

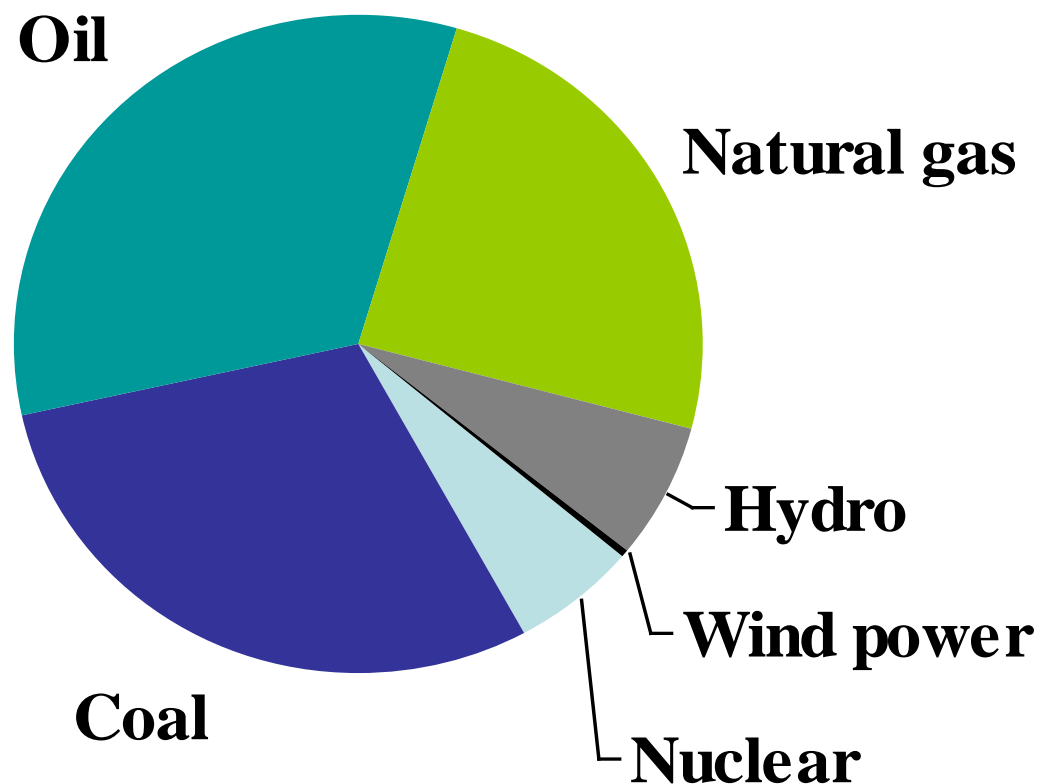


System planning, EG2050 introduction

Lennart Söder
Professor in Electric Power Systems

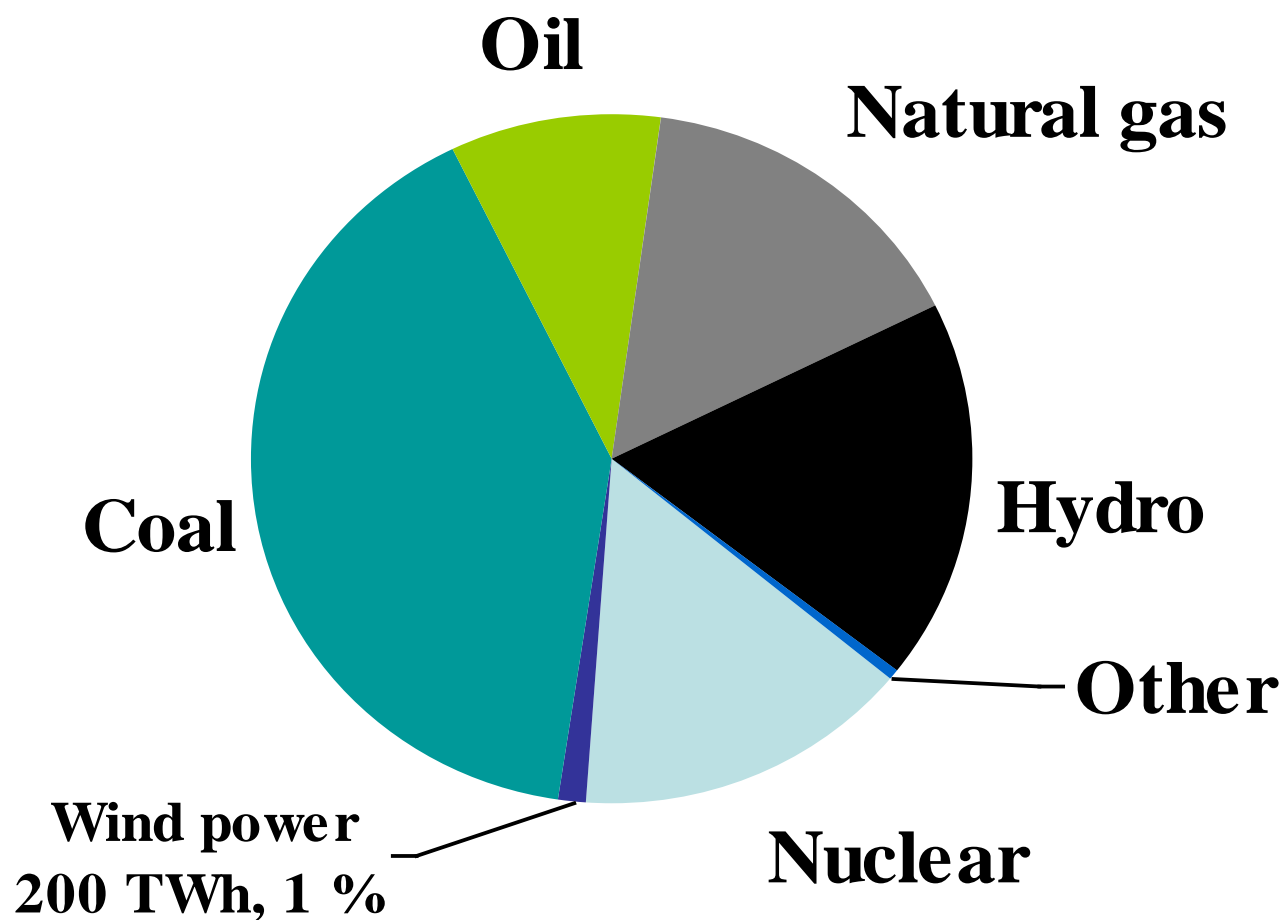
World energy consumption 2007

130 000 TWh

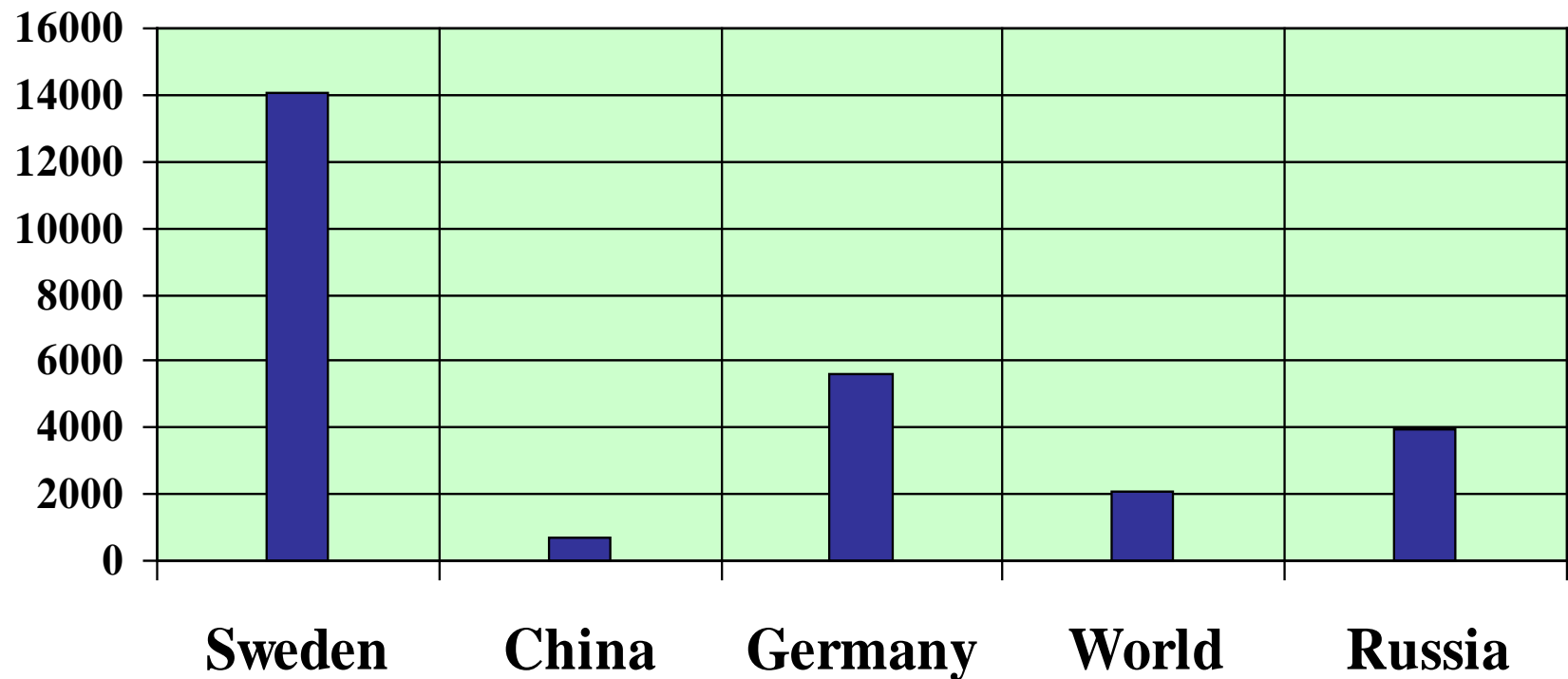


Hydro, wind, nuclear:
Replaced thermal energy, 38% efficiency

World electric power prod. 19 900 TWh (2007) (ca 39% of all fuel is used for this)



kWh_{el}/capita, year



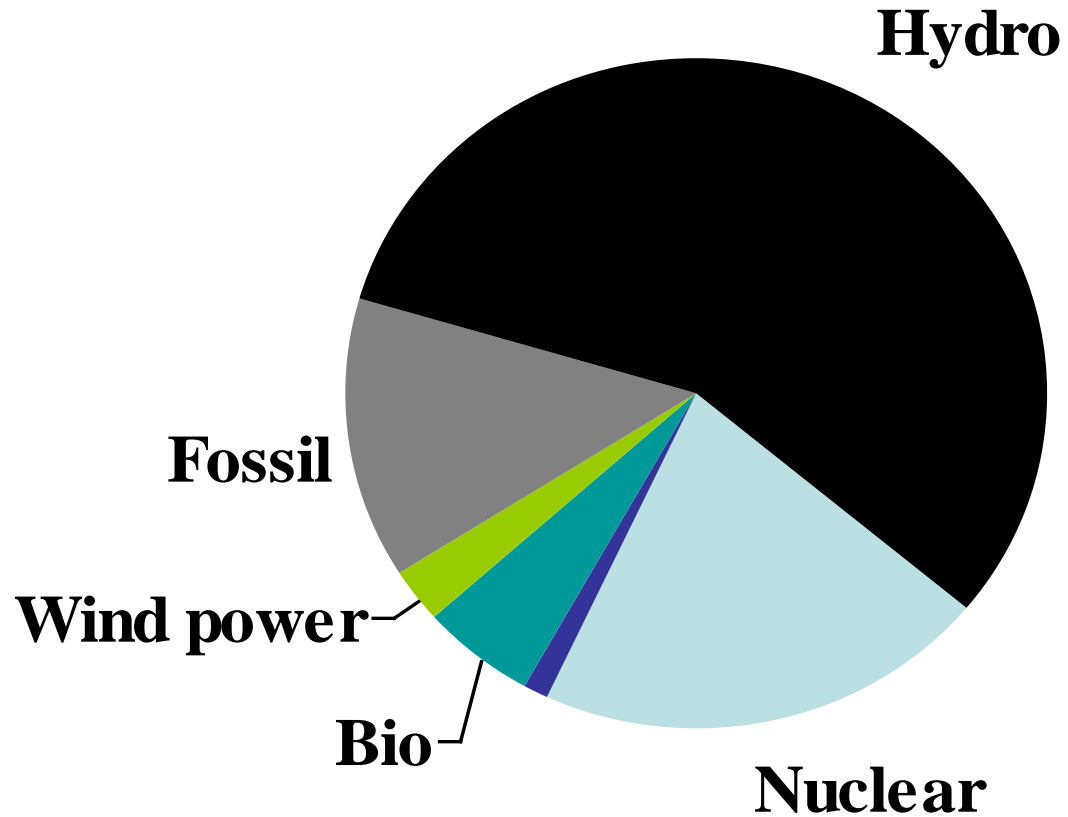
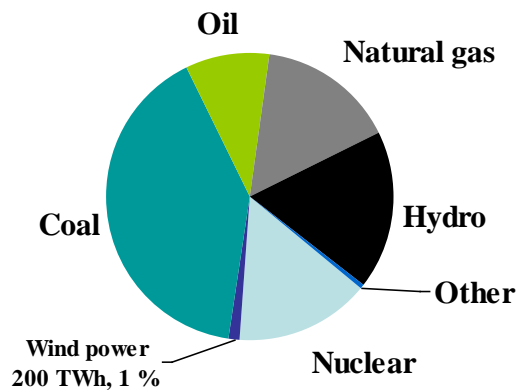
Nordic power production, 2008, GWh

	Denmark	Finland	Norway	Sweden	Total
Nuclear		22 038		61 266	83 304
Hydro	27	16 889	140 663	68 429	226 008
Wind	6 997	262	917	1 995	10 171
Bio	1 900	8 700	296	9 600	20 496
Wastes	1 700	600	700	1 400	4 400
Fossil	24 100	25 600	400	3 400	53 500
Total	34 724	74 089	142 976	146 090	397 879

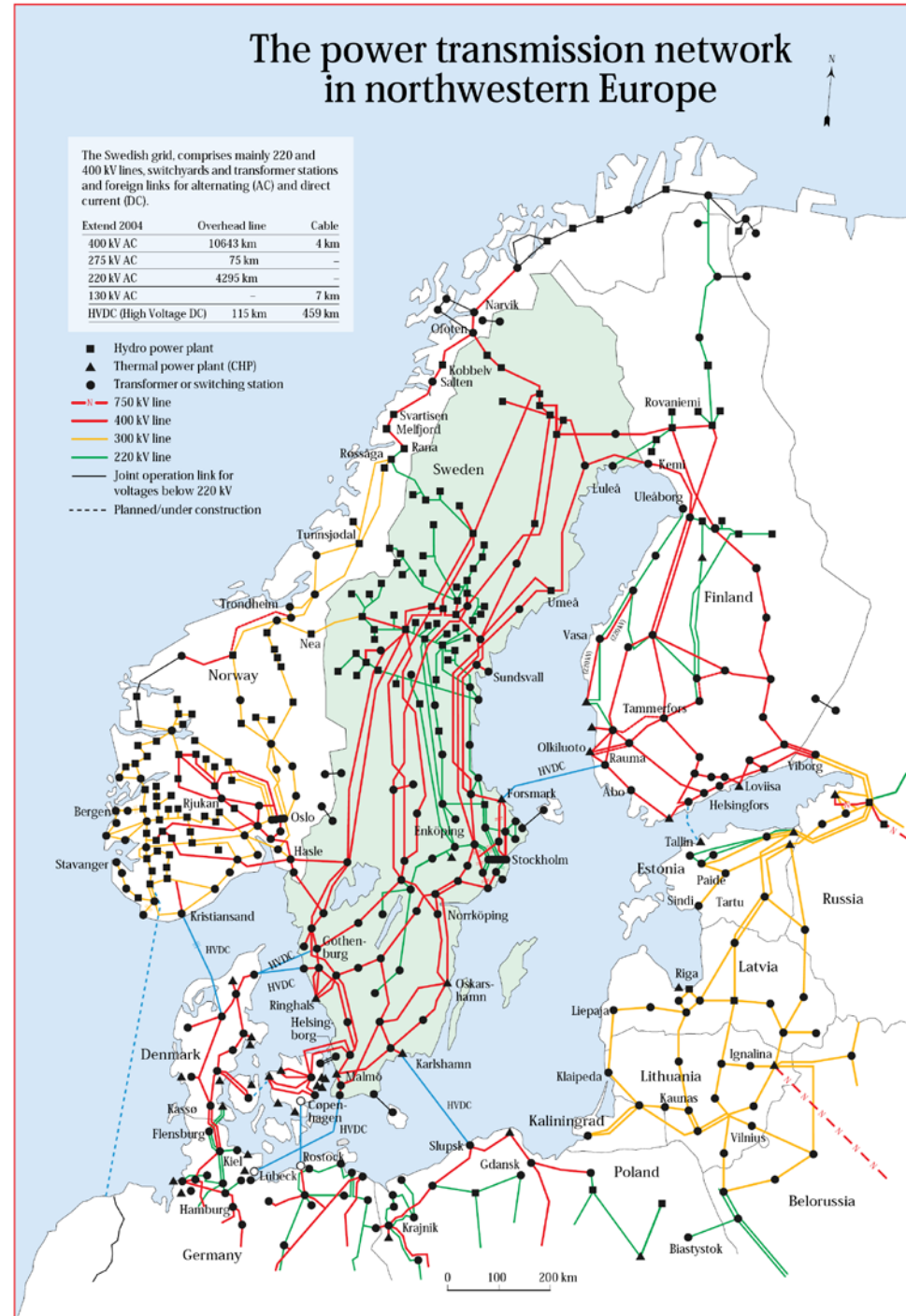
Nordic electric power production 397 TWh



World 19 900 TWh



The Nordic transmission grid



Aim of power system:



- Supply consumers with electricity when they want
- This is the same as keeping the continuous balance between production and consumption
- Keep the voltage for the consumers (not in this course)
- Energy = power · time
- Power = current · voltage

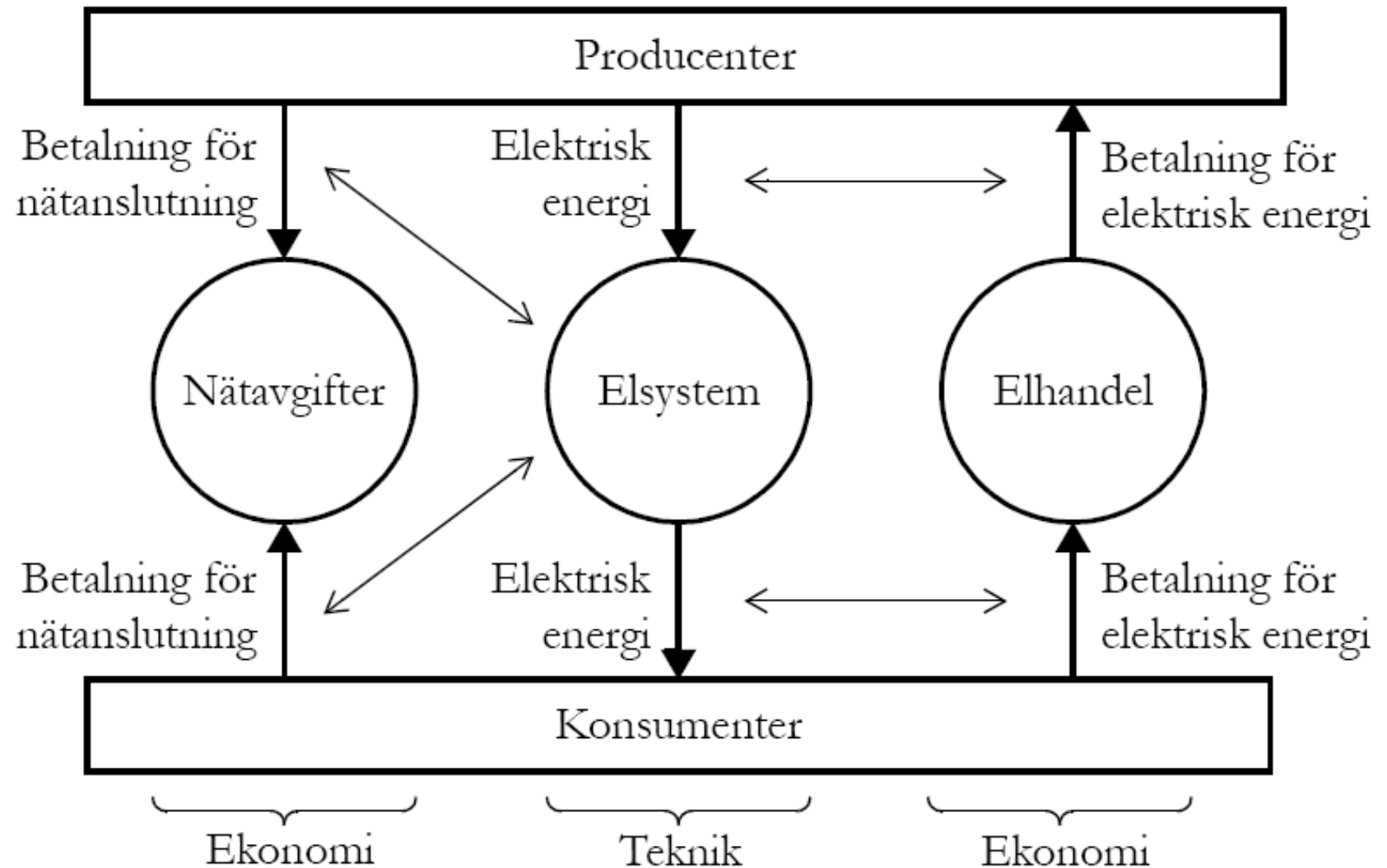
System	Regulation	Operation	Planning	Investments
Aviation	technical function of aircraft and ground control	emergency plans, keeping schedules, economical flying	air routes, maintenance, pricing	new aircraft
Papermill	machine function	economical operation, varying raw material, optimal quality	submitting offers, pricing, maintenance	new machines
Office	the individual task of each co-worker	coordination, deadlines	submitting offers, estimating costs, education	new staff, new equipment, new premises
Power system	primary control, secondary control	coordination of power plants, economical operation	pricing, maintenance	new power plants, grid expansion, long-term contracts

seconds
technology
security



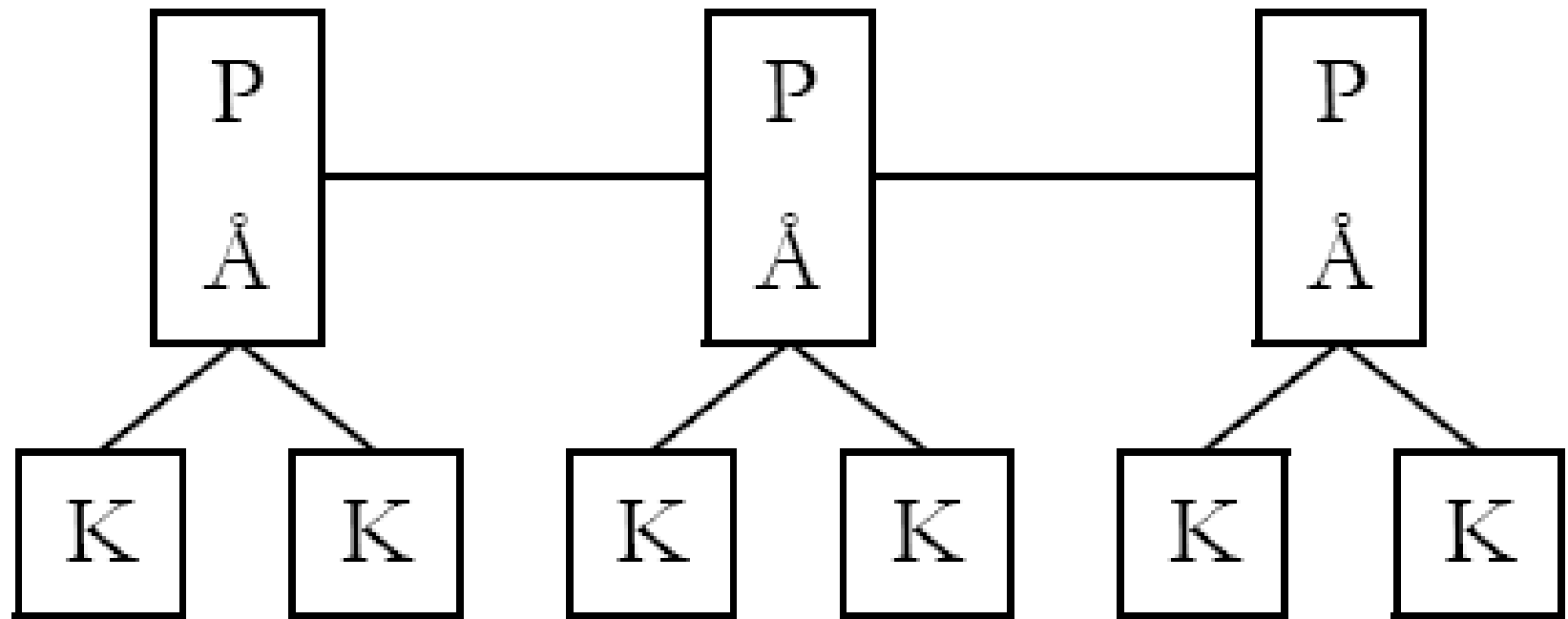
years
economy
uncertainty

Utformning av elmarknader - 1



Utformning av elmarknader – 2

Vertikalt integrerad elmarknad



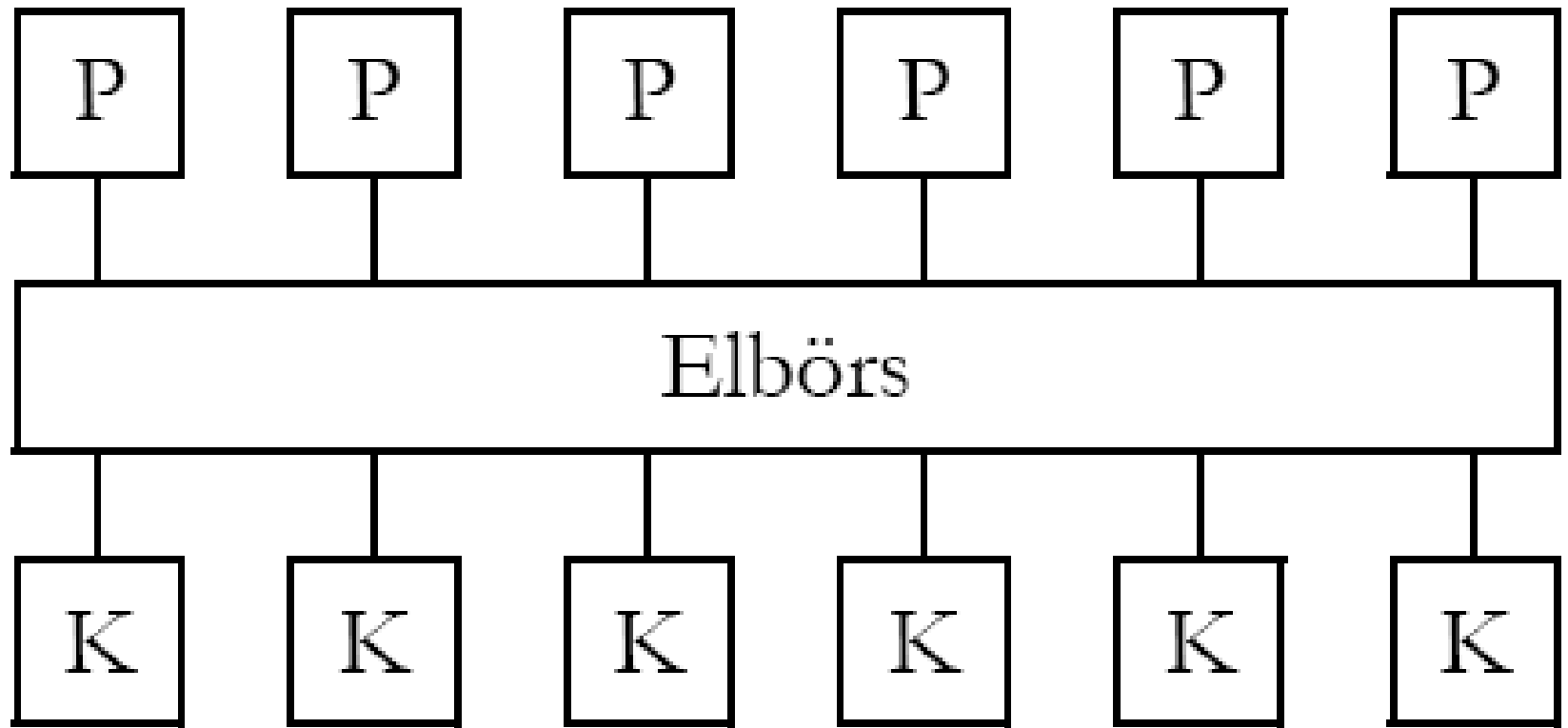
P - Producent

K - Konsument

Å - Återförsäljare

Utformning av elmarknader – 3

Centraliserad elmarknad



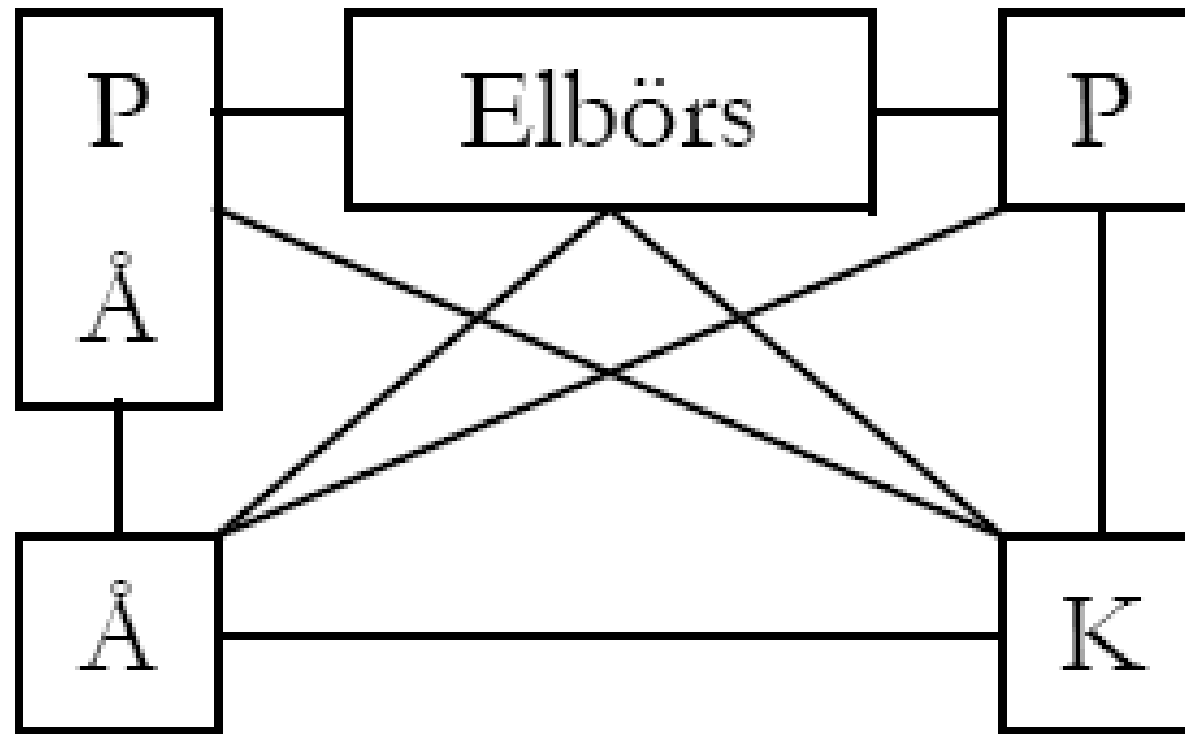
P - Producent

K - Konsument

Å - Återförsäljare

Utformning av elmarknader – 4

Bilateral elmarknad



P - Producent

K - Konsument

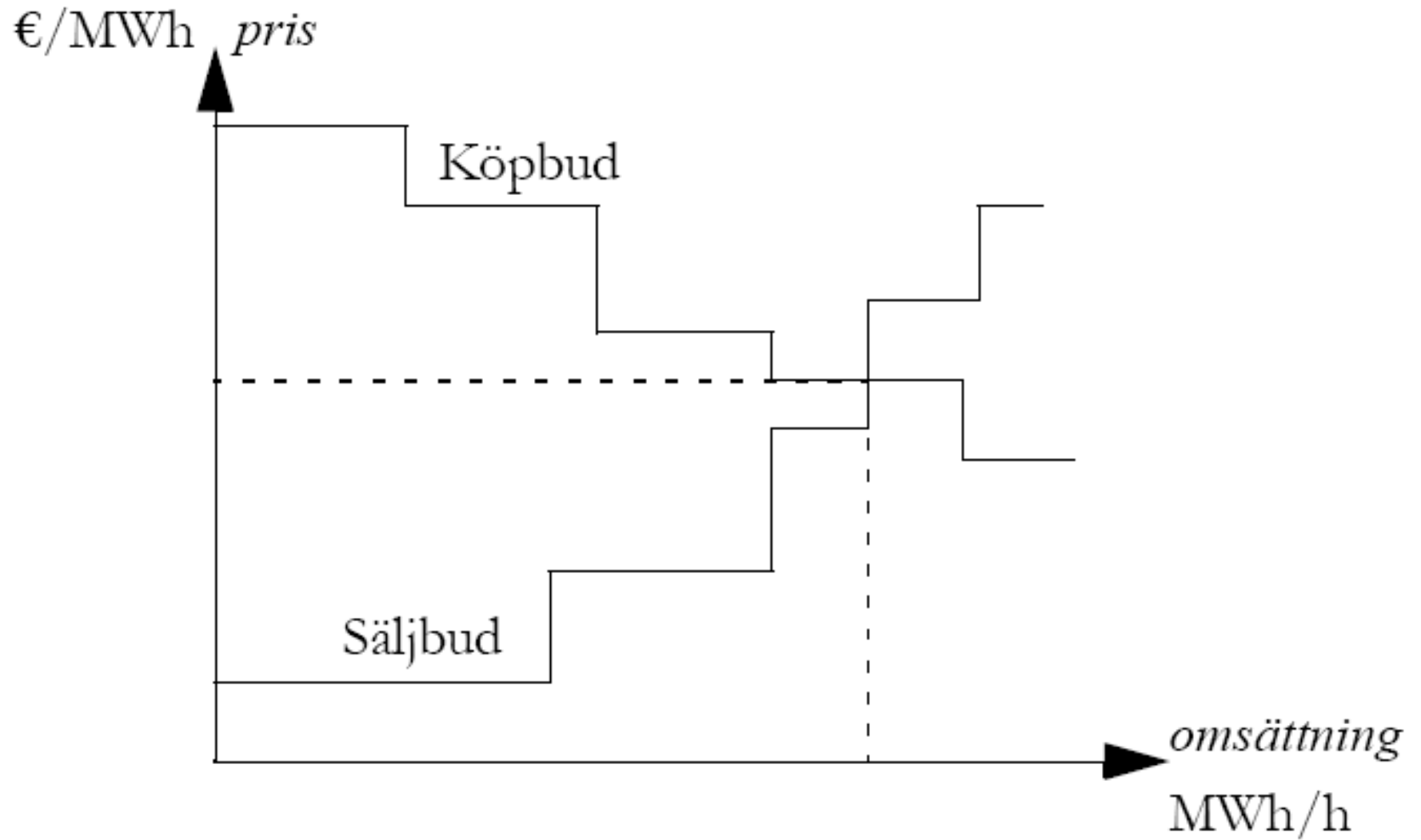
Å - Återförsäljare

Elhandelsstruktur



- **Förhandshandel:** Handel innan en tidsperiod där producenter, eventuellt via ombud, lovar att sälja till konsument. Handeln registreras
- **Realtidshandel:** Den "systemansvarige" håller fysisk balans mellan produktion och konsumtion under tidsperioden.
- **Efterhandshandel:** För konsumenter och producenter som har en obalans mellan förhandshandel real handel sker en påtvingad efterhandshandel

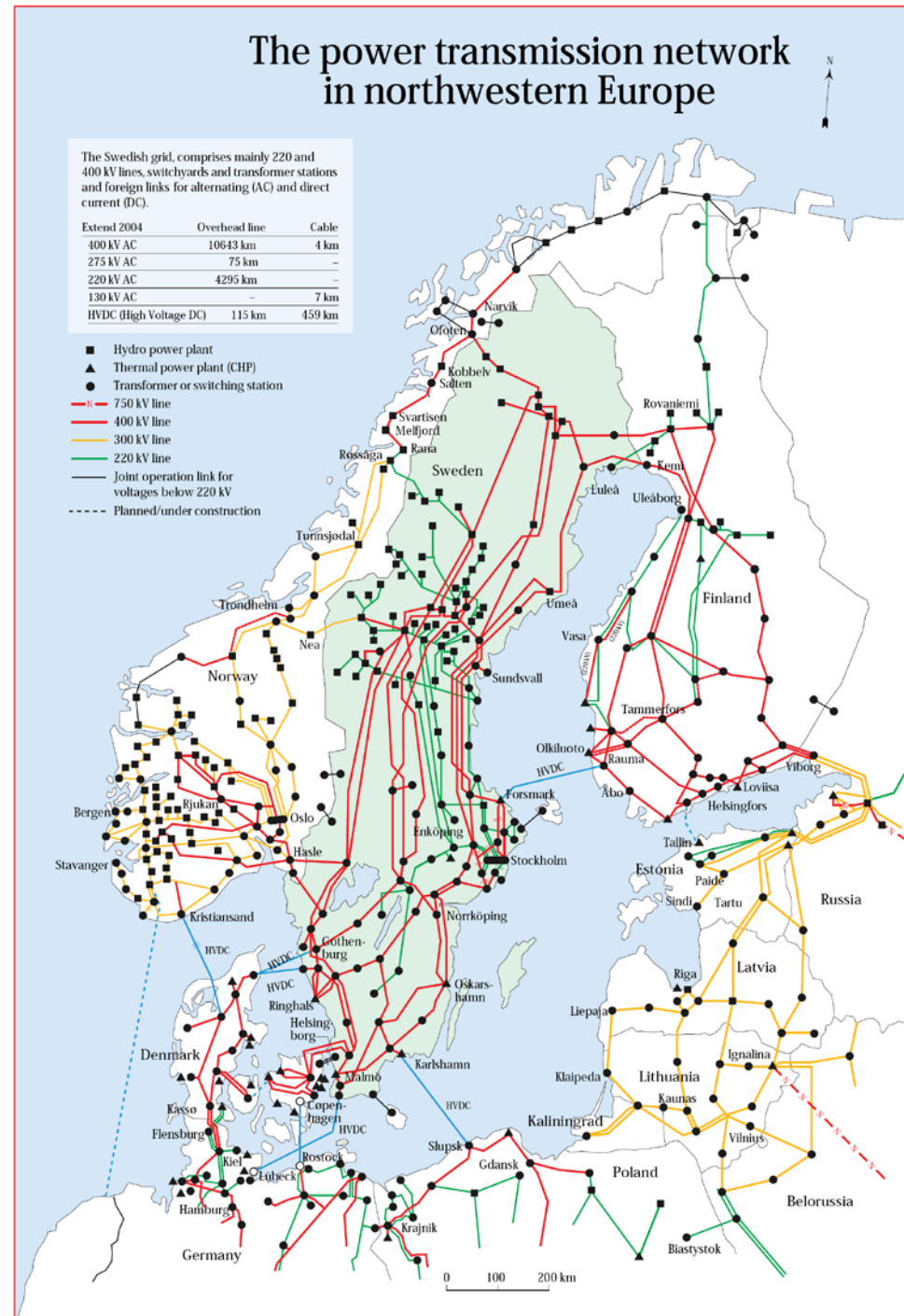
Börshandel - 1



Börshandel - 2

Elbörs	Område	Handelsperiod	Prisbildning	Bud lämnas
European Energy Exchange	Tyskland, Österrike	1 timme	Priskryss	Senast kl. 12:00 dagen före
Nord Pool Elspot	Danmark, Finland, Norge, Sverige	1 timme	Priskryss	Senast kl. 12:00 dagen före
Nord Pool Elbas	Danmark, Finland, Sverige	1 timme	Enligt bud	Tidigast kl. 14:00 dagen före och senast en timme innan handelsperiodens början

Den svenska elmarknaden



Lagstiftning, 1 januari 1996



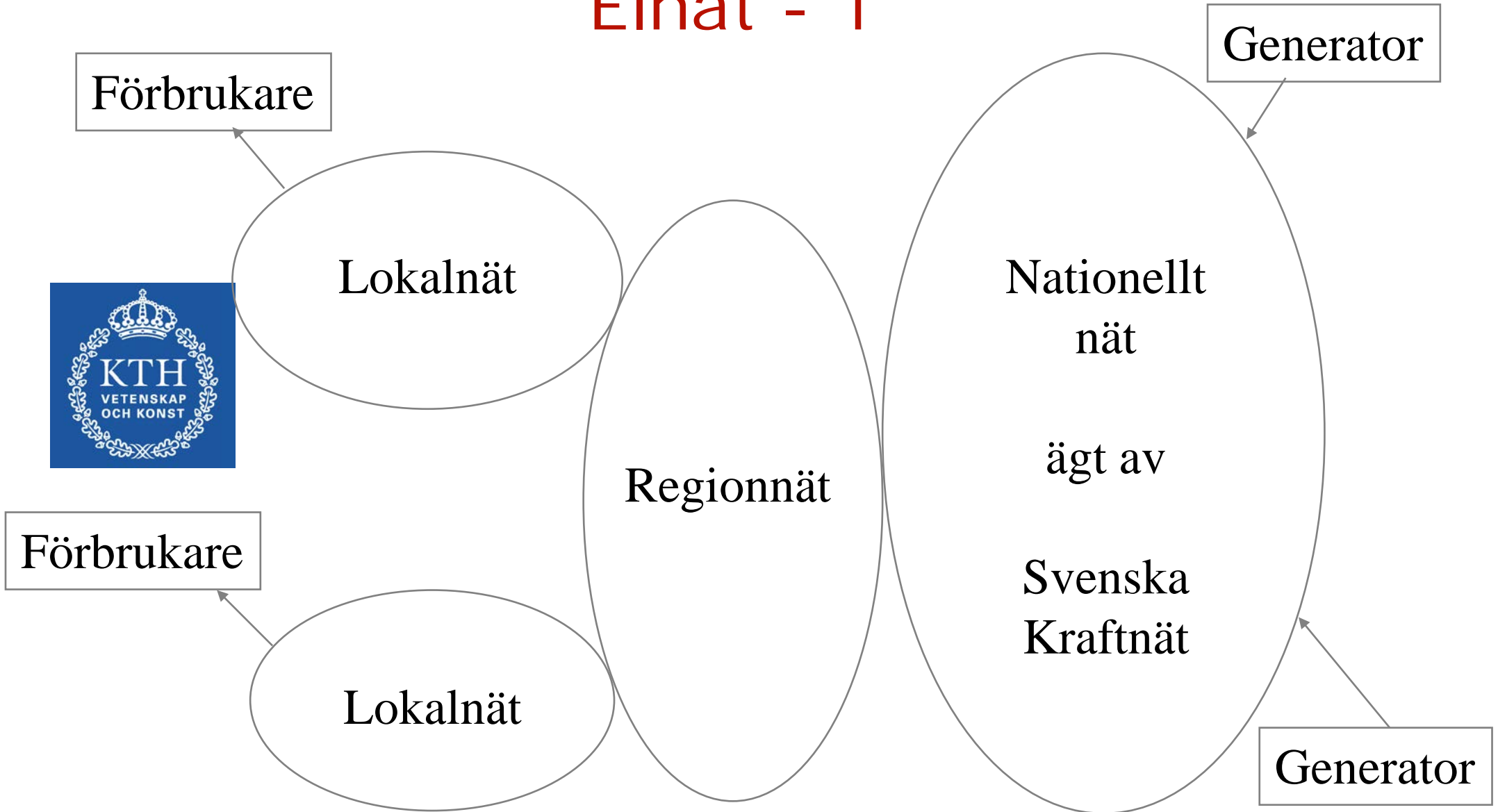
- Alla nät på alla nivåer måste vara öppna.
- All nätverksamhet måste vara avskiljd från elproduktion och elhandel.
- Svenska Kraftnät blev systemansvarig vilket bland annat innebar att man blev ansvarig för att upprätthålla den kostsiktiga balansen mellan produktion och konsumtion

Separation orsakad av avregleringen



1. Nätverksamhet
2. Produktion och elhandel

Elnät - 1



Elnät - 2

Nätbolag måste:



- Mäta förbrukare anslutna till elnätet, MWh/h eller uppskatta.
- Mäta produktion ansluten till elnätet, MWh/h eller uppskatta.
- Mäta transmissionen till/från andra nät.

Elnät - 3

Nätbolag måste:



- Mäta sina förluster, MWh/h eller uppskatta
- Inhandla denna energi på elmarknaden
- Betala en tariff till *matande* nät

Elnät - 4



Nätbolag är finansierade med:

- Fasta avgifter, SEK/år
- Effektaggifter, SEK/kW
- Energiavgifter, SEK/kWh
- Extra avgifter för extra investeringar

Elnät - 5 - Regler för nättariffer



- Det nationella nätet, 220-400 kV, har en punkttariff som avspeglar marginell påverkan
- Region- och lokalnät måste ha samma tariff per area och spänningsnivå för förbrukning.

Elnät - 6



- Nationella flaskhalsar hanteras av Svenska Kraftnät. Energi köps på ena sidan och säljs på den andra för att avlasta flaskhalsen.
- Detta innebär att alla nätkostnader är inkluderade i nättariffen. Det spelar ingen roll till vem man säljer eller från vem man köper.

Elhandel - 1



- Svenska Kraftnät är ansvarig för att upprätthålla den kortsiktiga balansen mellan produktion och konsumtion (systemansvar).
- Denna sköts i praktiken av kraftverk (ej ägda av Svenska Kraftnät) som ökar produktionen när elförbrukningen ökar och/eller produktion i något kraftverk minskar.

Elhandel - 2

Kortsiktig balans upprätthålls med:

- Primärreglering (sekund-minutskala), där kraftverk automatiskt reglerar vid obalans. Svenska Kraftnät kontrakterar dessa.
- Sekundärreglering (minut-timskala), där de kraftverk som lämnat mest fördelaktigt bud för just denna tidsperiod anropas.



Elhandel - 3 - Balansansvar

Enligt ellagen:



- En elanvändare är skyldig att se till att det finns någon som har åtagit sig det ekonomiska ansvaret för att det nationella elsystemet tillförs lika mycket el som tas ut i elanvändarens uttagspunkt (balansansvar).
- I praktiken avser balansansvaret MWh/h

Elhandel - 4 - Fysisk elhandel



- Bilateralt, konstant effekt (MWh/h), kontrakt
- Nordpool spothandel, lägg bud
- Elbas marknaden, lägg och/eller anta bud
- Take-and-pay kontrakt, bilateralt
- Reglermarknaden, lägg bud

Elhandel - 5 - Finansiell elhandel



- Framtida elpriset osäkert.
- Man kan då prissäkra sig finansiellt,
- Terminer innebär att man köper eller säljer el i framtiden till fast pris oavsett börspris
- Optioner innebär en försäkring om maximalt inköpspris eller minimalt försäljningspris

Elhandel - 6 - Finansiella derivat



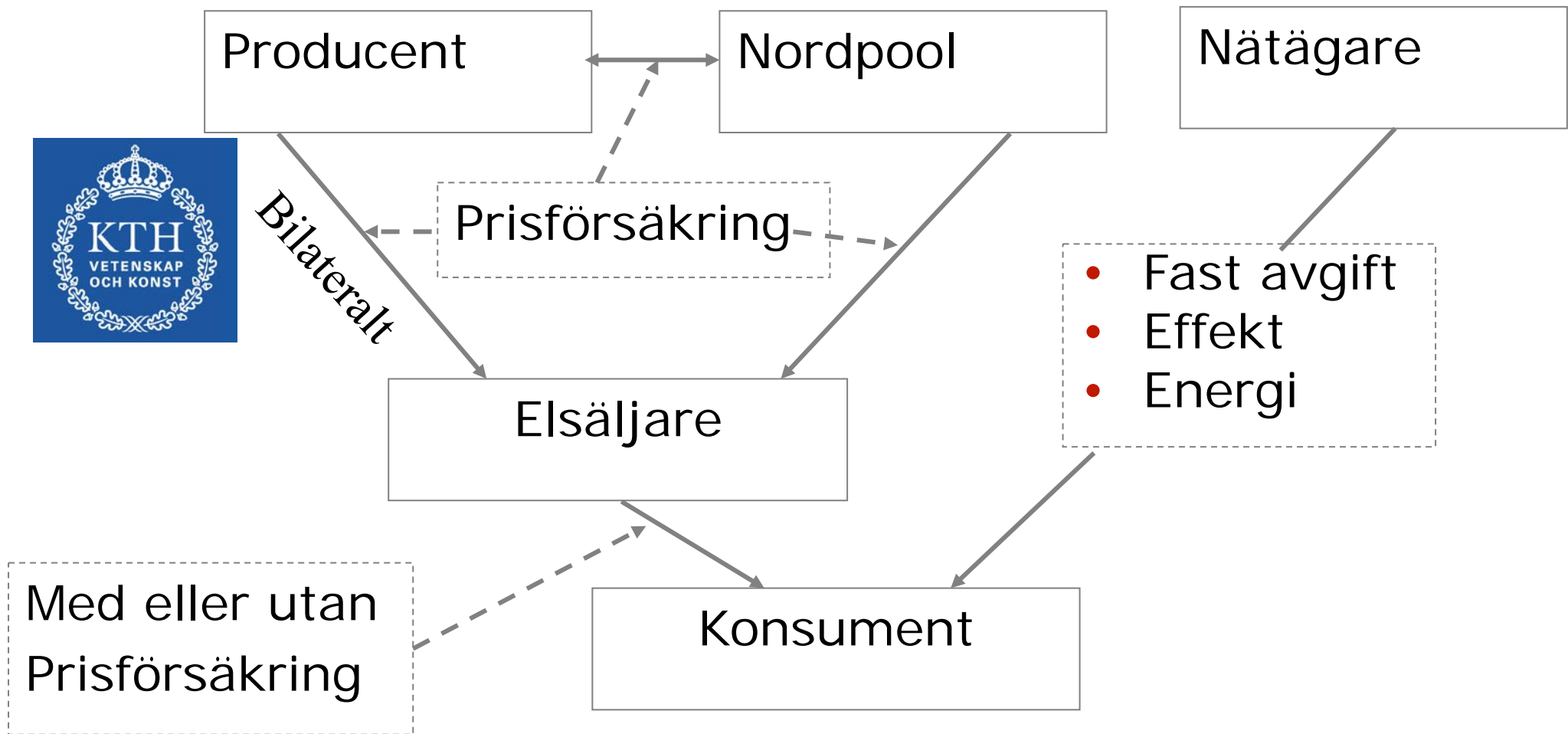
- **Optioner:** Bolag B vill köpa en given mängd el under en given period på elbörsen till ett maximalt pris. Bolag A lovar att betala skillnaden om börspriset blir högre än denna nivå. Bolag B betalar bolag A för denna överenskommelse. Bolag A behöver inte vara ett kraftbolag.

Elhandel - 7 - Finansiella derivat



- **Terminer:** Bolag B vill köpa en given mängd el under en given period på elbörsen till ett specificerat pris. Bolag B kommer överens med bolag A om detta pris. Bolag A tjänar då på detta om börspriset är lägre och förlorar på detta om börspriset är högre. Bolag A behöver inte vara ett kraftbolag. I genomsnitt måste A tjäna på detta vilket innebär att B måste betala en så kallad "riskpremie" för denna prissäkring.

Dagens Elhandel



Övningsuppgifter 1:



- 2.1** Vad har en systemoperatör för uppgifter?
- 2.2** Vad innebär det att vara balansansvarig?
- 2.3** Vad har en nätägare för uppgifter?
- 2.4** Hur fungerar en vertikalt integrerad elmarknad?
- 2.5** Hur fungerar en centraliserad elmarknad?
- 2.6** Hur fungerar en bilateral elmarknad?
- 2.7** Vad menas med förhandshandel?
- 2.8** Hur fungerar en elbörs?

Övningsuppgifter 2:



- 2.9** Vad är ett blockbud?
- 2.10** Vad är ett fastkraftavtal?
- 2.11** Vad är ett självbetjäningskontrakt?
- 2.12** Vad menas med realtidshandel?
- 2.13** Vad innebär ett uppregleringsbud?
(Hur fungerar uppreglering?)
- 2.14** Vad innebär ett nedregleringsbud?
(Hur fungerar nedreglering?)
- 2.15** Vad menas med efterhandshandel?
- 2.16** *(Vad är balanskraft?)*