



**PSELAB**  
PSEUNG NATIONAL ENERGY LAB

## A. NordPool

- ❖ **시장설계목표**
  - 발전설비와 전력부하의 적절한 균형
  - 전력산업의 효율증대
  - 일반수용가의 지역별 전력가격차이 감소
- ❖ **시장확대의 배경**
  - 향후 유럽시장에서 경쟁 위한 대형전력시장 필요
  - 시장연계를 통한 거대전력회사의 영향력 감소
  - 전력회사간 협조필요성

3

**PSELAB**  
PSEUNG NATIONAL ENERGY LAB

## NordPool

- ❖ A. NordPool
  - A.1 변천사
  - A.2 국가별 발전 및 소비량 비교
  - A.3 NordPool 국가별 발전용량
  - A.4 NordPool시장
    - A.4.1 Elspot
    - A.4.2 Elbas
    - A.4.3 Real time Market
  - A.5 영국과 NordPool의 Real Time Market 비교

2

**PSELAB**  
PSEUNG NATIONAL ENERGY LAB

## A. 1 변천사

- 1991 : Norway
- 1996 : Sweden
- 1998 : Finland
- 1999 : Denmark
- 2008 : 독일

2008 : 독일

2008 : 독일

**PSELAB**  
PSEI NATIONAL UNIV

## A.2 국가별 발전량 및 소비량 비교

❖ 국가별 발전량 및 소비량 비교 (2004.1월)

구분	면적 (square km)	인구(million)	전력소비량 (TWh)	년간 발전량 (TWh)
Sweden	449.964	9	145.5	132.5
Norway	324.22	4.6	115	107
Finland	337.03	5.2	85	80
Denmark	43.094	5.4	35	44

5

**PSELAB**  
PSEI NATIONAL UNIV

## 국가별 발전량 비교

Source	Sweden	Norway	Finland	Denmark
Hydro	53	106	9.5	0
Thermal	13.5	1	48.5	38
Nuclear	65.5	0	22	0
Renewable	0.5	0	0	5.5

7

**PSELAB**  
PSEI NATIONAL UNIV

## A.3 NordPool 국가별 발전량

	Generation (2003, TWh)				
	Hydro	Thermal	Nuclear	Renewable	Total
Sweden	53	13.5	65.5	0.5	132.5
Norway	106	1			107
Finland	9.5	48.5	22		80
Denmark		38		5.5	43.5
Total	168.5	100	87.5	6	363

6

**PSELAB**  
PSEI NATIONAL UNIV

## A.4 NordPool 전력시장

The Nordic Power Exchange Nord Pool

Nordic Transmission System Operators

**Spot market Elspot**  
A day-ahead market  
One-hour contracts  
Auction trade

**Balancing market Elbas**  
An hour-ahead market  
One-hour contracts  
Continuous electronic trade

**Real time market**  
Supply- and demand-price-bidding  
Priority lists

Prior to hour of operation | During hour of operation

8

**PSELAB**  
REGULATORY LAB

## A.4.1 Elspot

- ❖ 성격
  - 다양한 시장참여자들의 물리적인 전력 거래시장
  - 발전, 배전사업자, 산업체, 전력회사, 조합, 대규모 소비자, TSOs
- ❖ 역사
  - 1993년 Norway에서 시작
  - 각 나라의 전력시장 도입시기에 맞추어 회원국 추가
  - Sweden(1996), Finland(1998), W. Denmark(1999), E. Denmark (2000)
- ❖ 운영
  - Nord Pool Spot AS가 운영
    - Nord Pool ASA (20%), Nordic TSOs (국가별 20%)
    - Statnett SF(Norway), Svenska Kraftnät(Sweden), Fingrid Oyj(Finland), Eltra (W. Denmark) and Elkraft (E. Denmark)

9

**PSELAB**  
REGULATORY LAB

- ❖ 거래방법
  - 거래일 하루 전에 거래일의 24시간에 대해 입찰
  - 전력 구매/판매에 대한 시간별 입찰
  - 입찰자료에 근거한 System Price와 입찰지역별 Area Prices 결정
- ❖ System Price (SP)
  - 입찰지역 사이 송전선 제약이 없을 때 시장청산가격
- ❖ Area Price (AP)
  - 전체시장을 지리적으로 입찰지역 구분
  - 입찰지역간의 계약 조류가 제약용량을 초과하지 않으면
    - 모든 입찰지역가격은 SP로 동일
  - 입찰지역간의 계약 조류가 제약용량을 초과하면
    - TSO는 입찰지역별로 다른 청산가격(AP)을 정함
    - AP는 시장상황에 따라 여러 개가 될 수 있음

11

**PSELAB**  
REGULATORY LAB

- ❖ 역할
  - 투명하고 신뢰성 있는 가격 제시
  - 파생상품과 쌍방거래의 청산기준가격 제시
  - 신용 있는 현물 거래 상대
  - 저렴한 거래비용과 참여가 쉬운 물리적 시장
  - 효과적인 송전망 혼잡처리 방법 제공
  - 전력수급의 물리적인 균형을 유인하는 시장구조
  - 중요 중립 시장정보의 제공으로 투명성 개선
  - 자발적 참여 시장이므로 시장의 경쟁촉진에 기여

10

**PSELAB**  
REGULATORY LAB

- ❖ 송전혼잡관리
  - 국가간 송전혼잡, Norway 내부 송전혼잡
    - 다른 입찰지역으로 나누어 지역별 청산가격(AP)적용
  - Sweden, Finland, Denmark 내부의 송전 혼잡
    - TSO가 counter-trade 구매를 함
      - 발전량이 많은 지역 : Constraint Off 보상
      - 발전량이 적은 지역 : Constraint On 보상
      - 보상가격은 발전기의 입찰가격을 기준

12

**PSELAB**  
PSEUDONATIONAL UNIV

### System price

❖ Principle for Price Calculation

System Price = all Area Prices

13

**PSELAB**  
PSEUDONATIONAL UNIV

### A.4.2 Elbas

❖ 역사

- 1999년 개설
- Sweden, Finland, Denmark(2004) 참가

❖ 성격

- 전력수급의 물리적인 균형을 유인하는 보조적 시장구조
- Hour-ahead balancing market

❖ 거래방법

- 거래전일 12시에 Elspot 종료 후 14시에 개장
- 계약이행시간 1시간 전까지 입찰가능

15

**PSELAB**  
PSEUDONATIONAL UNIV

### Area prices

❖ Congestion management

Three prices: SP, P<sub>L</sub> and P<sub>H</sub>  
P<sub>L</sub> < P<sub>H</sub>

14

**PSELAB**  
PSEUDONATIONAL UNIV

### Time table for trading and balance

EL-EX : the finnish-swedish power exchange

16

**PSELAB**  
KOREA NATIONAL GRID

### A.4.3 Real time Market

- ❖ Real time market의 역할
  - 실시간운영 시 수요와 공급의 균형맞춤
  - 전력불균형에 대한 정산가격 제공
- ❖ Real time market의 운영
  - Transmission System Operator (TSO) 운영
  - Spot Market이 끝난 후 TSO에게 입찰
    - 발전과 부하 모두 입찰가능
    - Upward/Downward regulation 입찰

17

**PSELAB**  
KOREA NATIONAL GRID

Price (SEK / MWh)

Market price (e.g. spot price)

(- MW)

Volume (+ MW)

Bid for regulating power

Upward regulation price  
• if upward regulation has been activated  
• same for all that have been activated

Downward regulation price  
• if downward regulation has been activated  
• same for all that have been activated

Price curve for power used for balance regulation

19

**PSELAB**  
KOREA NATIONAL GRID

### A.4.3 Real time Market

- ❖ Upward regulation : 발전 ≤ 부하
  - 발전 증가시킴 → 시스템이 해소자로 부터 전력구입
  - 부하 감소시킴
  - 가격 : 사용된 bid 중 가장 높은 입찰가격
- ❖ Downward regulation : 발전 ≥ 부하
  - 발전 감소시킴 → 시스템이 해소자에게로 전력판매
  - 부하 증가시킴
  - 가격 : 사용된 bid 중 가장 낮은 입찰가격

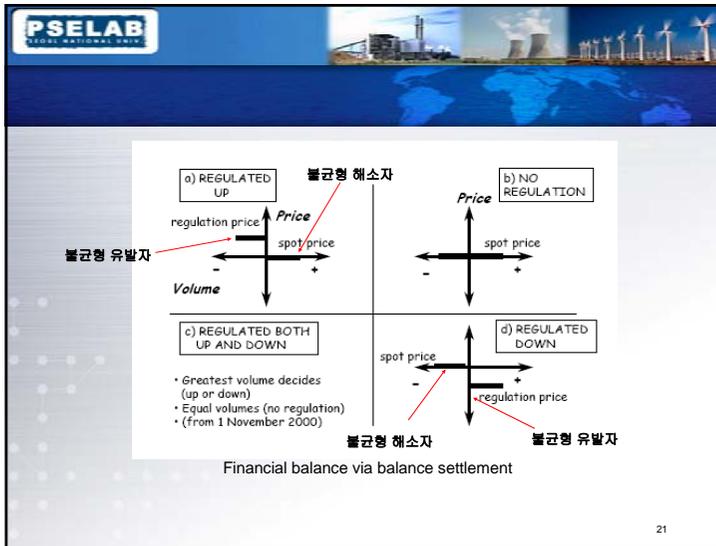
18

**PSELAB**  
KOREA NATIONAL GRID

### A.4.3.1 settlement for balance power

- ❖ Norway
  - 1 real time price
- ❖ Other countries
  - 2 real time prices
  - Balancing에 기여하는 imbalances  
⇒ Elspot price로 정산
  - Imbalance를 유발하는 imbalances  
⇒ regulation price로 정산

20



### B.1 NordPool 파생상품 시장의 변천사

- ❖ 1993
  - Forward market 설립
  - peak, off peak, base load contracts
- ❖ 1993-94
  - peak, off peak contract 폐지
  - base의 거래 유동성 증가
- ❖ 1994 : 거래 증진 및 유동성을 높임
  - weekly auction → continuous auction
  - physical delivery → financial contract

### B. NordPool의 파생 상품시장

- B.1 NordPool 파생상품시장의 변천사
- B.2 기저부하에 대한 파생상품
- B.3 Futures contracts
- B.4 Forward Contract
- B.5 Contracts for Difference
- B.6 Option

- ❖ 1996
  - 스웨덴이 Nord Pool에 참가
  - PowerClick electronic trading system 도입
- ❖ 1997
  - 장외 forward 계약이 활발
  - 거래소의 futures market 개설
- ❖ 1999
  - option contracts 개설
- ❖ 2000
  - nordpool에 4개국 참여
  - CfD 개설
- ❖ 2001년 6월
  - 대체에너지를 보급을 촉진하기 위하여 Enova를 설립
  - 2010년까지 3TWh를 생산할 수 있는 풍력설비를 건설

**PSELAB**  
KOREA NATIONAL GRID

**2002-2003년의 겨울가뭄**

- 수력이 차지하는 비중이 50%(노르웨이는 99.5%)에 달하기 때문에 가격에의 영향이 큼
- 일일 현물가격이 15-20유로에서 93유로까지 올랐으며 선물가격은 더 크게 상승
- 수요차단은 일어나지 않았는데 높은 가격으로 소비가 줄고 기력발전 증가, 수입전력이 증가하였기 때문

**2004년**

- 거래량이 증가하여 전체 소비량의 40% 이상이 현물시장에서 거래
- 선물, 선도, 옵션과 같은 파생상품 거래는 더욱 활발하여 지역 내의 300개 이상의 참여자 간에 활발한 거래가 이루어짐
- 전체적으로 1,800TWh에 달하는 거래가 이루어졌는데, 재무적인 거래가 물리적인 거래의 4~8배임

25

**PSELAB**  
KOREA NATIONAL GRID

### B.3 Futures contracts

**Futures contracts**

- 상품종류
  - base load day, week
- 만기일 다가오는 week 계약
  - 기존의 week계약 ⇒ day 계약으로 분할
  - 새로운 week계약 공시
- 정산
  - 일일정산 (daily mark to market settlement)
  - 최종정산 (final spot reference cash settlement)
  - 최종정산 기준가격 : system price

27

**PSELAB**  
KOREA NATIONAL GRID

### B.2 기저부하에 대한 파생상품

**Base load에 대한 Financial Derivative**

- 상품종류
  - Futures, Forwards, options, CfD
- 최대 거래 기간 : 4년
- 가격위험에 대한 헷지(price hedge)
  - 물리적 인도가 이루어지지 않음
- 정산: 만기일의 delivery period 동안
- 혼잡, 설비량 등 기술적 조건에 무관

26

**PSELAB**  
KOREA NATIONAL GRID

### Futures Contract Settlement

28

**PSELAB**  
GLOBAL NATIONAL UNIV

## B.4 Forward Contract

- ❖ **Forward Contract**
  - 상품종류
    - base load month, season, year
  - 최종 정산만 함
    - final spot reference cash settlement
    - 일일정산 없음
    - 최종정산 기준 가격 : system price (SP)

29

**PSELAB**  
GLOBAL NATIONAL UNIV

## B.5 Contracts for Difference

- ❖ **Contracts for Difference (CfD)**
  - System Price(SP)와 Area Price(AP)의 차이를 헤지하기 위한 forward 계약
  - SP : 송전선 혼잡이 없을 경우 Spot 시장가격
  - AP : 혼잡이 있을 경우 지역별 Spot 시장가격

※ NordPool에서는 5개의 지역으로 나눔

31

**PSELAB**  
GLOBAL NATIONAL UNIV

30

**PSELAB**  
GLOBAL NATIONAL UNIV

- ❖ **Contracts for Difference (CfD)**
  - 헤지 절차
    - ⇒ forward 계약에 의한 SP헤지

CfD name and reference area	CfD definition
Norway	$\Delta P = \text{Oslo AP} - \text{SP}$
Sweden	$\Delta P = \text{Stockholm AP} - \text{SP}$
Finland	$\Delta P = \text{Helsinki AP} - \text{SP}$
Denmark West	$\Delta P = \text{Aarhus AP} - \text{SP}$
Denmark East	$\Delta P = \text{Copenhagen AP} - \text{SP}$

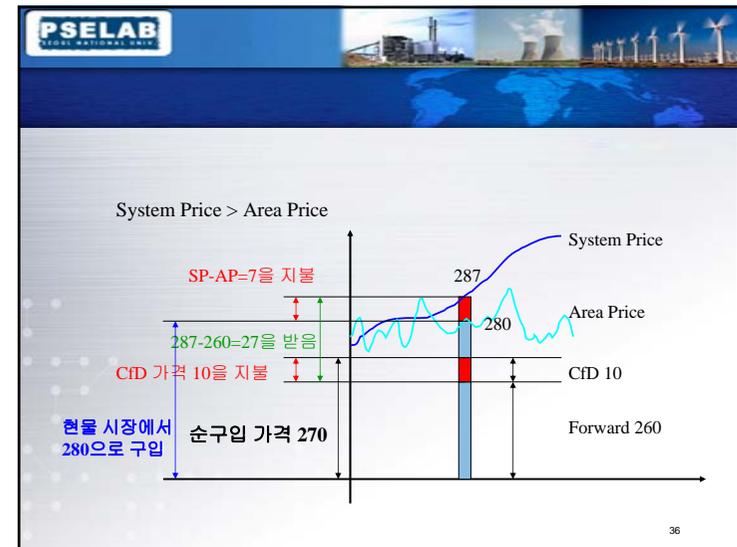
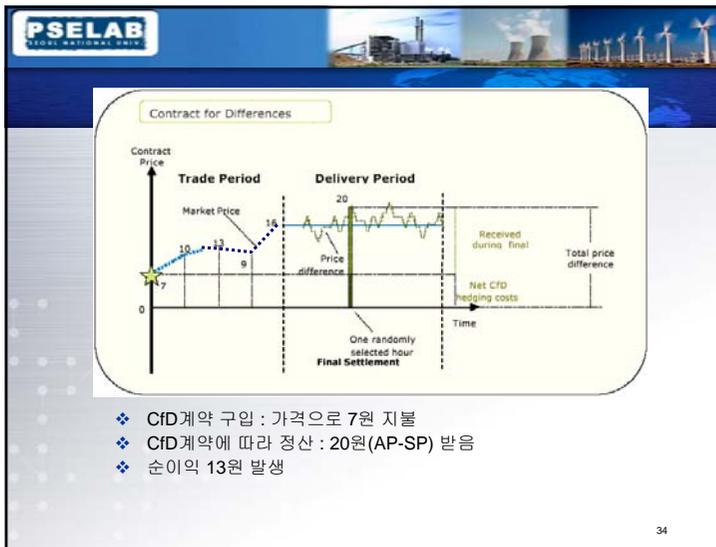
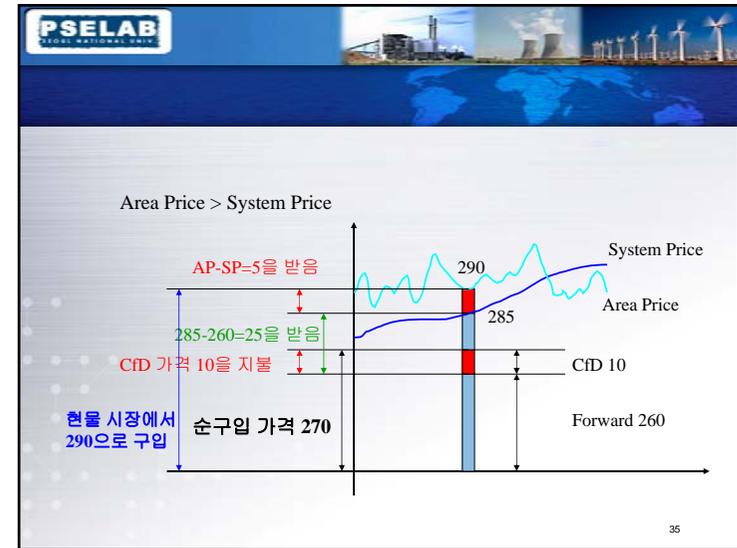
32

**PSELAB**  
GLOBAL NATIONAL UNIV

❖ CfD의 가격

- 계약 기간 동안의 가격차에 대한 예측을 반영
- + :  $AP > SP$  으로 기대될 경우
- :  $AP < SP$  으로 기대될 경우
- CfD에 따른 정산 (매수포지션)
  - $AP > SP$  : 차액 만큼을 받음
  - $AP < SP$  : 차액 만큼을 지불

33

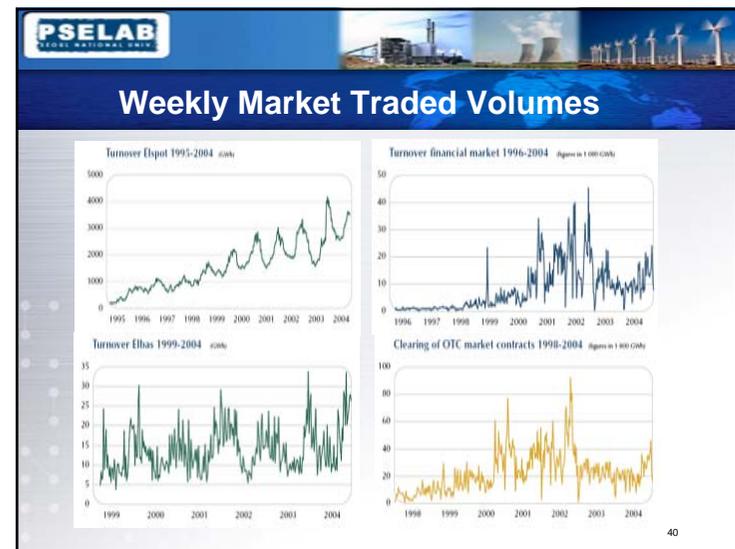
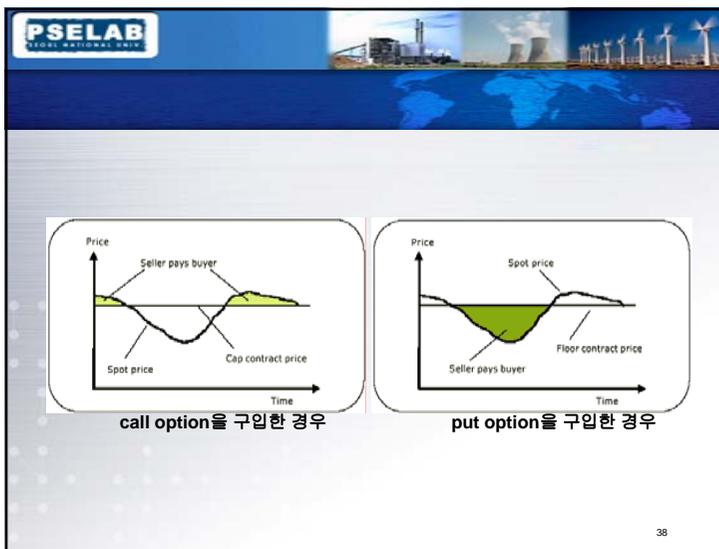
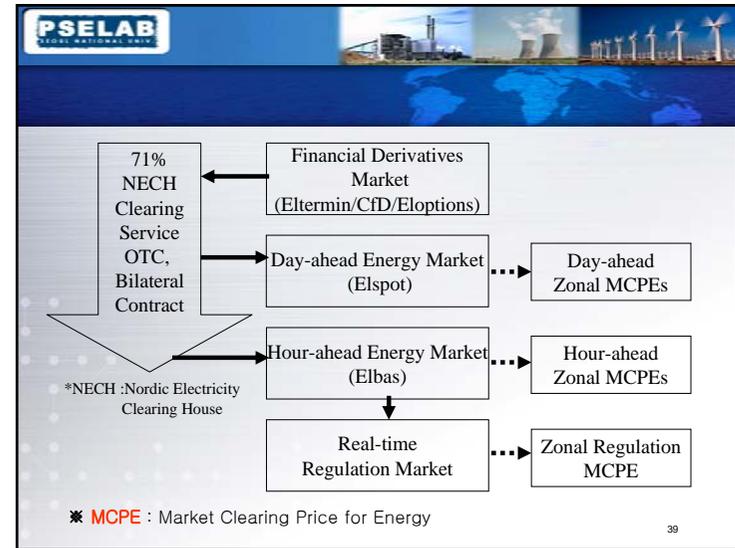


**PSELAB**  
PSEI NATIONAL UNIV

## B.6 Option

- ❖ **Option**
  - 기초자산
    - season, year forward contracts
  - 행사일
    - 기초자산 인도시작일 전 달의 세 번째 목요일
  - 행사가격
    - 행사일 기준으로 옵션에 적힌 특정 5일의 증가

37



**PSELAB**  
PSEI NATIONAL UNIV



### 안정된 Nord pool

- ❖ Spot 거래, Financial, clearing
- ❖ 북구 각국의 정치적 협조에 의한 일종의 club
- ❖ Clearing House 역할이 OTC와의 경계를 불분명하게 함
- ❖ 93년 20명으로 출발, 2003년 기준 기업회원 300사에 90명의 종업원
- ❖ 5~6인으로 구성된 consulting 부서
- ❖ Nord pool 의 성장

41

**PSELAB**  
PSEI NATIONAL UNIV



### Nord pool의 성공 요인

- ❖ 적정한 요금 수준
- ❖ 투명성, 익명성, 공정성이 높음
- ❖ 수수료가 저렴함
- ❖ 계통운영이 안정되어 있음
- ❖ 각국의 정치적 협조가 잘됨
  - 내부 상호 보조에 대한 사회적 이해가 잘 되어 있어 송전투자도 정부의 일반재원으로 함
- ❖ 전기요금(spot요금)이 비싼 경우 기업이 사회보장을 대행한다 ( 정부, 지자체의 공적자금 or 전기요금의 일부)

42