

Reglering av vindkraft

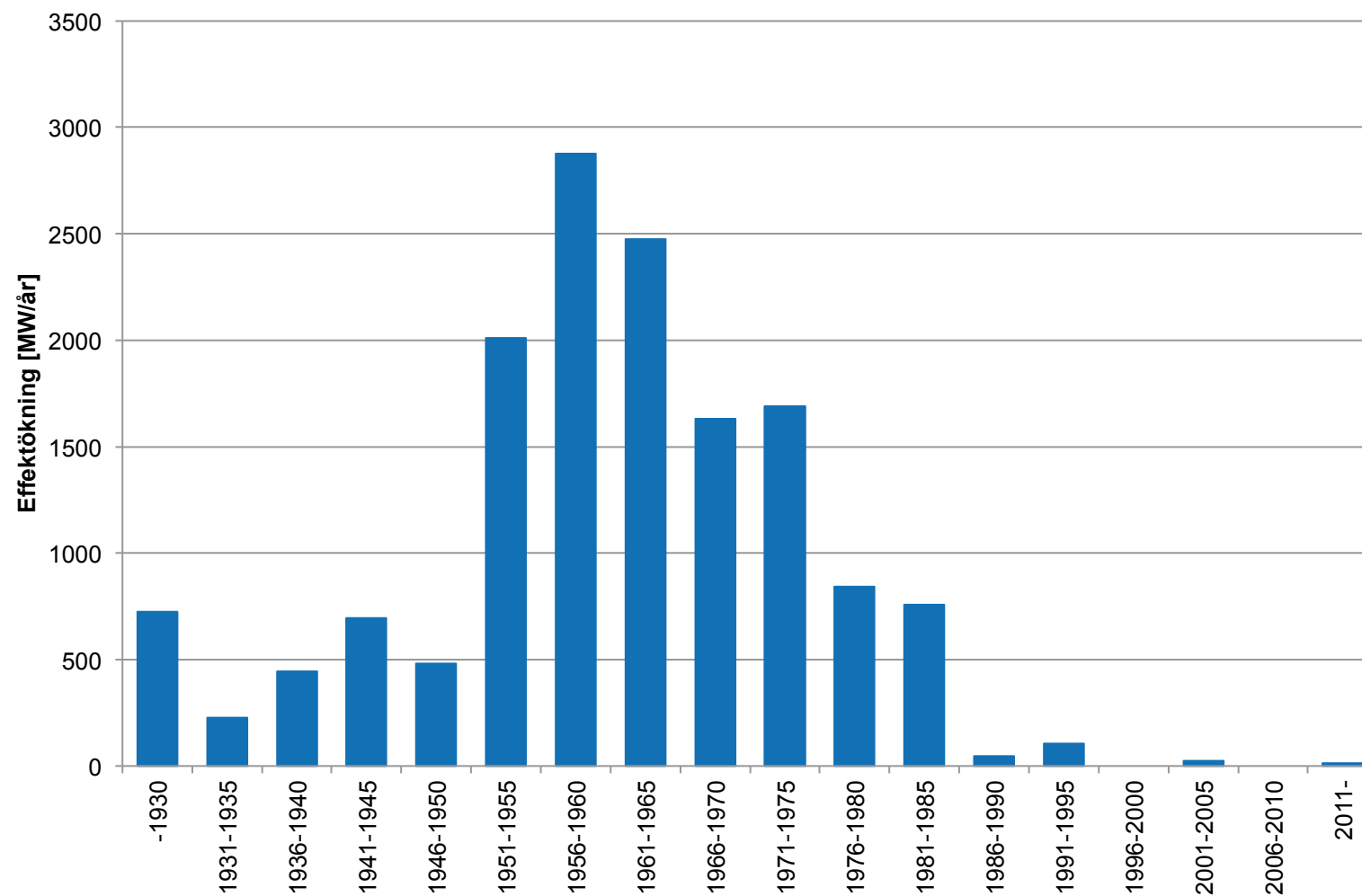
Planeringsproblematik: Utmaningar och potentiella lösningar

Set Persson

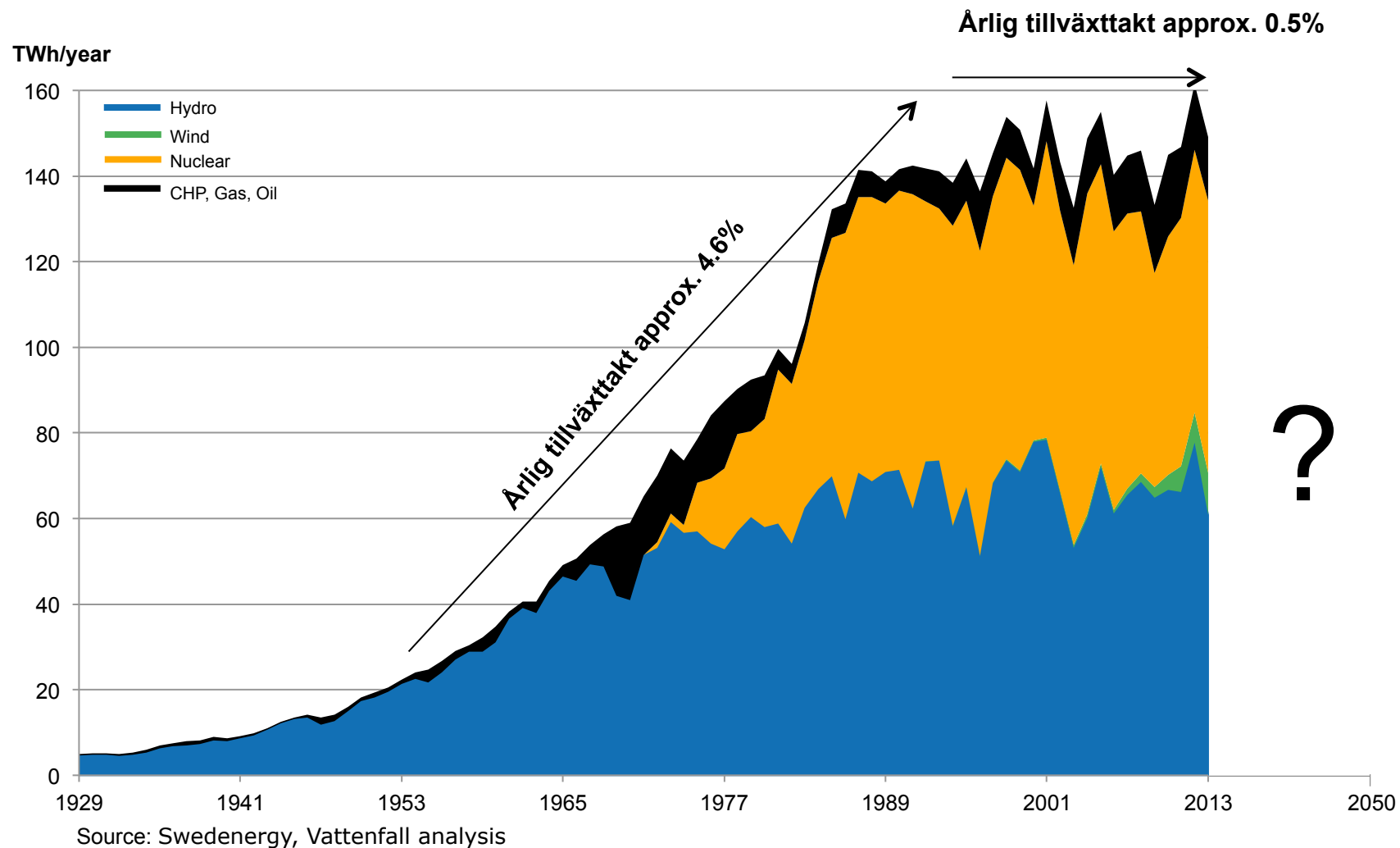
20 november 2014

Confidentiality - None (C1)

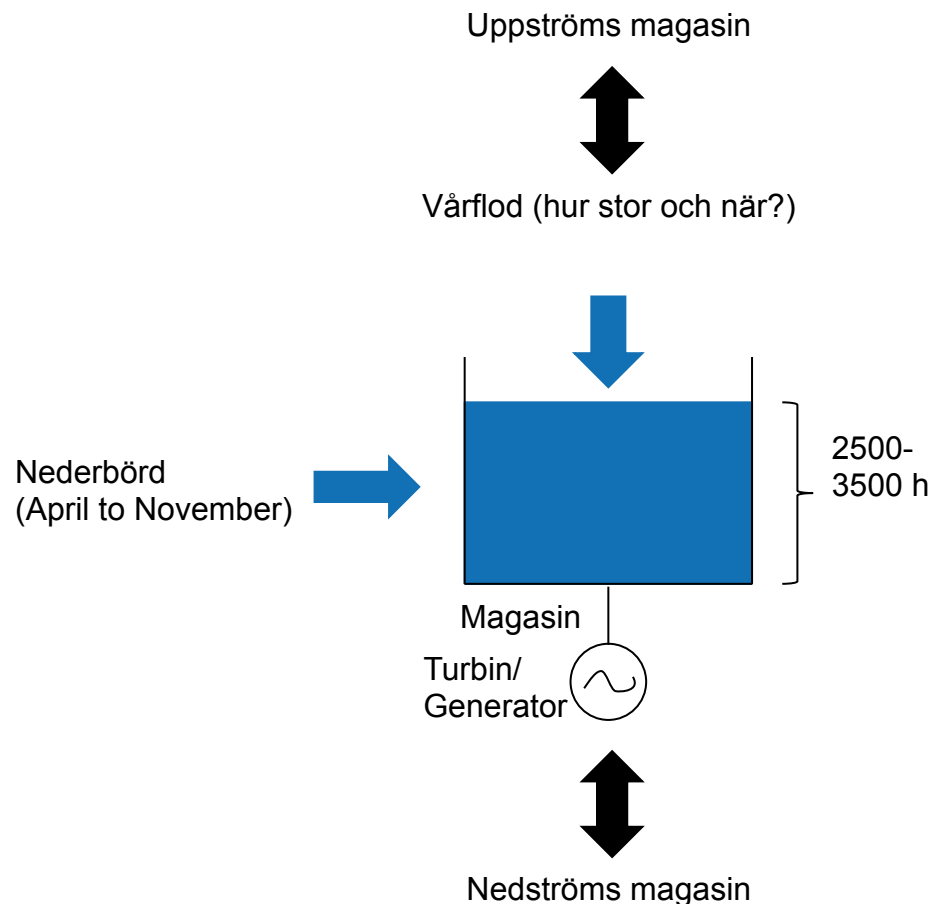
Utbyggnaden av vattenkraft i Sverige



Vattenkraften byggdes för att tillgodose både energi- och effektbalans med kärnkraft

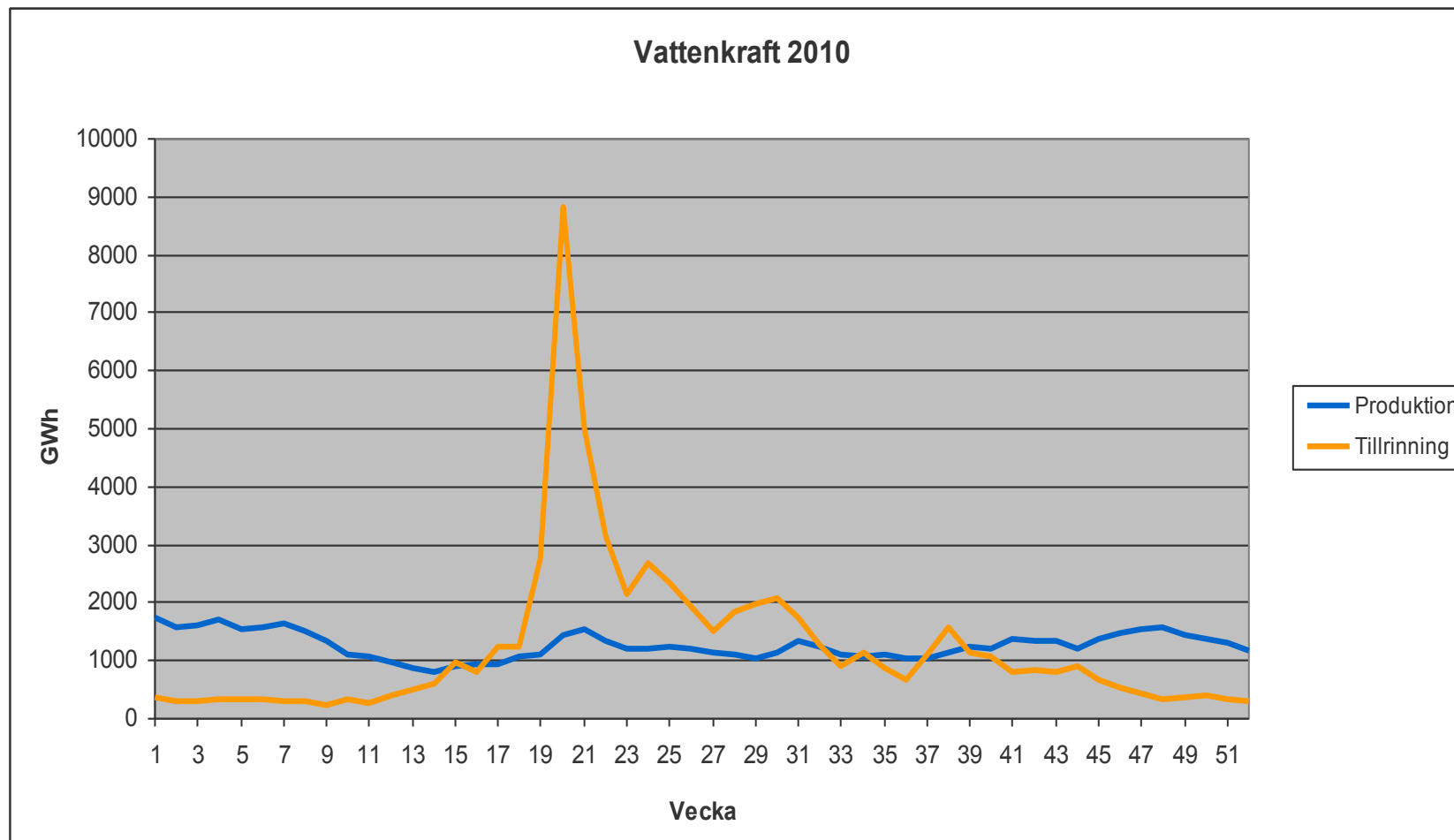


Vattenkraftens planeringsproblematik

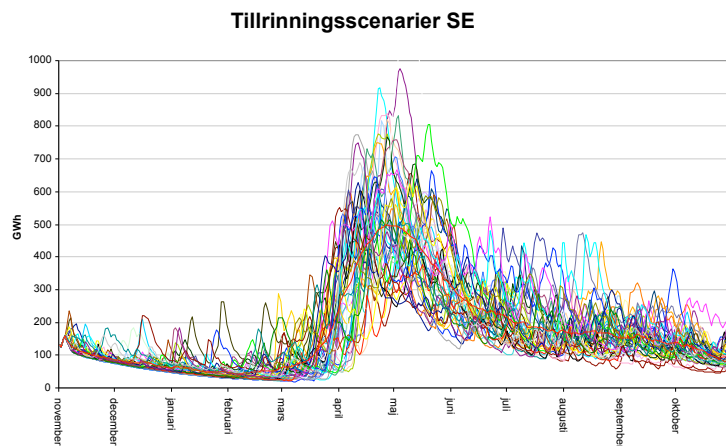


- **Optimeringsproblemet**
 - Vilka timmar ska kraftverket producera (idag eller nästa vecka/månad ?)
 - Förutsätter optimal utnyttjning av magasinerna
- **Indata**
 - Prisprognos för 2 år.
 - Hydrologiska prognoser
 - Start och stopp kostnader
- **Resultat**
 - Vattenvärde per magasin, uppdateras 1 gång per vecka

Säsongreglering – lagra vatten från vårfloden och regnperioder



Avgörande faktorer för vattenkraftens korttidsreglering

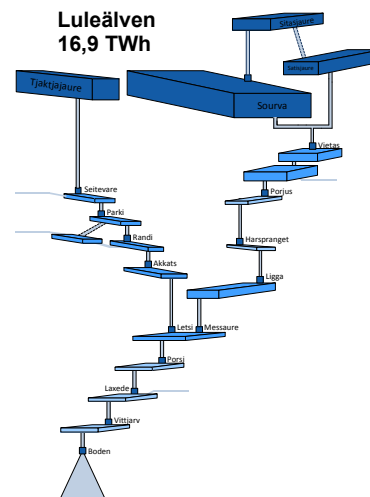


Tillrinning

Varierar upp till 90 TWh i Skandinavien

Prognos baseras på de senaste 46 åren

Marktillrinning under en stor del av året

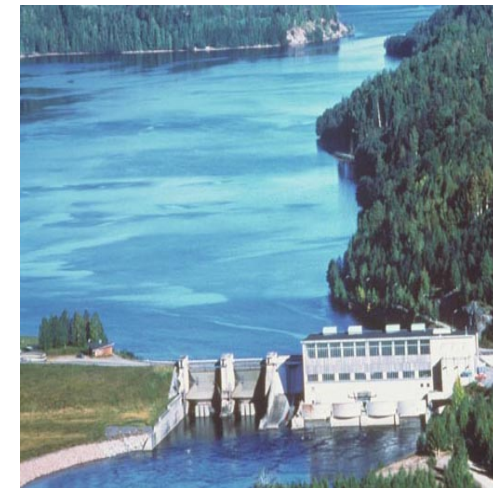


Älvtrögheten

Ledtider mellan kraftverk

Aktuella magasinsnivåer

Fysiskt omöjligt med maxproduktion i mer än en begränsad tid

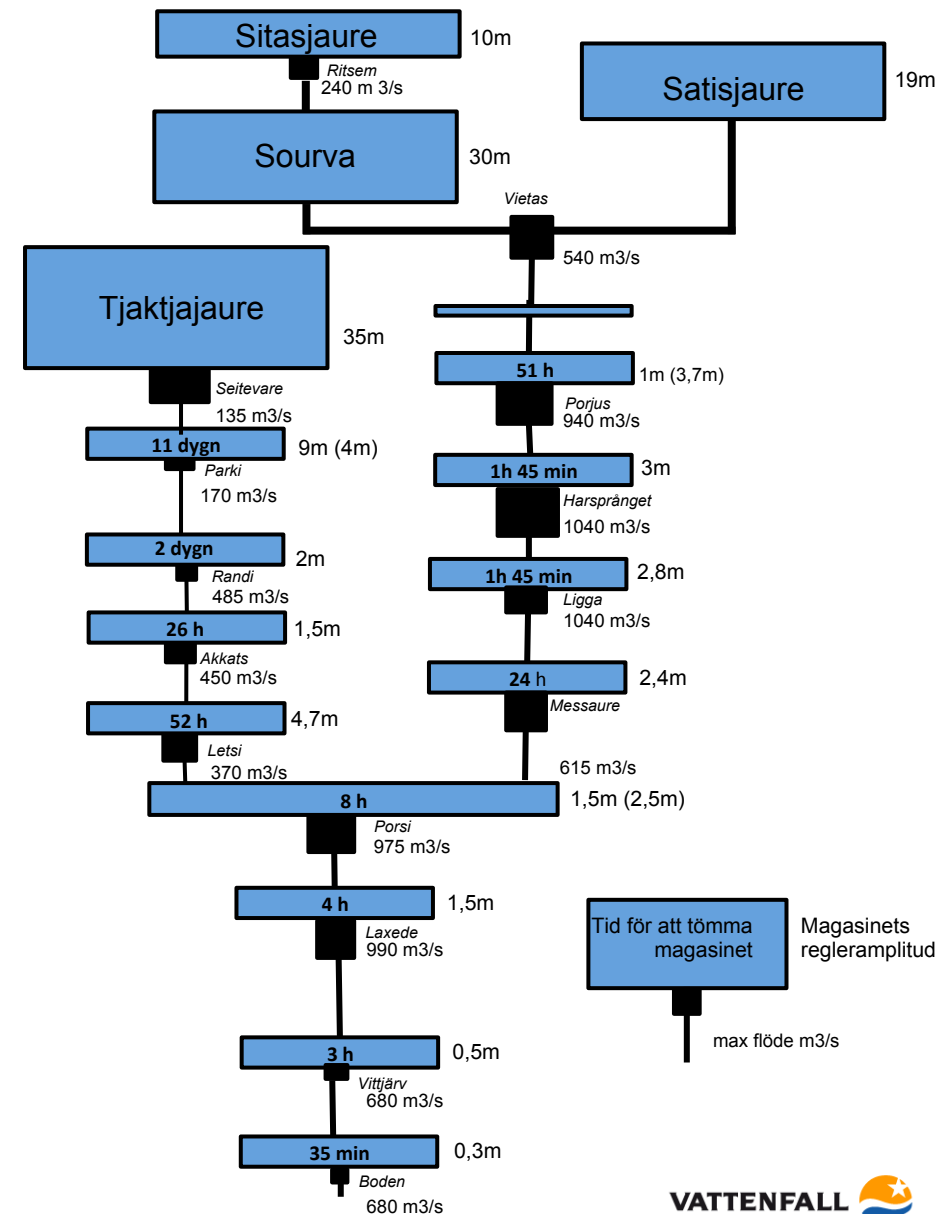


Vattendomar

Begränsar frihetsgrader av produktionsvariationen

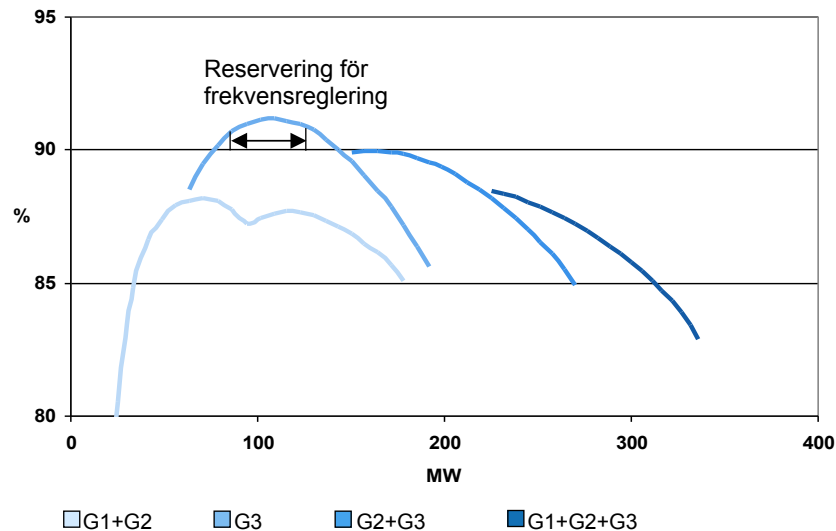
Älvtrögheten i Lule älv

- **Reglerbarheten i Sveriges älvar är dimensionerad efter den aggregerade förbrukningens dygnsvariation**
- **Produktionskapaciteten varierar mellan stationer**
 - Produktionen måste planeras för hela älven
 - Hänsyn måste tas till stationer upp och nedströms
 - Inte ovanligt med spill i en kraftstation för att öka produktionen i en annan
- **Ledtiden till kraftverk nedströms reducerar älvens flexibilitet**
 - Tidskostanten mellan kraftverk medför att den aggregerade produktionen ofta måste rampas upp och ner
- **Nivån i magasin planeras för att möjliggöra flexibilitet för nästkommande dygn**
 - Magasinsnivån planeras alltid för att kunna möta nästkommande dygns behov
 - Utmaning att möta nettoförbrukningens variation istället för förbrukningens variation
- **Marktillrinning till resp. magasin reducerar flexibiliteten**
 - Under sommarhalvåret är tillrinningen större och produktionen planeras mht spillrisk



Korttidsregleringens funktion – Dygnsplanering och frekvensregleringen

Verkningsgrad kraftstation Ligga



Dygnsplanering

- Påverkar antalet producerande generatorer
- "Byter" verkningsgradskurva, (antalet generatorer)
- Orsakar stora flödes- och nivåförändringar

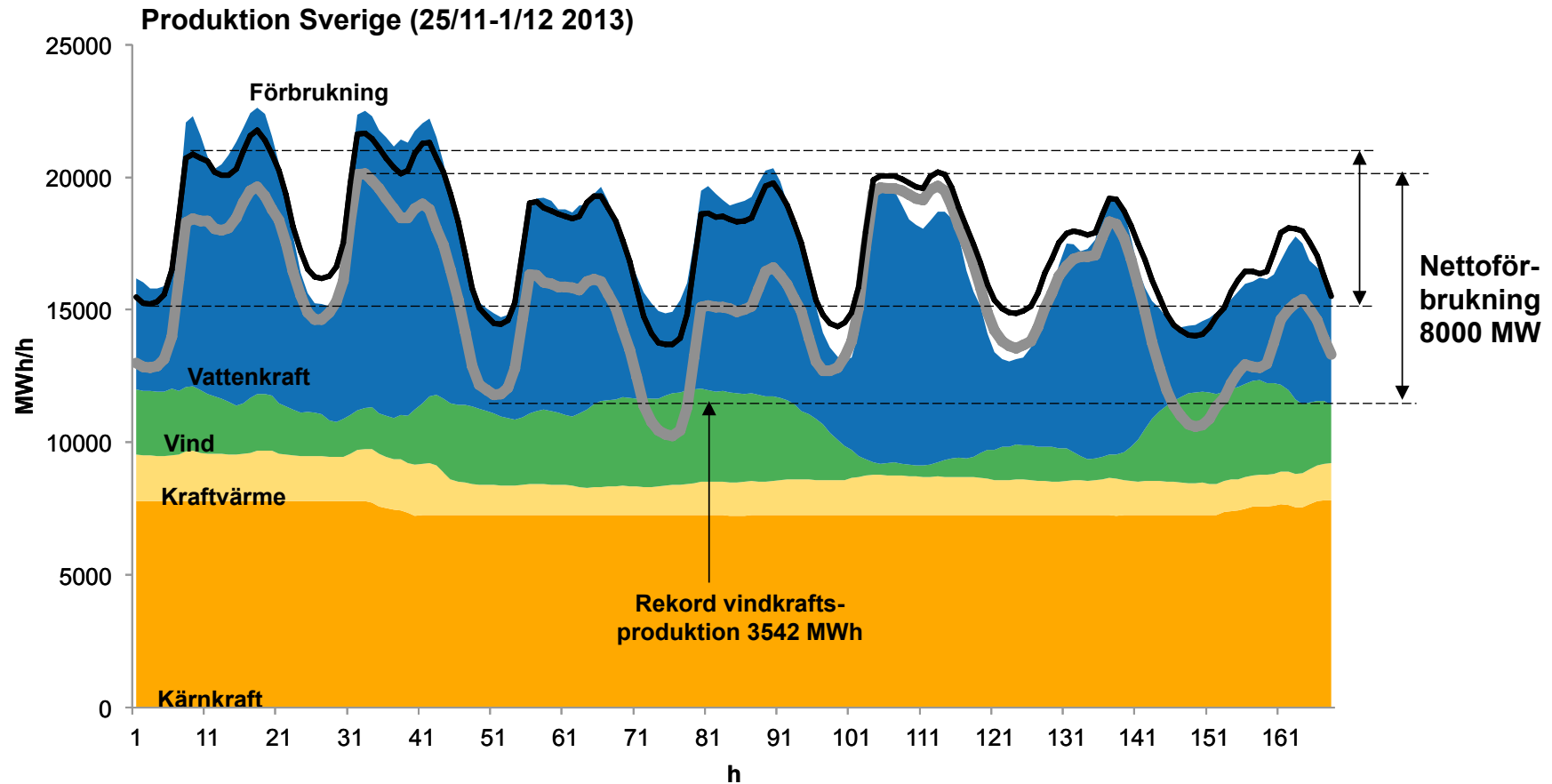
Primär frekvensreglering

- Påverkar verkningsgraden för generatören
- "Förflyttning" längs verkningsgradskurvan
- Fyra olika reglermoder som påverkar reglerstyrkan
- Många stationer bidrar till systemets behov av frekvensreglering
- Orsakar små flödes- och nivåförändringar



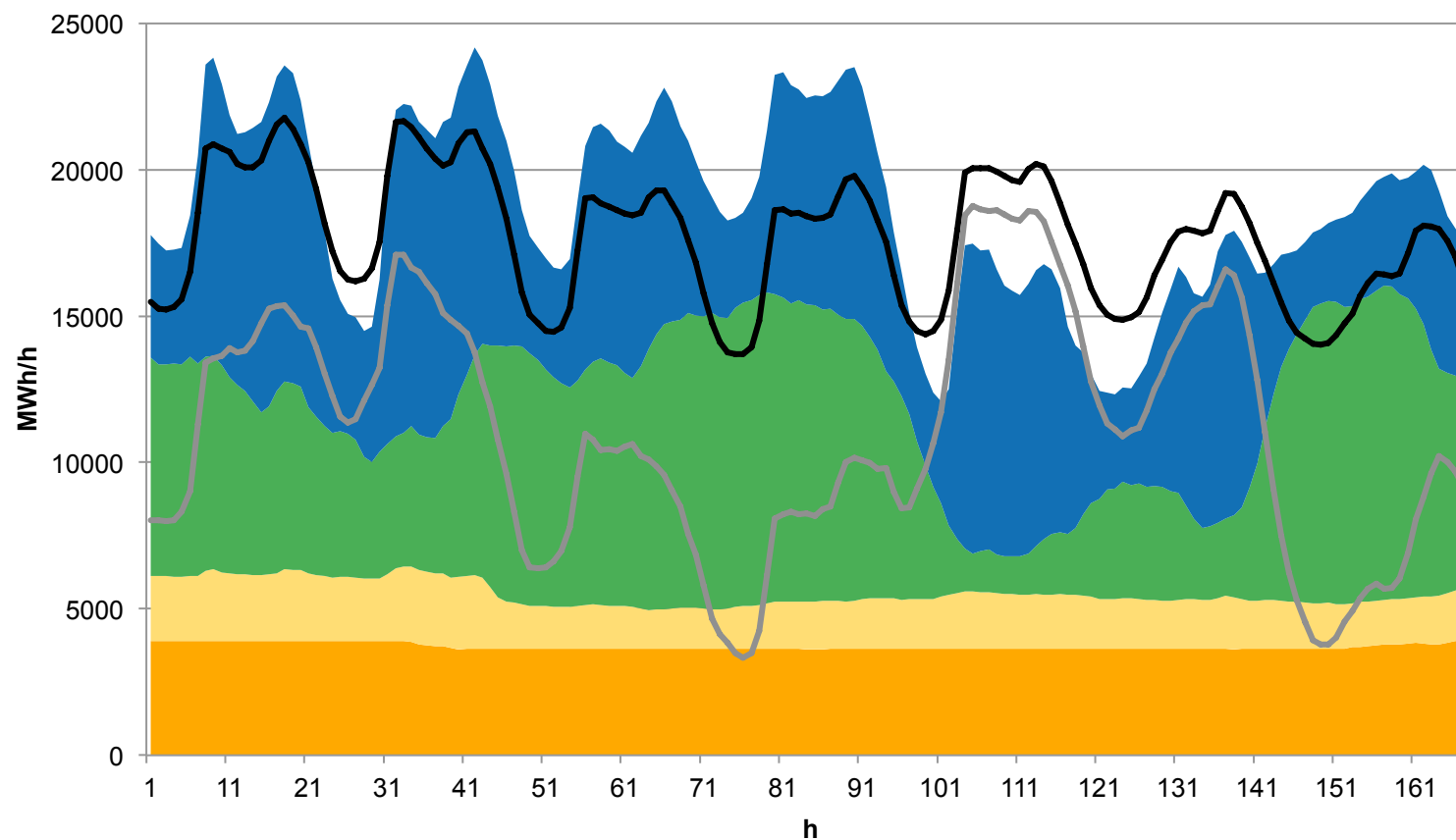
Primärreglering förutsätter att vattenkraftverket levererar "basproduktion"

Vattenkraftens korttidsreglering

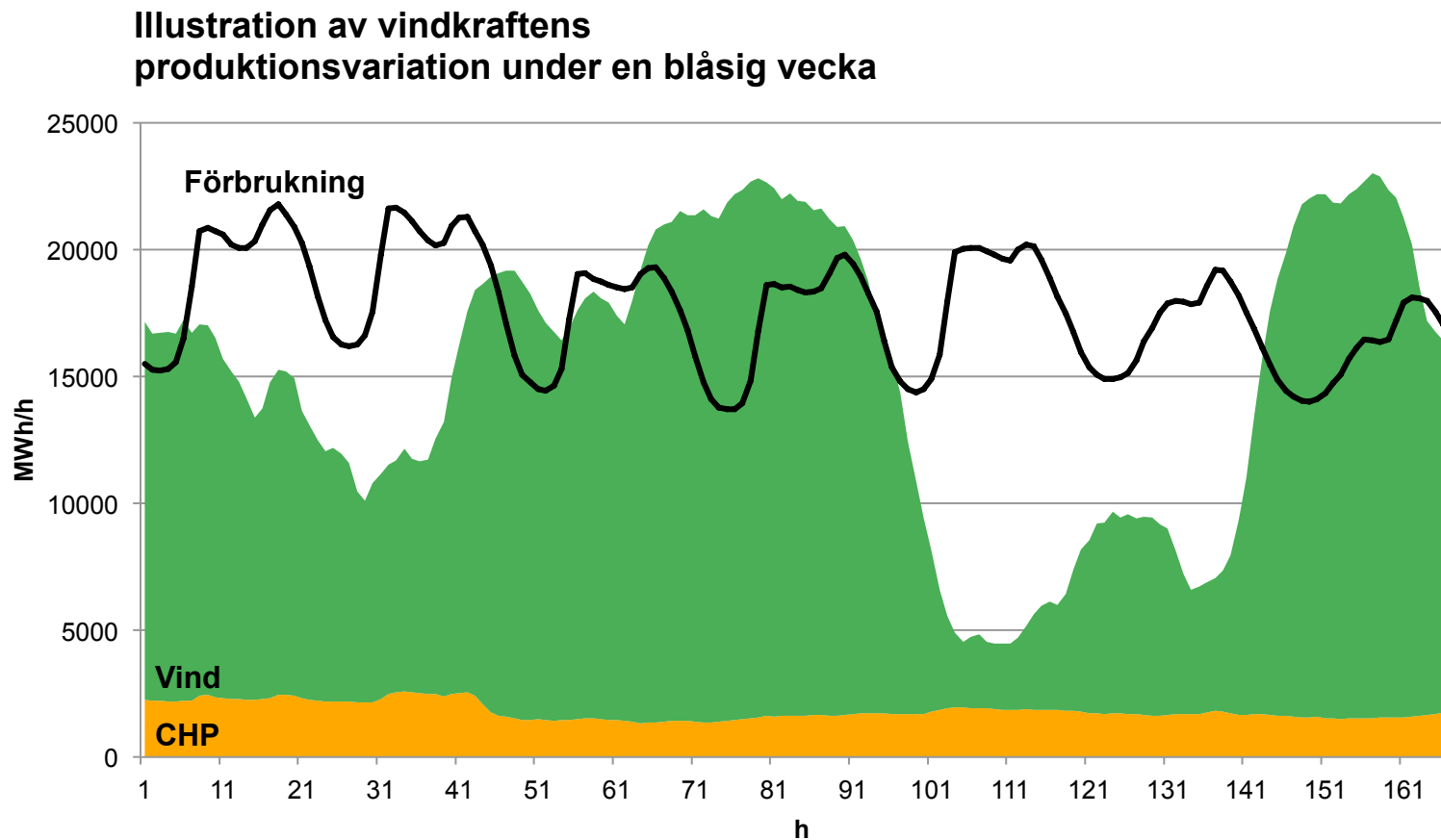


Dygnsplanering, möta förbrukningens dygnsvariation
Reglera oförutsedda obalanser

30 TWh wind scenario



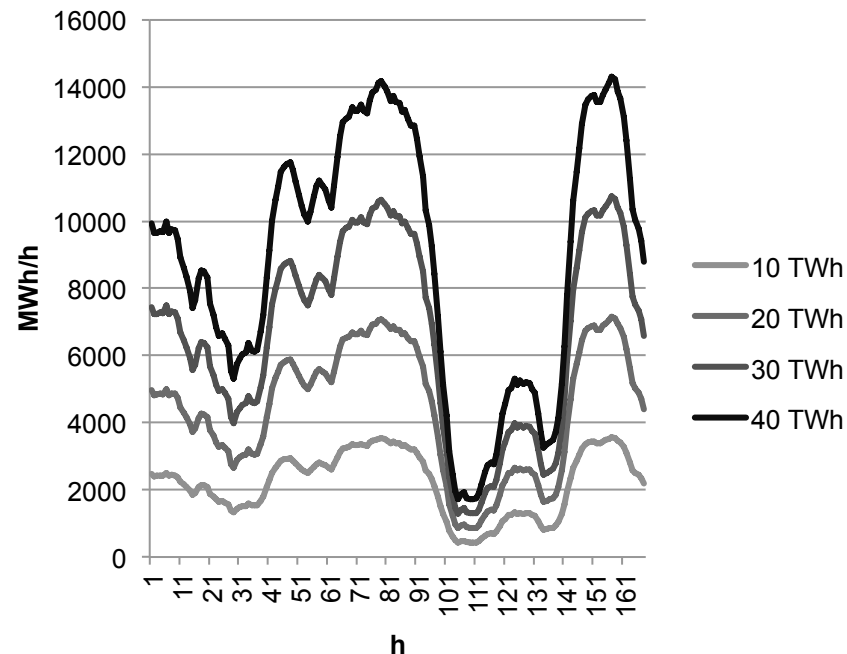
Hur ska vattenkraften planeras vid 60 TWh vindkraft?



"Flytta vatten" mellan både dagar och veckor

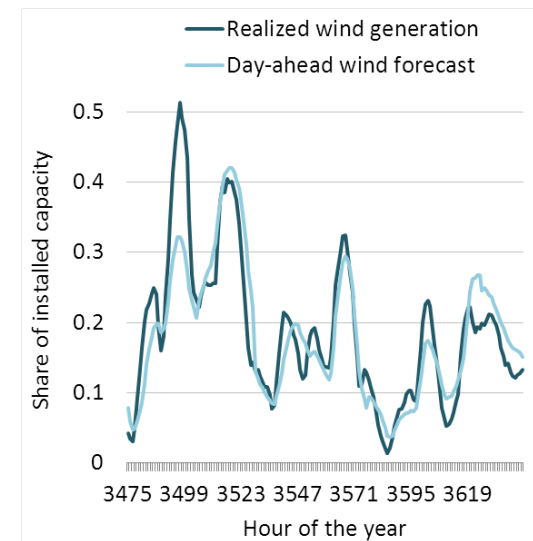
Vindkraftens förändrar behovet av korttidsreglering

Produktionens variation



Dygnsplanering

Prognosavvikelser

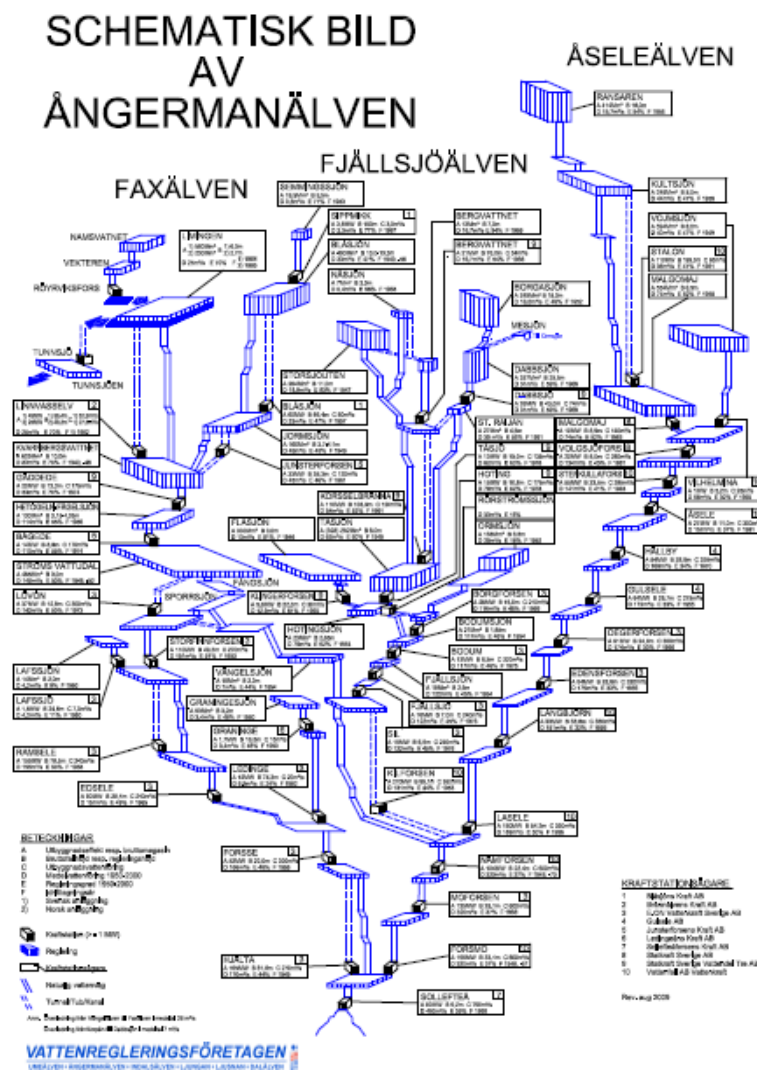


Reglering



Elbas, Reglermarknad

Ångermanälven



Slutsatser ur ett produktionsperspektiv

- Svåraste problemet blir nog inte den ökade volymen vindkraft utan konsekvensen i form avvecklingen av annan baskraft, främst kärnkraft men också fossilkraft, vilket kan leda till effektbrist
- Effektbristen löses billigast med förbrukningsreduktioner och gasturbiner
- För att begränsa mängden gasturbinproduktion och förbrukningsbortkoppling kommer ett energimässigt produktionsöverkott att krävas. I genomsnitt blir då priserna låga men mycket volatila. Korrelationen mellan hög vindproduktion och låga priser kommer speciellt att drabba vindkraften
- Ökat spill pga högt reglerbehov och kraftigt ökade volymer spill i vatten och vindkraft under blöta och blåsiga perioder
- Stor osäkerhet om hur vattendomarna fungerar ihop med ett nytt produktionsmönster för vattenkraften