기의 GT(Gas Turbine) 고정비 기준
 - 기저발전기(원자력, 석탄(유연탄), 무연탄발전기)
 - 기저 : 500MW급 신규 석탄발전기의 고정비 기준
 - ❖ 적용된 용량요금
 - 기저 : 21.49 원/kWh
(기저설비 건설투자비 자본비용 14.47 원/kWh + 운전 유지비용 7.02 원/kWh)
 - 일반 : 7.17 원/kWh
(피크설비 건설투자비 자본비용 4.20 원/kWh + 운전 유지비용 2.97 원/kWh)
- 23

PSELAB
KOREA NATIONAL UNIV.

3.6 가격 결정 예

POOL 구입 가격(PPP: Pool purchasing price) : 공급의 기회비용과 공급시장의 기회비용의 합으로 구성됨

공급의 기회비용은 입찰에 의해 결정됨

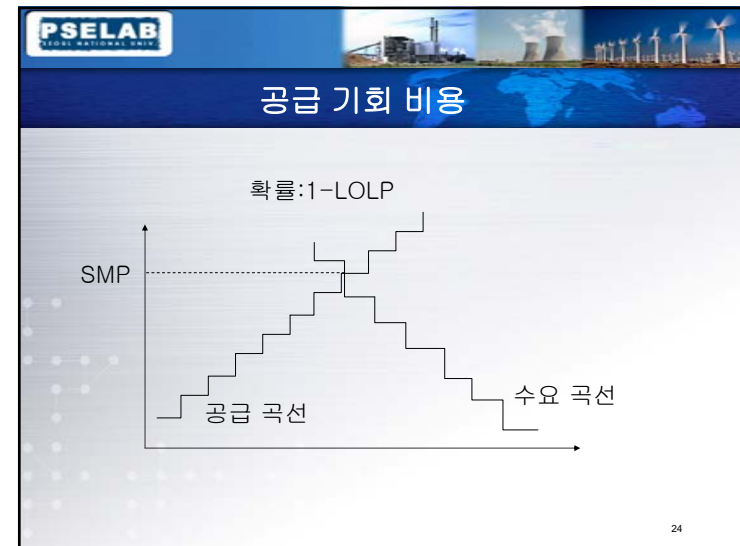
$$PPP = (1-LOLP) \times SMP + LOLP \times VOLL$$

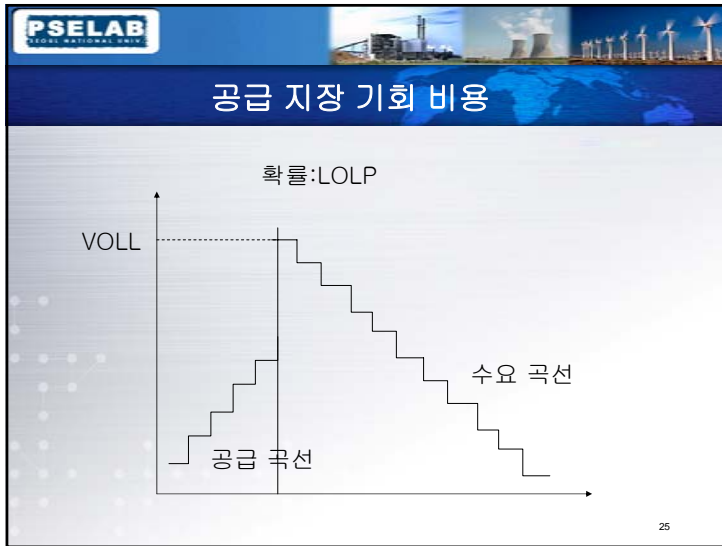
$$= SMP + LOLP \times (VOLL - SMP)$$

$$= SMP + CP$$

SMP: system marginal price	CP : Capacity payment
LOLP : loss of load probability	VOLL: value of lost load
LOLP x VOLL : 공급 시장 기회비용	(1-LOLP) x SMP : 공급 기회 비용

22





PSELAB
KOREA NATIONAL UNIV

PSP의 결정

POOL 판매 가격(PSP: Pool Selling Price)은 PPP와 Uplift로 구성됨

Uplift의 구성

- 전압, 주파수, 기동 비용 등 계통 운용에 필요한 비용
- 조류 상태, 안정도 등의 제약 조건에 따른 운전 비용 증가분
- 수요 예측 오차에 의한 비용 증가분 등등

$$PSP = PPP + Uplift$$

27

PSELAB
KOREA NATIONAL UNIV

PPP의 결정

•입찰량은 전부 1MWh로 가정

입찰 가격

10 11 20 21 30 31

VOLL 2000

시스템 한계 가격 = 21 VOLL = 2000

LOLP = 0.0001

PPP = (1-0.0001) x 21 + 0.0001 x 2000 = 21.2

26

PSELAB
KOREA NATIONAL UNIV

Availability Payment

Availability payment = VOLL x LOLP

입찰 가격

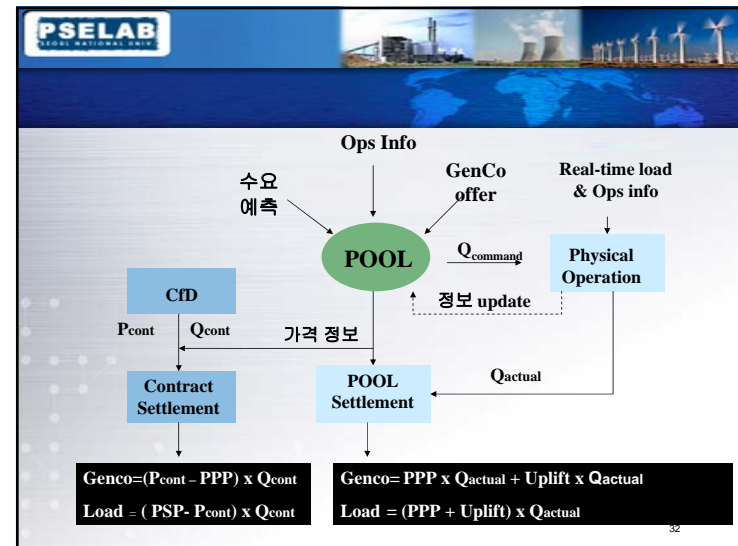
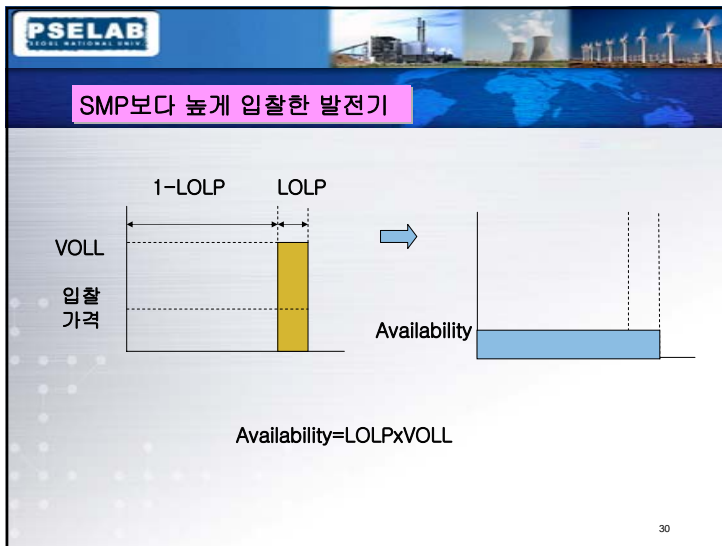
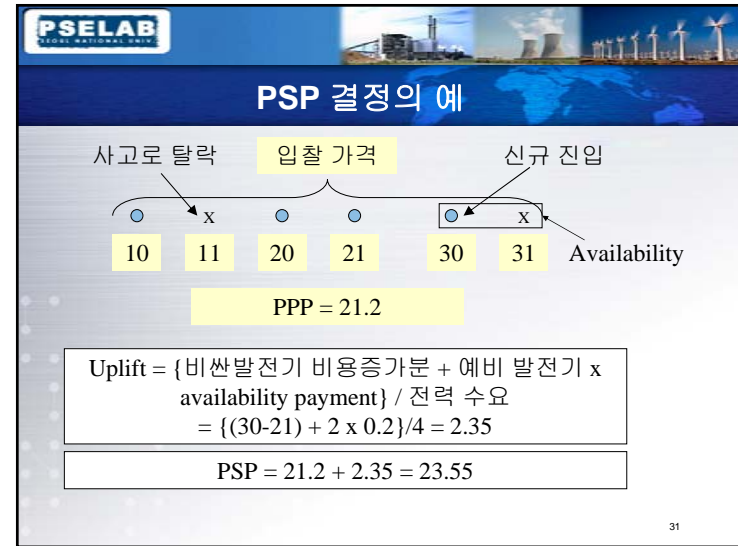
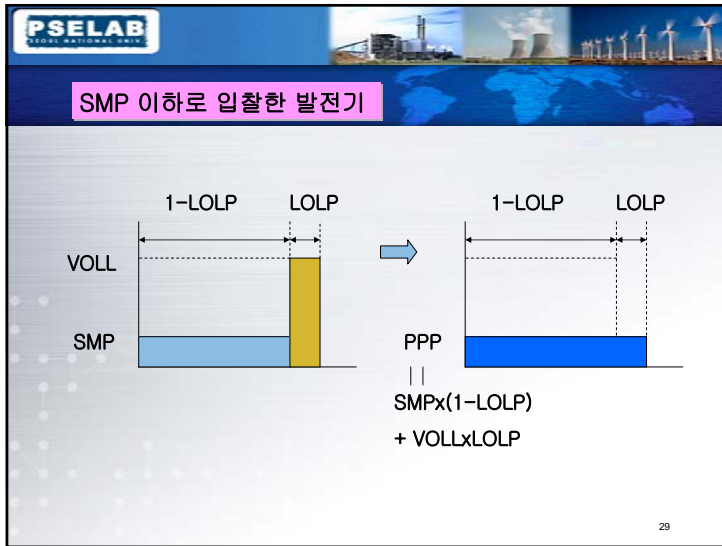
10 11 20 21 30 31

VOLL 2000

Availability payment = 2000 x 0.0001 = 0.2

Availability payment = 2000 x 0.0001 = 0.2

28



PSELAB
REGULATORY NATIONAL GRID

3.7 발전 경쟁 시장의 규제

규제 범위 원칙적으로 자연독점이 존재하는 부문
기타 부문: 부당경쟁 행위만 감시

규제 방법 가격 규제와 품질 규제

가격 규제 가격 상한제
독점적 공급권을 갖는 경우

품질 규제

33

PSELAB
REGULATORY NATIONAL GRID

규제 방식

OFFER: 정보 제공 및 권고안 제시

영국 전력 사업 규제의 특이한 측면

전기사업자에 대한 직접적 규제권을 갖는 기관은 없고 OFFER에서 권고안을 제시하면 전기 사업자는 OFFER와 합의를 통해 면허 조건 갱신

합의가 안되면 중재위원회에서 직권 중재

직권 중재의 경우도 합의 요청과 거부라는 절차가 필요함

OFFER는 일련의 업무에 대해 연간 운영 보고서 제출 의무

35

PSELAB
REGULATORY NATIONAL GRID

규제 기관

규제 기구 OFFER (Office of Electricity Regulation)
정부와 독립적 위치로 구성

Director General 임기 5년의 임명제
정부와 의회에 대하여 독립적 지위
사법적 책임

OFFER의 업무 면허 발급(발, 송, 배전, 공급)과 면허 조건 검토
전력 시장의 운영 감시, 정보 제공, 권고안 제시

34

PSELAB
REGULATORY NATIONAL GRID

독점 부문에 대한 가격 규제 : RPI - X로 알려진 가격 상한제

가격 규제는 송전 사업, 배전망 사업, REC의 지역 독점 전력 공급 사업에 대해서만 시행

매년 가격 상한 = 소매 물가 지수 (RPI: Retail Price Index) - 생산성 개선 지표인 X값

X 값은 5년에 한번 씩 발표 (0 - 3% 정도)

필요 시 수시로 시행

36

PSELAB
GLOBAL NATIONAL UNIV

공급 품질에 대한 규제

Overall Standard of Performance: 전력 계통 운용 기준

Guaranteed Standard of Performance: 고객에 대한 기준 (기준을 이행하지 못한다면 고객에게 정해진 금액을 금전적으로 보상)

37

PSELAB
GLOBAL NATIONAL UNIV

경쟁 촉진

경쟁 촉진	90/91	91/92	92/93	93/94
National Power	122 (TWh)	117 (TWh)	109 (TWh)	95 (TWh)
Power	46%	44%	41%	35%
Power Gen	84 (TWh)	86(TWh)	91 (TWh)	70 (TWh)
Gen	28%	28%	27%	26%

양대 전력 회사인 National Power와 PowerGen의 시장 점유율 계속 저하

전력시장에서의 경쟁촉진 성공적 정착 주장

OFFER는 경쟁촉진을 위해 양대 전력 회사 소유 설비의 6,000MW를 추가 매각

39

PSELAB
GLOBAL NATIONAL UNIV

3.8 발전 경쟁 성과

경쟁 촉진

효율 개선 → 인원 감축의 문제가 따름

가격상승 → 민영화 실패 주장의 근거

공급 품질 향상

38

PSELAB
GLOBAL NATIONAL UNIV

효율 개선

Profit margin: 7%, 11%, 14%, 20% (National Power) / 9%, 11%, 14%, 16% (Power Gen)

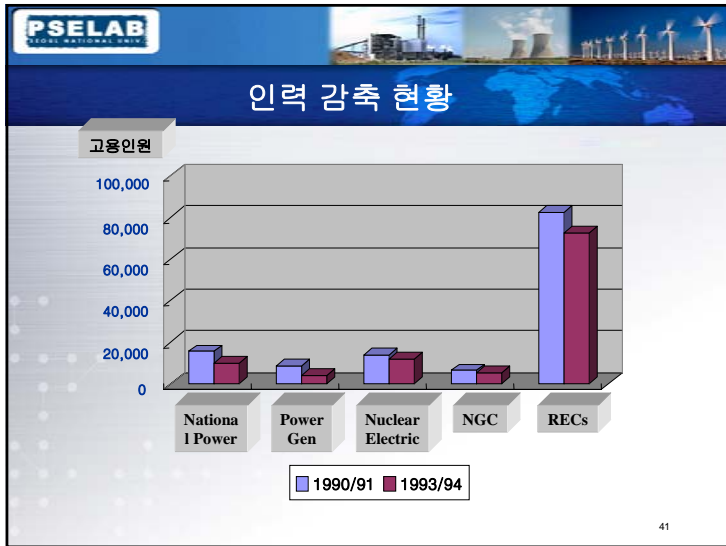
(단위:兆 파운드)

총수입 비용 이익

National Power Power Gen

비용은 약간 감소, 수익은 증가

40



공급 품질

	91/92	92/93	93/94
Number of domestic disconnections	41,018회	12,723회	2,817회
Number of customer complains	17,479건	15,512건	10,926건
약속 불이행에 대한 벌금 (파운드)	8,182천	7,613천	5,005천

수용가 불만이나 수용가에 대한 약속불이행 벌금이 지속적으로 감소

43

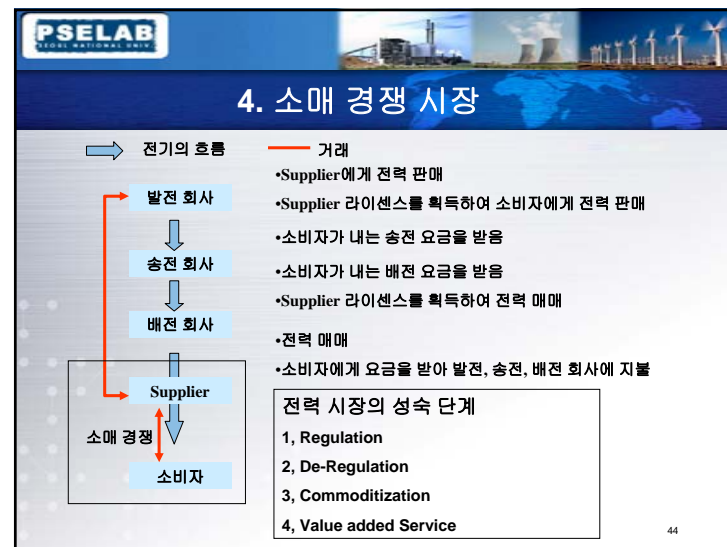
가격

산업용 수용가의 가격 비교

연간 소비 전력 (MWh)	실질 가격 변화	
	91/92	92/93
880 미만	+3.2	-5.1
880 - 8,800	-15.5	+4.4
8,800 - 150,000	-20.8	+6.6
150,000 이상	-5.5	+7.7
평균	-13.6	+5.4

대수용가에 대한 보조 폐지로 대수용가 부문의 가격 상승: 민영화 실패 주장의 근거

42



PSELAB
PSE GLOBAL NATIONAL UNIV

4.1 소매 경쟁 시장의 구조

Generation	Transmission	Distribution	Supply
22 개 정도의 발전 회사. OFGEM의 가격 규제 없음	NGC : E.W의 송전 망 운영 Scot. Power & Scot. Hydro : Scotland의 송전 망 운영. Ofgem의 송전요금 규제	14개의 지역배전 회사 Ofgem : 배전요금 규제	Ofgem의 요금 규제 전기 공급, 미터링, 요금청구

1999년 기준 자료로써 England/Wales의 12개 배전 회사에 Scotland의 Scottish Hydro와 Scottish Power의 수직 통합 기업이 추가되어 총 14개의 배전회사가 존재

45

PSELAB
PSE GLOBAL NATIONAL UNIV

4.3 Energywatch

- The independent consumer organization
- (The Gas and Electricity Consumers Council)
- 2000.11 의회의 관련 법규(New Utility Act)에 의해 설립
- Gas Consumers Council 과 Ofgem's regional offices의 통합
- 소비자들에게 조언과 정보 제공
- 소비자의 불만이 해결되지 않을 때 의존할 수 있는 곳
- Energywatch의 운영
 - 사무소 전체 6개 : 잉글랜드(런던 본부, 브링햄, 뉴캐슬, Brounemouth)+스코틀랜드(Glasgow)+웨일즈(cardiff)
 - 통상 전화 및 방문민원 상담

소비자들로부터 받은 불만사항을 Data Base화

→

각종 민원의 통계를 관리하고 유형별, 각 전력회사별로 집계하여 웹사이트에 게재
- 전력회사의 시정 유도

→

사안에 따라 Ofgem에 직접 시정을 요구

47

PSELAB
PSE GLOBAL NATIONAL UNIV

4.2 소매 경쟁 시장의 규제

도매 사업자 - 라이선스로 규제

송전과 배전 - 가격 규제

Supplier - 주요 supplier에 대해 최종 요금을 규제
- 2002년 이후 규제가 사라짐

46

PSELAB
PSE GLOBAL NATIONAL UNIV

4.4 소비자의 구분

business customer는 supplier와 협상이 가능하나 그렇지 못한 소규모 소비자를 보호하기 위해 supplier의 면허 종류를 구분

12,000KWh 이하 (domestic customer)

←

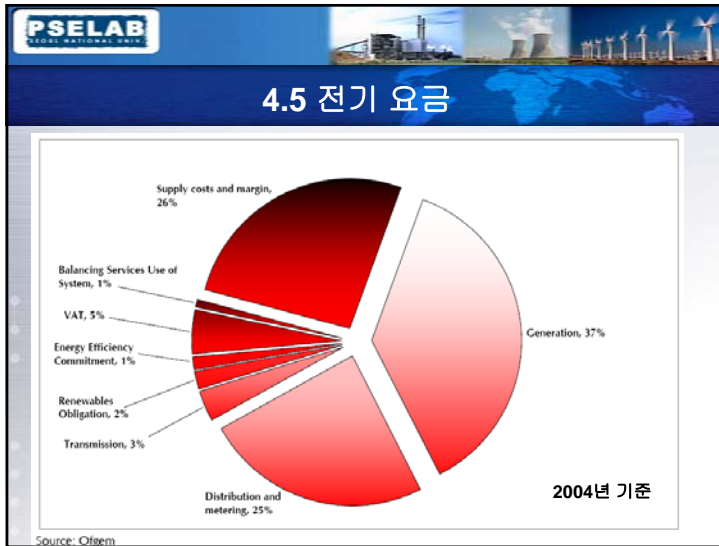
Domestic Electricity Supplier

12,000KWh 이상 (Business customer)

←

Business Supplier

48



- PSELAB**
PSEUL NATIONAL UNIV
- ## 5. NETA
- ### 5.1 NETA 도입 배경(1)
- ❖ 연료 비용 하락과 기술 개발에 따른 효율성이 가격에 반영되지 않음.
 - 북해 가스정 발견/발전 열효율 상승, 발전소 건설비 감소로 발전비용의 40~50%감소 여지가 발생했으나 전력 가격은 높았다.
 - ❖ 시장의 조작이 용이
 - National Power와 PowerGen이 시장 지배력을 남용
 - 담합을 통해 용량 가격을 높였다.
 - ❖ 수요의 참여가 제한적임
 - 발전 사업자가 가격 결정에 우월한 지위를 가짐.
- 51

- PSELAB**
PSEUL NATIONAL UNIV
- ## 4.6 소매 경쟁의 결과
- 1999년부터 supplier의 자유로운 선택이 가능
 - 가스 소비자: 연간 £60 절감
 - 전기 소비자: 연간 £20 - £35 절감 (지역에 따라 상이함)
 - 1999년 5월부터 2000년 7월까지 기간 중 515만명의 소비자가 공급자를 변경함
 - Supplier의 변경은 자유로우나 정보를 통한 적절한 선택이 중요 - Ofgem의 도움을 받을 수 있음
 - 발전에도 더욱 경쟁이 촉진됨
 - 송배전의 독점에도 경쟁 도입을 검토
- 50

- PSELAB**
PSEUL NATIONAL UNIV
- ## 5.1 NETA 도입 배경(2)
- ❖ 기저부하를 담당하는 전원 건설에 편중
 - Pool 가격으로 동일하게 지불
 - ❖ 복잡한 시장 규칙과 경직된 지배구조
 - 시장 규칙 변경시 투표권이 많은 대규모 사업자들의 이해 위주로 변경
 - 급격한 환경변화에도 불구하고 시장참가자 각자의 이해관계가 복잡해서 시장 규칙을 변경하지 못했다.
- 52

PSELAB
PSEOUL NATIONAL UNIV

시장 구조의 차이

- ❖ Single Market/Central Dispatch Model
 - 시장가격의 변동이 심함
 - 시장가격으로 투자비용회수 보장이 없음
 - 급전 지령에 의한 계통 안정성 확보 가능
- ❖ Bilateral Contracts/Self Dispatch Model
 - 시장가격변동에 따른 risk가 적음
 - 자발적 계약으로 risk 관리가 쉬움
 - 설비투자비용 회수가 안정적임
 - BM units의 충분한 확보가 필수적

53

PSELAB
PSEOUL NATIONAL UNIV

5.3 Forward Market

- ❖ NETA에서 Gate Closure전의 거래
 - 발전과 부하는 자발적으로 Forward Market /Spot Market 에 참여
 - 대부분 Power Exchange/Bulk OTC거래
 - 계약량만을 실제 급전1시간 전에 SO에 보고
 - 자발적으로 Balancing Bid/Offer를 제출
 - 마지막으로 보고된 계약량과 낙찰된 Bid/Offer를 어기면 Penalty

*OTC (Over-The-Counter) : 장외거래

55

PSELAB
PSEOUL NATIONAL UNIV

5.2 Timescales

2002년 6월 이후 3 1/2시간에서 1시간으로 단축

54

PSELAB
PSEOUL NATIONAL UNIV

Forward Market에서의 거래 지표

- ❖ Day Ahead Window Index : 실제 전력이 공급되기 하루 전 8시에서 12시 까지 런던에서 브로커들에 의해 거래되는 기저부하 거래 가격 및 전력량. (Ex : 2월 21일 거래 -> 22일 전력 deliver)
- ❖ Working Days Index : 실제 전력이 공급되기 하루 전 8시에서 오후 5시까지 거래되는 기저부하 거래 가격 및 전력량
- ❖ Monday - Friday Peak Index : 실제 전력이 공급되기 하루 전 8시에서 오후 5시까지 거래되는 피크부하 거래 가격 및 전력량
- ❖ All Days Index : 실제 전력이 공급되기 하루 전 8시에서 오후 5시까지 거래되는 기저부하 거래 가격 및 전력량, 금요일에 토요일과 일요일, 월요일의 전력 거래가 이루어짐
- ❖ 전일 시장 index만 나타나 있음.

56

PSELAB
 GLOBAL NATIONAL UNIV

5.4 Power Exchange

- ❖ Power Exchange Trades
 - 거래상품
 - Forward(장기/재정적) 거래
 - Spot market(단기/물리적) 거래
 - 전체적으로 Spot 계약의 비중이 큼
 - 주요 3개 Power Exchange 있음

57

PSELAB
 GLOBAL NATIONAL UNIV

UKPX(영국)

- ❖ 운영주체 : 상품 거래 회사인 스웨덴의 OM 그룹이 설립
- ❖ 설립경위 : 강제 풀 해체, 사설 거래소 APX가 있음
- ❖ 거래참가자 : 발전사업자, 소매사업자, Marketer 등
- ❖ 시장 종류 : 1일전 시장(spot) , Forward
 - ❖ 1일전 시장 거래방법
 - 익명 거래로 open outcry 방식 (Screen trading)
 - ❖ Imbalance 의 조정방법
 - Balancing Mechanism(NGC운영) 또는 쌍방계약거래로 확보

PSELAB
 GLOBAL NATIONAL UNIV

주요 Power Exchange

- ❖ UK Power Exchange(UKPX)
 - : Forward+Spot Market
 - : 850,000 contracts/month (430GWh/day – 2002년)
- ❖ UK Automated Power Exchange(APXUK)
 - : Spot market
 - : 400,000 contracts/month (80GWh/day)
- ❖ International Petroleum Exchange(IPE)
 - : Forward market

* 2002년 영국 전력 총 생산량 : 약 385TWh

58

PSELAB
 GLOBAL NATIONAL UNIV

UKPX(영국)

- ❖ 혼잡 관리 : 거래소에서는 혼잡이 없는 것으로 간주하고 계통운영자가 수급조정 시장의 역거래로 해소
- ❖ 참가 조건 : spot 시장 참가를 위해서는 clearing House와의 계약이 필요함

PSELAB
KOREA NATIONAL GRID

Power Exchange 상품 종류

- ❖ Spot Market
 - Half-Hour – Rolling two days
 - Two-Hour Block – Rolling two days
 - Four-Hour Block – Rolling seven days
- ❖ Prompt Market

Block 1	Block 2	Block 3	Block 4	Block 5	Block 6
23:00	03:00	07:00	11:00	15:00	19:00
					23:00

61

PSELAB
KOREA NATIONAL GRID

Power Exchange 상품 종류

- ❖ 거래 기간의 결정
 - Day 상품 : rolling 7 days
 - Weekend 상품 : rolling 2 weekends
 - Week 상품 : rolling 4 weeks

OVERNIGHT	Rolling seven days
BLOCK 3+4	Rolling seven days
PEAK	Rolling seven days
OFFPEAK	Rolling seven days
EXTENDED PEAK	Rolling seven days
BASE	Rolling seven days
WEEKEND 5	Rolling two weekends
WEEKEND 6	Rolling two weekends
WEEKEND OVERNIGHT	Rolling two weekends
WEEKEND 3+4	Rolling two weekends
WEEKEND PEAK	Rolling two weekends
WEEKEND EXTENDED PEAK	Rolling two weekends
WEEKEND BASE	Rolling two weekends
PEAK WEEK	Rolling four weeks
BASE WEEK	Rolling four weeks

PSELAB
KOREA NATIONAL GRID

Power Exchange 상품 종류

Block 1	Block 2	Block 3	Block 4	Block 5	Block 6
23:00	03:00	07:00	11:00	15:00	19:00
					23:00

OverNight

Peak(07:00~19:00)

Extended Peak(07:00~23:00)

Base(23:00~23:00)

PSELAB
KOREA NATIONAL GRID

Power Exchange 상품 종류

- ❖ Forwards Market
 - Months - Rolling 6 months (거래 단위 1개월)
 - Quarters - Rolling 4 quarters (거래 단위 3개월)
 - Seasons - Rolling 10 seasons (거래 단위 4개월)

PSELAB
KOREA NATIONAL UNIV

Forward Market과 Power Exchange

❖ Power Exchange(PX)

- 발전자와 부하는 거래 상대가 누구인지 모름
- PX가 중간에서 중재
- 회원제/증거금제도
- 청산서비스 제공
- 미계약공지
- 계약불이행에 따른 위험(Credit risk) 적음

❖ Forward Market

- broker 를 통해 발전자와 부하가 직접거래
- 거래성립에서 인도일까지 중간정산없음
- 대부분 물리적인 인도계약
- 계약불이행에 따른 위험이 큼 → PX에 청산을 의뢰

청산(clearing): 계약의 소멸에 따른 최종정산. 계약은 반대매매나 만기일에 계약이행 등으로 소멸됨

•반대 매매
현재 가지고 있는 포지션과 동일 조건의 다른 포지션을 취하는 매매

65

PSELAB
KOREA NATIONAL UNIV

전력공급을 위한 추가적인 서비스(Ancillary Service)

SO는 IPN으로부터 필요한 A/S 등의 양을 계산

⇒ 급전 1 시간 전까지 A/S에 대한 계약 구입

미계약/단기변동부하/발전기사고

송전선 용량으로 인한 제약(혼잡)

계약량과 실제 사용량의 차이

FPN과 계통조건(부하, 송전선제약)으로부터 필요량 계산

⇒ Options on Capacity, Balancing Service에 대한 장기계약

⇒ BM unit으로부터 Balancing Offer/Bid 선택

67

PSELAB
KOREA NATIONAL UNIV

5.5 Balancing Mechanism

❖ Balancing Mechanism 필요성

Forward contract만으로 실제 운영을 할 수 없음

↓

- 전력공급을 위한 추가적인 서비스(Ancillary Service)
- 미계약 부하
- 단기변동부하/발전기사고
- 송전선 용량으로 인한 제약(혼잡)
- 계약량과 실제 사용량의 차이

Balancing Mechanism 필요

66

PSELAB
KOREA NATIONAL UNIV

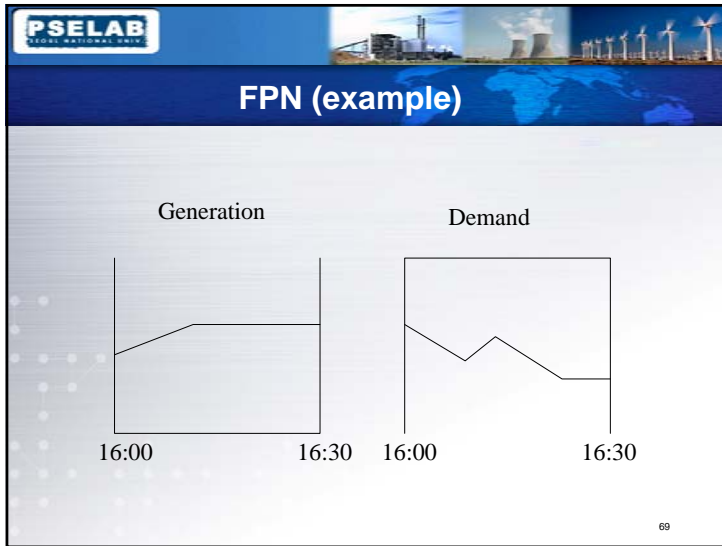
❖ IPN (Initial Physical Notification)

- 계약일 하루 전 오전 11:00까지 제출
- 계약일의 예상출력만(계약량) 제출

❖ FPN (Final Physical Notification)

- 급전 1시간 전까지(Gate Closure) 제출
- SO의 부하공시 등을 참조하여 IPN수정
- 개별 발전기와 수요에 대해 제출
- 급전되는 특정 30분 동안의 분단위 출력량

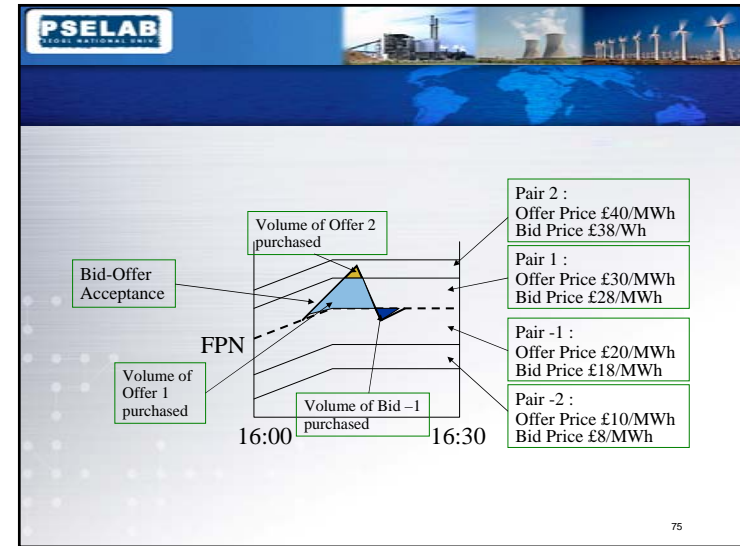
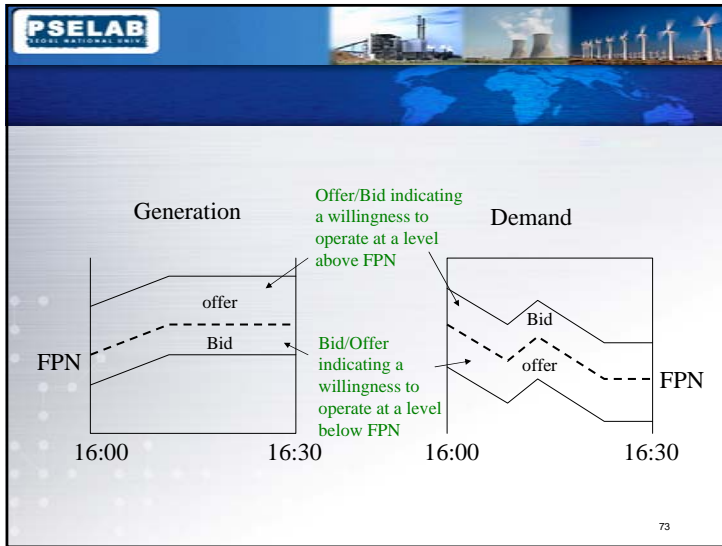
68



- PSELAB**
KOREA NATIONAL UNIV
- ❖ Offers and Bids
 - FPN보다 높은 또는 낮은 출력/소비에 대한 기대가격
 - 변동범위(MW)과 가격으로 구성
 - ❖ Offer
 - 제시한 가격을 받음
 - 발전증가, 부하감소에 대한 기대가격
 - ❖ Bid
 - 제시한 가격을 지불
 - 발전감소, 부하증가에 대한 기대가격
- 71

- PSELAB**
KOREA NATIONAL UNIV
- ❖ BM Units
 - BM에 참여하기 위한 기본단위
 - 발전 또는 부하로써 참여
 - BM unit의 구성
 - 하나의 발전기 또는 소형발전기의 집합(발전)
 - 대규모 수용가 또는 부하집합(부하)
 - 최소 50MW의 용량을 가짐
 - 기존의 계약과는 무관하게 운영
- 70

- PSELAB**
KOREA NATIONAL UNIV
- ❖ 제출방법
 - BM Unit의 자발적인 제출 또는 SO와 Balancing Service 계약
 - Offer/Bid와 대체Bid/offer를 같이 제출
 - Offer가격 > Bid가격
Bid>Offer의 경우 동시구입에 따른 차익발생 받을 기대가 지불의사보다 큼
 - Gate Closure(급전 1시간 전)까지 제출
- 72



- ❖ Balancing Service
 - SO는 Gate Closure 이후 Balancing Service에 필요한 Offer와 Bid를 선택
 - SO는 선택한 Offer/Bid를 취소할 수 없음
 - ⇒ 대체 Bid/Offer 또는 다른 BM Unit을 선택
 - Offer가격 > Bid가격이므로 양의 비용이 발생
 - ⇒ 송전요금으로 사용자에게 부과
- 74

- ❖ BSUoS
 - 선정된 Offer/Bid는 Balancing Service Use of System (BSUoS) 요금을 주고 받음
 - Offer

$$\text{Accepted Offer Volume} \times \text{Offer Price}$$
 - Bid

$$\text{Accepted Bid Volume} \times \text{Bid Price}$$
- ※ 기계약부하/혼잡처리에 사용된 BM에 대해서만 적용
 ※ 실제사용량과 계약량 차이에 대해서는 Imbalance Settlement 적용
- 76

PSELAB
KOREA NATIONAL UNIV

5.6 Imbalance Settlement

- ❖ Imbalance Settlement

Total Contract Volume (BM후의 계약량)

Contract volume at gate closure(원래 계약량)

+ BM에서 사용된 bids/offers의 양

Imbalance volume

Metered volume(실제사용량) - Total contract volume

Imbalance volume에 대해 penalty가 적용됨

77

PSELAB
KOREA NATIONAL UNIV

SSP과 SBP의 이해

수요>공급

수요<공급

79

PSELAB
KOREA NATIONAL UNIV

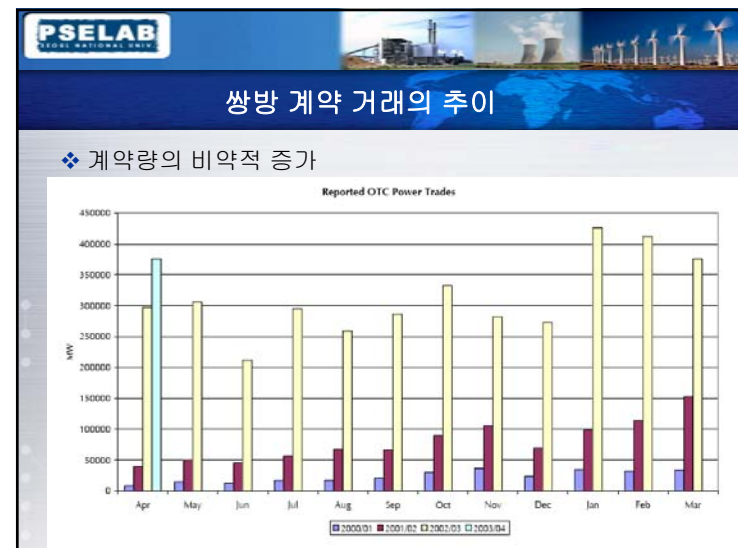
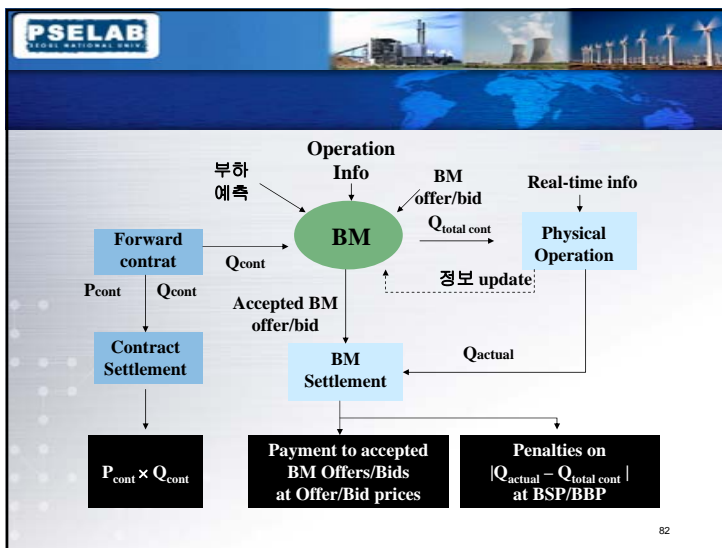
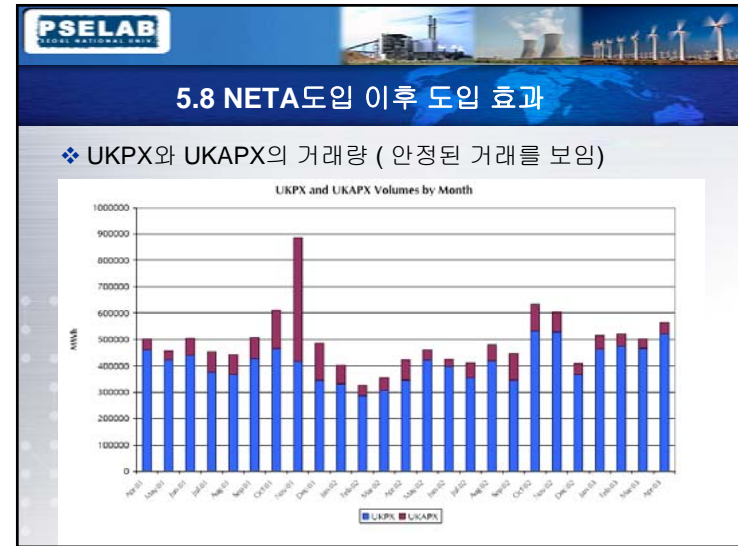
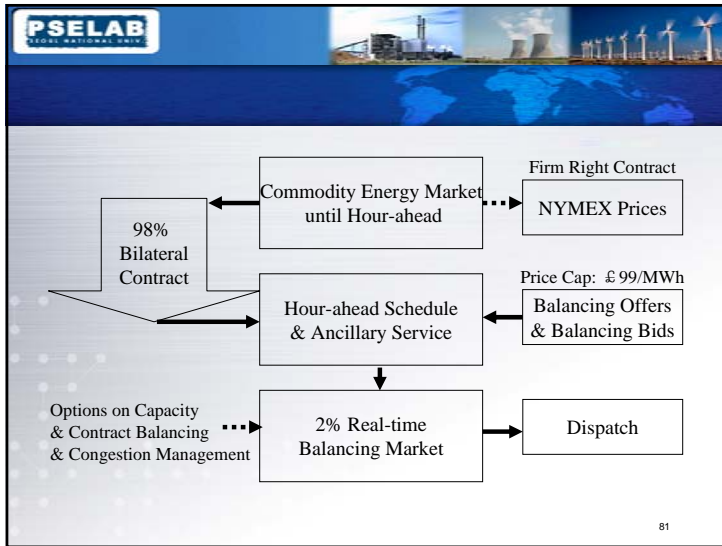
- ❖ **System Sell Price (SSP)**
 - 총계약량보다 발전을 더하거나 부하를 덜쓰는 경우 SO는 다른 Bid를 사용하여 균형맞춤
 - 위반자에게 사용된 Bid의 평균가격으로 지급
- ❖ **System Buy Price (SBP)**
 - 총계약량보다 발전을 덜하거나 부하를 더 쓰는 경우 SO는 다른 Offer를 사용하여 균형맞춤
 - 위반자로부터 사용된 Offer의 평균가격 받음

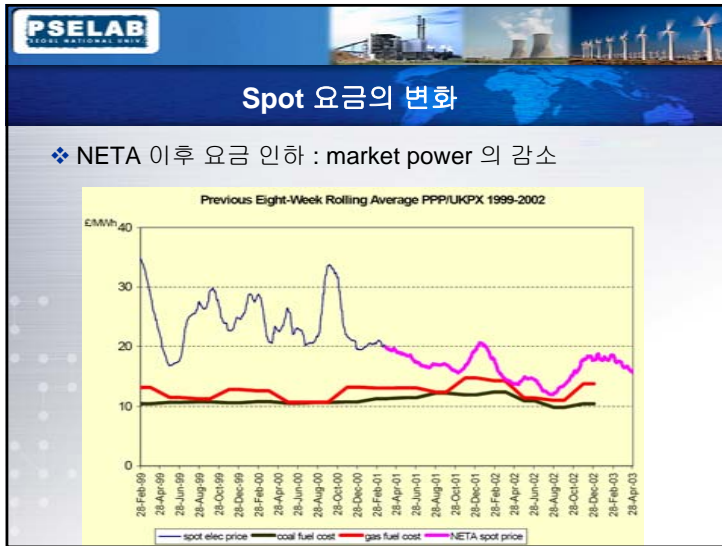
78

PSELAB
KOREA NATIONAL UNIV

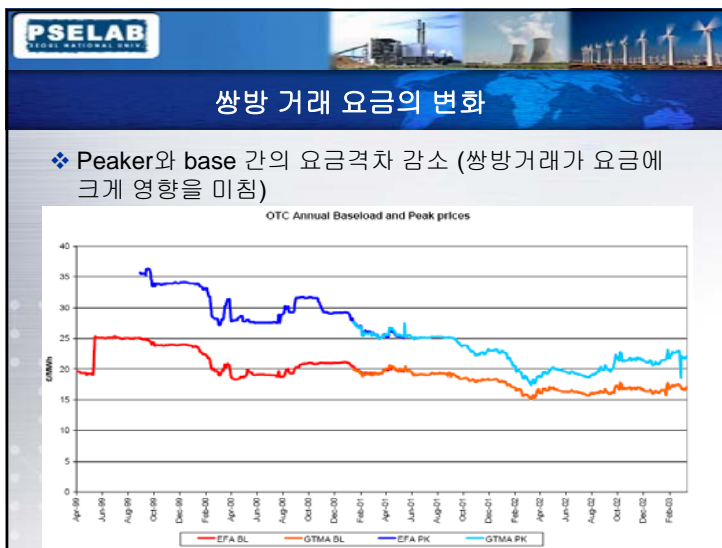
5.7 NETA에서의 가격 결정

78





- PSELAB**
PSEI NATIONAL UNIV
- ### NETTA 도입 후 시장 동향
- ❖ 구조적 문제에 기인된 여러 가지 현상들이 일어남
 - 원인 : **Imbalance** 정산 제도 (이중 가격 방식) 에서 **SBP**가 너무 높게 나타남
 - 과잉 계약 발생 (필요량 이상의 설비의 과잉 공급)
 - 도매 전력 가격 하락
 - 플랜트 폐쇄
 - 최신형 플랜트 도입 보류
 - 발전 공급(배전)의 수직 통합
 - 환경에 우수한 발전기의 가치 하락 (환경 문제 야기)
 - ❖ 환경 규제와 **Imbalance** 정산 제도 가격 안정으로 시장 안정화
- 87



PSELAB
PSEI NATIONAL UNIV


NETTA 도입 후 시장 동향

❖ 시장지배력의 문제

- 발전 +소매 공급의 수직 통합

주요기업	타입	수직통합	
구 국유기업	Innogy holdings(National Power)	발전+소매 ->수직	1998 Midlands Electricity 소매부문
	Powergen	발전+소매 ->수직	1998 East Midlands Electricity
	BNFL Magnox Generation	원자력 전문(구형)	
	British Energy	원자력 전문(신형)	1999 Smelec 소매부문->2000 SSE매각
스코틀랜드	Scottish and Southern Energy	수직통합기업	1998 Southern 2000 Smelec 소매부문
	Scottish power	수직통합기업	1995 Manweb
구 배전회사	TXU(Eastern)	발전+발전->수직	1996 NP, PG에서부터 화력을 취득
	LE Group	발전+발전->수직	1999 PG 에서부터 화력을 취득
IPP	Edison Mission Energy(Hydro)	발전전문	1995 PG 에서부터 화력을 취득
가스	BGT(Centrica)	가스+전력->에너지	2001 TXU 에서부터 화력을 취득


PSELAB
GLOBAL NATIONAL UNIV



NETTA 도입 후 시장 동향

- 도매 가격 하락으로 2개의 원자력 회사의 도산위기
- 도매 가격 40%하락, 소매가격 8~20% 하락
 - 발전 + 소매공급 통합 유리
- 1996년까지 발전 + 소매공급 통합 불허
 - 시장 지배력의 문제가 원인
- 1998년부터 발전+소매공급 통합 허가
 - NETA로의 이행의 결정된게 원인
- 독일의 RWE, EON , 프랑스의 EDF, 스코틀랜드 2사, 가스 회사 등 6개사가 지배권을 가짐
- 배전과 소매(영업)의 license를 2000년부터 분리함


PSELAB
GLOBAL NATIONAL UNIV



NETTA 도입 후 시장 동향

- ❖ 재생 가능 에너지에의 영향
 - 1996년 이후(pool 도입) : 기술 별로 별도 수량 설정하여 입찰
 - 풍력은 강제 pool 제도에서 거의 거래 가격에 손색없는 가격 수준까지 감
 - 2003년 이후(NETA) 소매 전력 회사가 매입할 의무량 설정
 - 2003년 목표 : 전 전력의 3%
 - 2010년 목표 : 전 전력의 10%


PSELAB
GLOBAL NATIONAL UNIV



NETTA 도입 후 시장 동향

- ❖ 자유 시장 통합의 움직임 -> BETTA
 - 스코틀랜드, 북아일랜드의 포함문제
 - 송전선 소유, 운영권 문제
- ❖ 과소 투자에의 걱정
 - 송, 변, 배전 설비투자 유인 부족
- ❖ 수치상 증액되는 투자액
 - 수요 밀도가 높은 곳에 집중적 투자가 중요

PSELAB
GLOBAL NATIONAL UNIV



6. 영국의 현재 전력 시장 구조

6.1 BETTA 도입 배경(1)

- ❖ NETA 이후의 시장 상황
 - NETA이후 CHP(열병합발전) 발전량 감소
 - ⇒ CHP사업자의 시장퇴출위기
 - 참여자의 비도덕적행동을 제어하는데 성공
 - ⇒ NETA이후 큰 문제가 발생하지 않음
 - 소규모 발전자들의 공동입찰을 통한 시장경쟁력 향상이 어려움

PSELAB
GLOBAL NATIONAL UNIV

6. 영국의 현재 전력 시장 구조
6.1 BETTA 도입 배경(2)

- ❖ Balancing Service 참여에 대한 인센티브 부족
 - Imbalance에 대해서 한계가격이 아닌 평균가격으로 정산
 - 설비투자에 대한 충분한 인센티브가 되지 못함
- ❖ SO의 시스템 운영에 대한 인센티브 부족
 - BS에 사용된 비용을 송전요금으로 받으므로 적절한 규제를 통한 효율적 운용을 유도해야 함

93

PSELAB
GLOBAL NATIONAL UNIV

6.2 BETTA
영국에너지 법안(2003년11월)의 주요 내용

- ❖ 원자력 폐로 처리국(NDA)의 창설
- ❖ BE의 설비와 자회사를 정부가 취득
- ❖ 재생 가능한 에너지존(REZ) 구상
- ❖ 광역 전력거래제도(BETTA)의 확립
- ❖ 전력, 가스 연락선에 라이선스 제도 도입
- ❖ 인프라 보유회사 도산시의 긴급 대응책

95

PSELAB
GLOBAL NATIONAL UNIV

6. 영국의 현재 전력 시장 구조
6.1 BETTA 도입 배경(3)

- ❖ Scottish시장은 이전의 Pool에서 제외
 - 발전원 구성의 차이(수력, 풍력이 많음)
 - 지역적인 이유
 - Scottish시장은 두 개의 발전회사가 과점
- ❖ NETA는 기존의 Pool의 개선을 목표로 했기 때문에 Scottish 시장을 고려하지 않음

94

PSELAB
GLOBAL NATIONAL UNIV

BETTA확장을 위해 필요한 요소

- ❖ HV 송전망을 운영할 단일 기관필요
 - E&W : NGC가 운영
 - Scotland : ScottishPower, Scottish and Southern Electricity가 나누어 운영
- ❖ 송전망사용에 있어서 투명하고 공정한 접근을 보장하는 규정을 마련해야 함

96

PSELAB
REGULATORY NATIONAL GRID

BETTA 체제 실행 : 2005. 4월

- ❖ 2005년 4월 1일부터 '전영 거래 및 송전 협약(BETTA)' 발효
- ❖ 도매거래와 수급조정 및 정산협약
 - 기존 잉글랜드&웨일즈 지역에서 스코틀랜드까지 확대
- ❖ 영국 전역을 단일 계통운영자가 운영하는 영국광역계통(GB-wide system)을 형성
- ❖ 북아일랜드와 영국 계통 연계를 모색하고 있으며 합의되는 데로 연계추진(2007.1)
- ❖ 평균 전력에 여유가 있는 스코틀랜드 시장과, 예비력이 거의 없는 잉글랜드-웨일즈 지역을 통합해 설비의 효율적 운영을 통한 전체 효율성 향상 목적
- ❖ 2010년까지 1,000만 kW단위의 신재생 에너지 개발을 목표로 하고 있으나 주력 발전원인 풍력개발 가능 지역이 스코틀랜드 지방에 집중

97

PSELAB
REGULATORY NATIONAL GRID

BETTA에서 T/O와 GBSO와의 업무분담

의무와 권한	Transmission Owner의 권한과 의무	GBSO의 권한과 의무
송전 서비스	송전설비와 정보 제공의무 (전압, 주파수, 열제약, 이용제한 실시간 제공)	TO가 소유한 급전소에서 송전설비 제어
송전 투자 계획	투자 계획을 결정할 때 GBSO의 결정을 따름	전체 영국 최적 계통 구성 책임 송전계통의 투자 계획 수립
7개년 전망 계획 작성	BETTA 전에는 7개년 전망을 TO가 작성	GBSO가 작성 송전 설비, 중설, 폐지계획 정보, 송전선의 허용용량, 예상되는 조류 정보등 포함.
송전 요금	GBSO에게 청구액 제출	계통 이용자로부터 송전망 이용요금과 접속요금 징수, TO에게 배분
접속 설비 건설	접속 조건을 GBSO와 협의, 접속 설비 건설	계통 이용희망자의 접속신청 받고 접속조건을 TO와 조정, 접속조건을 계통이용희망자에게 제시

99

PSELAB
REGULATORY NATIONAL GRID

6.3 BETTA 도입 이후 변화

- ❖ STC(the System operator – Transmission owner Code)
: GBSO와 송전설비 소유자(TO)의 분리와 그 권한 의무에 관한 규칙

Integrated TSO Activities

Independent GBSO

98

PSELAB
REGULATORY NATIONAL GRID

BETTA 시장의 구조

- Overview of BETTA Market Structure

Time: 24hr before delivery, 'Gate Closure' 1hr before delivery, Half hour before delivery

1: Generators, suppliers and traders buy and sell electricity as they wish

2: Notification of contract volumes (to Settlement) and Final Physical Notification to National Grid (as System Operator)

3: National Grid (as System Operator) accepts offers and bids for system and energy balancing

4: Settlement of cash flows arising from the balancing process

100

PSELAB
KOREA NATIONAL GRID

6.6 Ancillary Service의 변화

6.6.1 영국 전력 시장의 보조 서비스 항목

❖ Ancillary Service

분류	개요	구체적인 항목
의무적인 서비스	<ul style="list-style-type: none"> o licence를 가진 모든 사업자가 제공. o 그리드 규칙에 의해 의무적으로 보유하게 되어있는 성능에 의한 서비스. 	<ul style="list-style-type: none"> o 무효전력 o 주파수 응답
필요 서비스	<ul style="list-style-type: none"> o 특정사업자로부터 합의에 의해 제공. o 전력계통의 안정운영에 필요하나, 특수한 성능에 요구되기 때문에 SO가 개별적으로 쌍방계약을 체결. 	<ul style="list-style-type: none"> o Black start o 공급예비력
상업서비스	<ul style="list-style-type: none"> o 경쟁원리에 근거해 입찰이나 Balancing Mechanism을 통해 SO가 조달 	<ul style="list-style-type: none"> o 무효전력. o 주파수응답 o 공급예비력 - Fast Reserve - Standing Reserve - Warming. o inter trip. o 긴급 시 보조서비스 o 최대출력 서비스

101

PSELAB
KOREA NATIONAL GRID

6.6.3 Standing Reserve와 STOR 비교

	Standing Reserve	STOR (Short Term Operating Reserve)
계약 횟수	1년에 1번 계약	1년에 3번 계약
응답 시간	20분	240분
지불 방법	Availability Payment, Utilization Payment	Availability Payment, Utilization Payment

Availability Payment : 계약을 맺은 용량에 대한 대가

Utilization Payment : 실제 에너지를 계통에 투입한 것에 대한 대가

103

PSELAB
KOREA NATIONAL GRID

6.6.2 보조 서비스 중 공급 예비력의 종류

❖ Fast Reserve

- 50MW 이상의 용량 - 25MW/min 이상의 Ramp rate
- 5분 이내 원하는 출력을 내는 예비력

❖ Standing Reserve

- 3MW 이상의 용량
- 20분 이내 원하는 출력을 내는 예비력
- 2007년 4월 1일부터 STOR로 변경

❖ Warming

- SO의 지시 후, 짧은 시간 안에 계통에 투입되는 예비력
- BM 단계에서 계통에 투입될 수 있는 예비력

102

PSELAB
KOREA NATIONAL GRID

STOR의 도입 의의

❖ 도입 후 변화

- 응답 시간 연장
 - 20분에서 240분으로 연장
- 1년에 3번의 계약
 - 종전에는 1년에 1번의 계약
 - 예비력 시장의 유동성 증가

❖ Ancillary Service의 참여 범위를 확대

- 예전에는 특정 발전기만 Standing Reserve Market에 참여
- 응답 시간의 연장으로 다양한 발전기들이 참여
- Short Term Operating Reserve를 도입 후 수요측도 참여

104



PSELAB
PSEU NATIONAL ONLY



03

