



Kan man köpa grön el?

Så fungerar elsystemet och elhandeln

Mikael Amelin

Avd. för elkraftteknik



Innehåll

- **Det fysiska elsystemet:** Varifrån kommer elen då vi tändar en lampa?
- **Elhandel:** Vem ska betala för den el som produceras?
- **Ursprungsmärkt el:** Kan man spåra el från producent till konsument?



Elsystem

Det finns inget praktiskt användbart sätt att lagra el i ett elsystem!

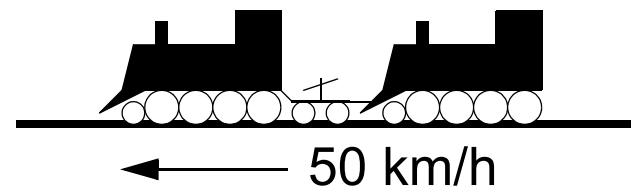
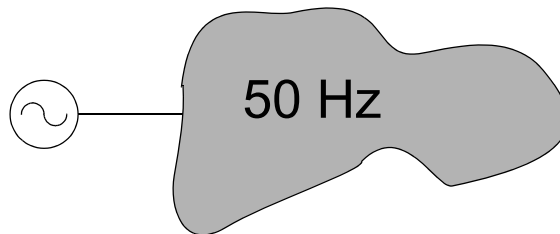
- El måste produceras i samma ögonblick som den förbrukas.
- I alla större elsystem krävs automatiska regelsystem.

Synkrona nät

- Ett elsystem som kopplas ihop med växelströmsledningar och transformatorer utgör ett **synkront nät**.
- Det kan bara finnas en frekvens i ett synkront nät.

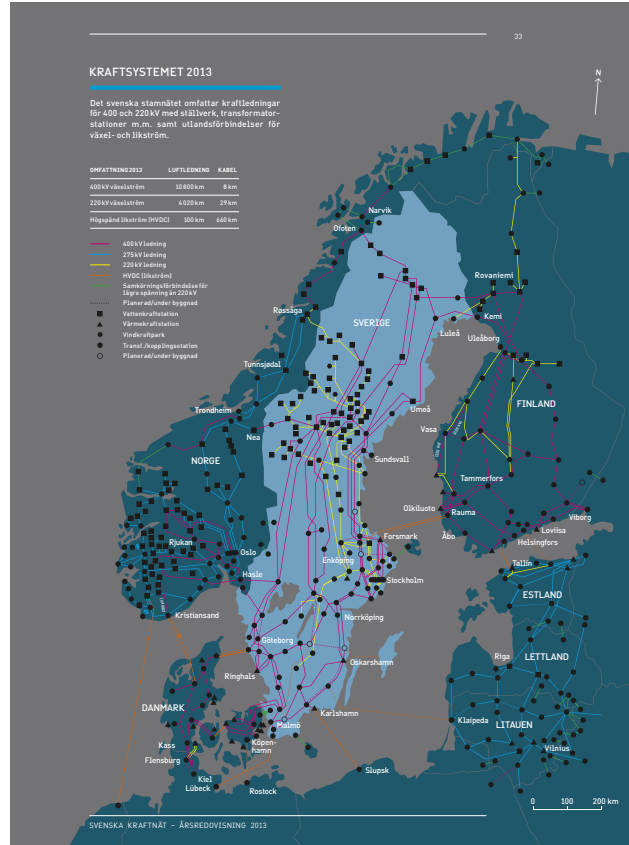
Analogi

En synkronmaskin kan liknas med en dressin mellan två lok — den måste hålla samma hastighet som resten av tåget, annars blir den krossad.

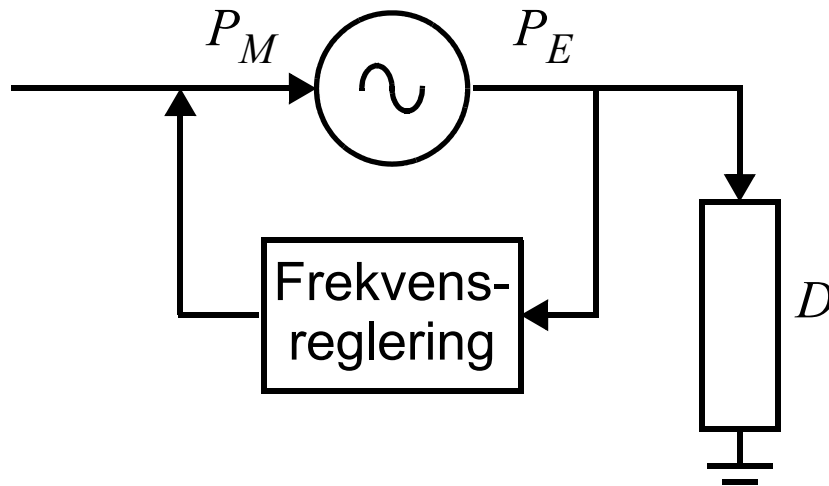


Synkrona nät

Nordel



Frekvensreglering



P_M = mekanisk effekt

P_E = elektrisk effekt

D = elektrisk last

- mekanisk effekt $>$ elektrisk effekt \Rightarrow frekvensen ökar
- mekanisk effekt $<$ elektrisk effekt \Rightarrow frekvensen minskar



Primärreglering

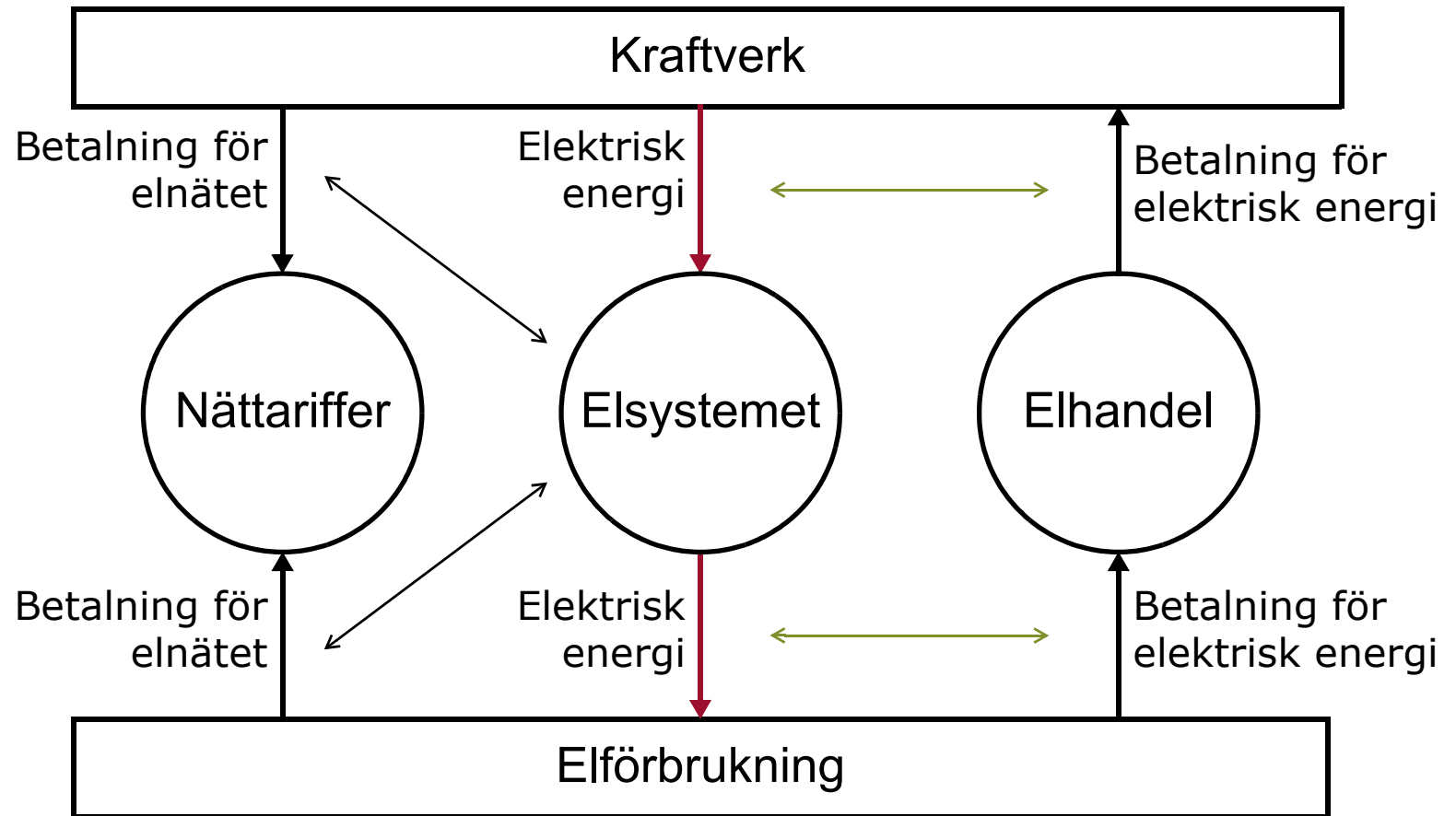
- Primärregleringen är ett automatiskt reglersystem som återställer balansen mellan elproduktion (d.v.s. mekanisk effekt) och förbrukning (d.v.s. elektrisk last).
- Vissa kraftverk (i Sverige framför allt vattenkraftverk) är försedda med reglersystem som anpassar elproduktionen efter frekvensen i systemet.
- Alla kraftverk som deltar i primärregleringen reagerar på samma frekvensändring. Hur stor reaktionen är beror på kraftverkets *reglerstyrka* (som kan väljas av elproducenten).
- Då en konsument ändrar sin elförbrukning kompenseras detta alltså av alla kraftverk som deltar i primärregleringen.



Elhandel

- Hur ska man kunna handla med el då det inte finns någon direkt koppling mellan en konsuments elförbrukning och leverantörens elproduktion?
- Elhandeln delas in i *handelsperioder* (i Norden en timme).
- Den fysiska balansen mellan produktion och konsumtion är systemoperatörens (i Sverige SvK) ansvar.
- Alla aktörer på elmarknaden måste ha ett avtal med en *balansansvarig*, som är ansvarig för den ekonomiska balansen mellan produktion och konsumtion.

Systemansvar och balansansvar

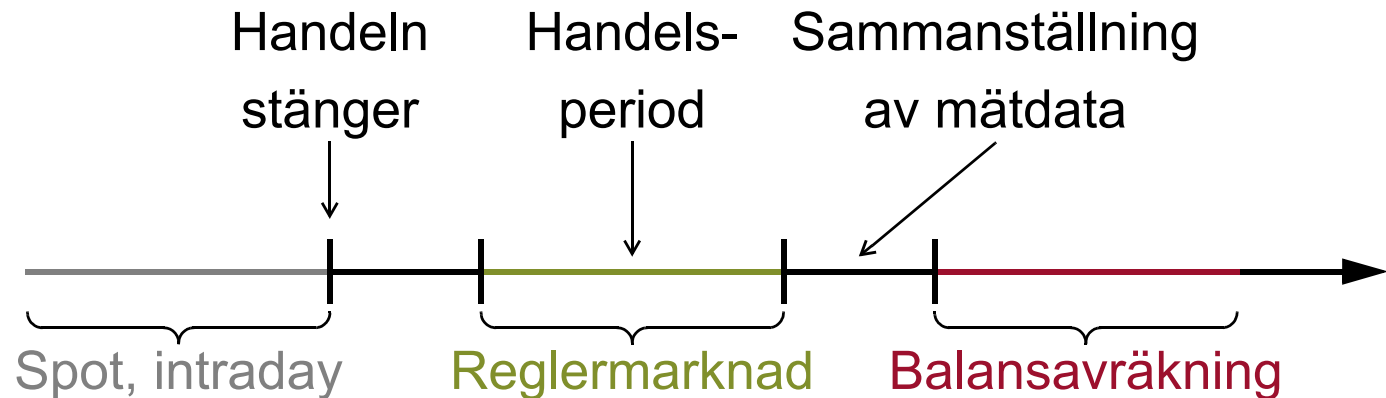


— Systemansvar

— Balansansvar

Tidslinje

- Den mesta elhandeln sker i förväg (t.ex. spot- och intraday-marknader) och är baserad på prognoser.
- Avvikelser i realtid mellan planer och verklig drift hanteras av frekvensregleringen (kostnad för systemoperatören).
- Balansansvariga kompenserar systemoperatören för kostnaderna på reglermarknaden i balansavräkningen.





Balansavräkning

- Efter varje handelsperiod sammanställs mätdata och elhandel för varje balansansvarig:

$$\begin{aligned} \textit{balans} &= \textit{elproduktion} + \textit{köp} \\ &\quad - \textit{elförbrukning} - \textit{försäljning}. \end{aligned}$$

- **Positiv balans.** Mer energi har levererats till elsystemet än vad som har tagits ut. Den balansansvarige säljer överskottet till systemoperatören.
- **Negativ balans.** Mindre energi har levererats till elsystemet än vad som har tagits ut. Den balansansvarige köper underskottet från systemoperatören.



Konsekvenser av elsystemets och elmarknadens uppbyggnad

- Elproduktionen styrs till viss del av automatiska regler-system.
- Elproduktionen från olika kraftverk fördelas i elsystemet i enlighet med fysikaliska lagar.
- Att handla med el innebär att
 - säljaren förbinder sig att leverera en viss mängd energi under en viss handelsperiod,
 - köparen förbinder sig att konsumera en viss mängd energi under en viss handelsperiod.
- Avvikelser mellan avtalad handel och verkliga energiflöden hanteras av systemoperatören och de balansansvariga.



Ursprungsmärkt el

- Att handla med ursprungsmärkt el innebär att säljaren förbinder sig att leverera en viss mängd energi *från vissa kraftverk* under en viss period.
- Avräkningsperioden för ursprungsmärkt el kan väljas godtyckligt (t.ex. ett år, en månad, en handelsperiod).
 - Ju längre avräkningsperiod desto lättare blir det för leverantörerna att hålla sina avtal.
 - Nackdelen med långa avräkningsperioder är att avtalet kan förlora trovärdighet, t.ex. om man köper 100% solel trots att man har stor elförbrukning vintertid och nattetid.
- Viktigt att handeln med ursprungsmärkt el hanteras på ett korrekt och öppet sätt, så att inte samma el säljs flera gånger (*dubbelräkning*).