

Nysäter-klustret

Ett nytt sätt att reglera reaktiv effekt

e-on

Översikt

1. Introduktion
2. Nysäter-klustret
3. Reaktiv effekt i elnätet
4. Alternativ för Nysäter-klustret
5. Implementering och simulering
6. Resultat
7. Sammanfattning

Uttag och produktion i elnätet

Produktion

- Stora enheter på en lokalisering
- Mindre enheter fördelade (distribuerad generering)

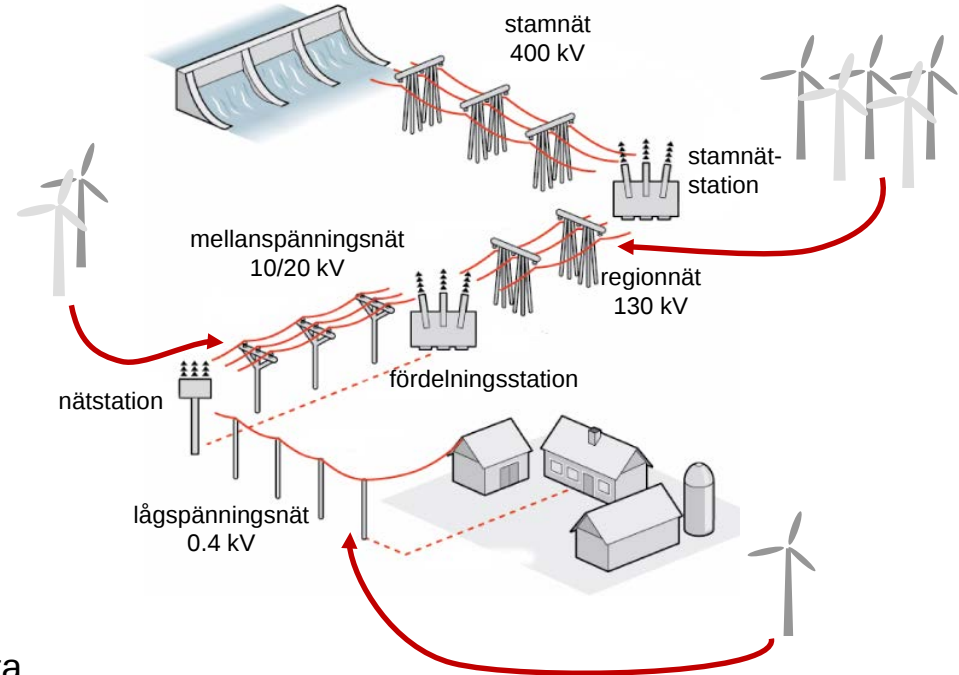
Uttag

- Stora uttag (t ex fabrik, storstad) på lite yta
- Små uttag på stora ytor (t ex landsbygd)

Utmaningen:

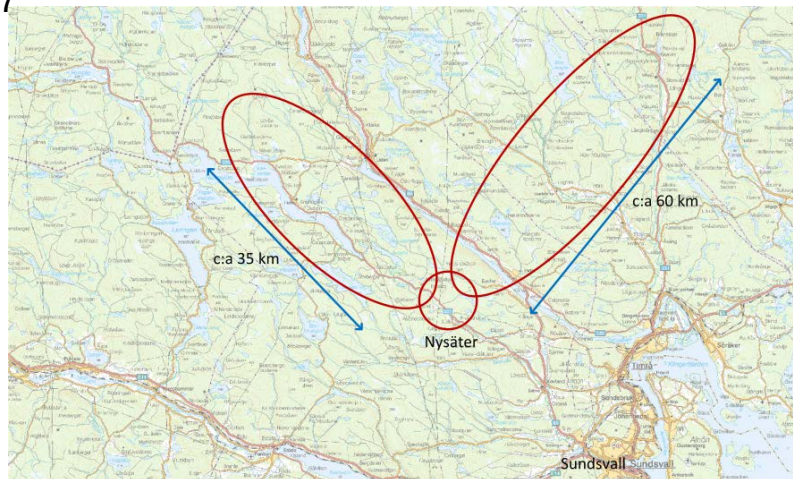
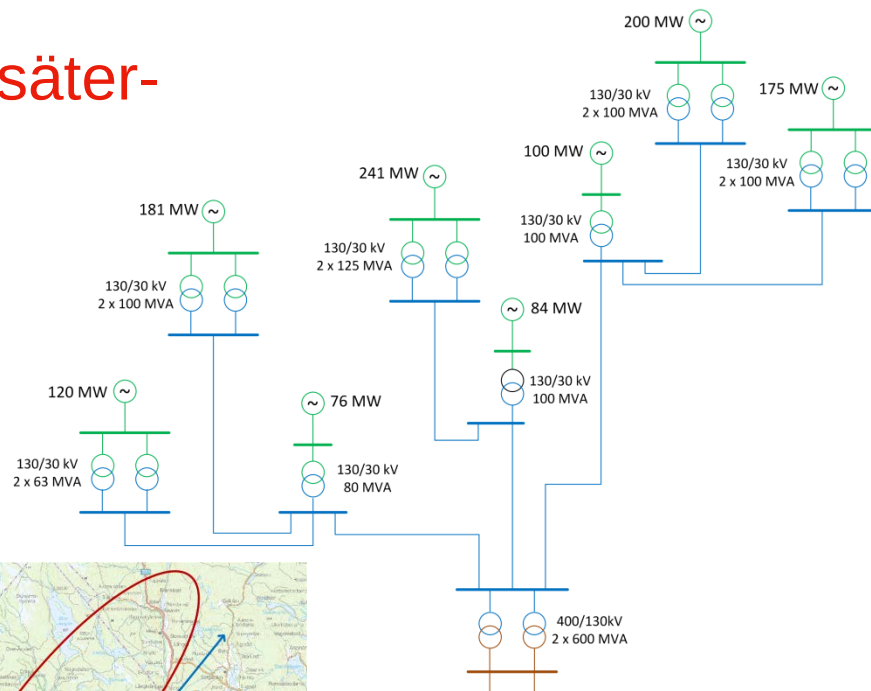
Rena produktionsnät med stor produktion på stor yta

- Vindkraft regleras vanligtvis till 0 Mvar i anslutningspunkten



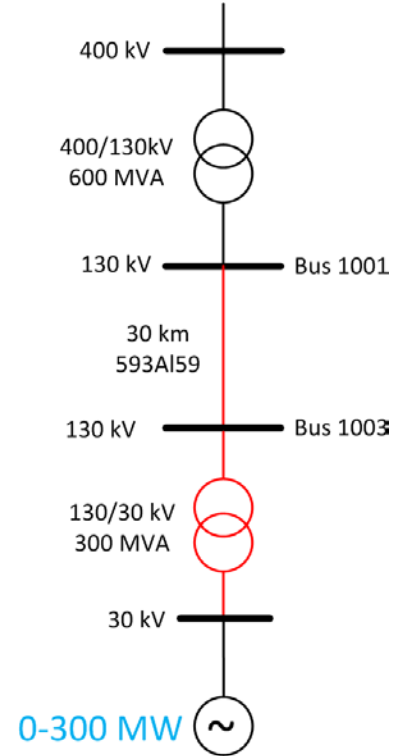
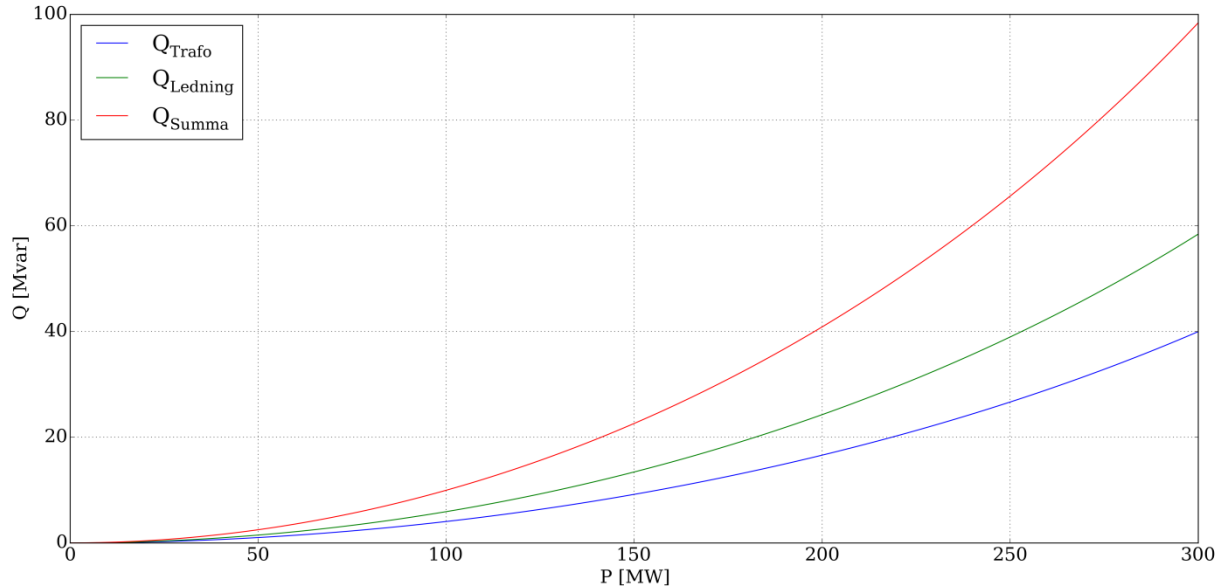
Fakta och enlinjeschema för Nysäterklustret

- 8 vindkraftparker
- 1200 MW installerad effekt
- 1 ny stamnätsstation
- 8 nya regionnätsstationer
- 144 km 130 kV ledningar
- Byggstart etapp 1 2017



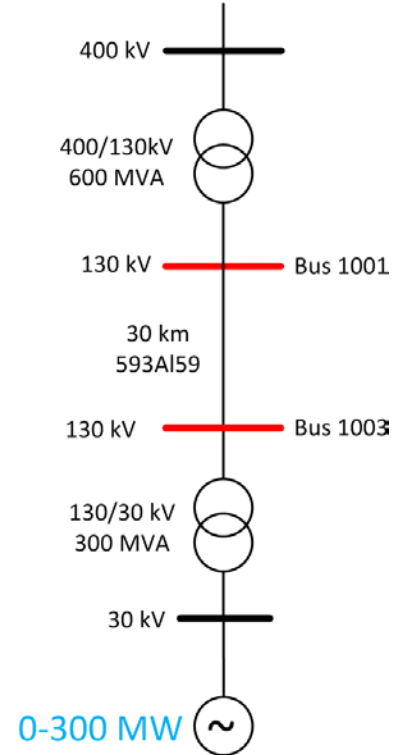
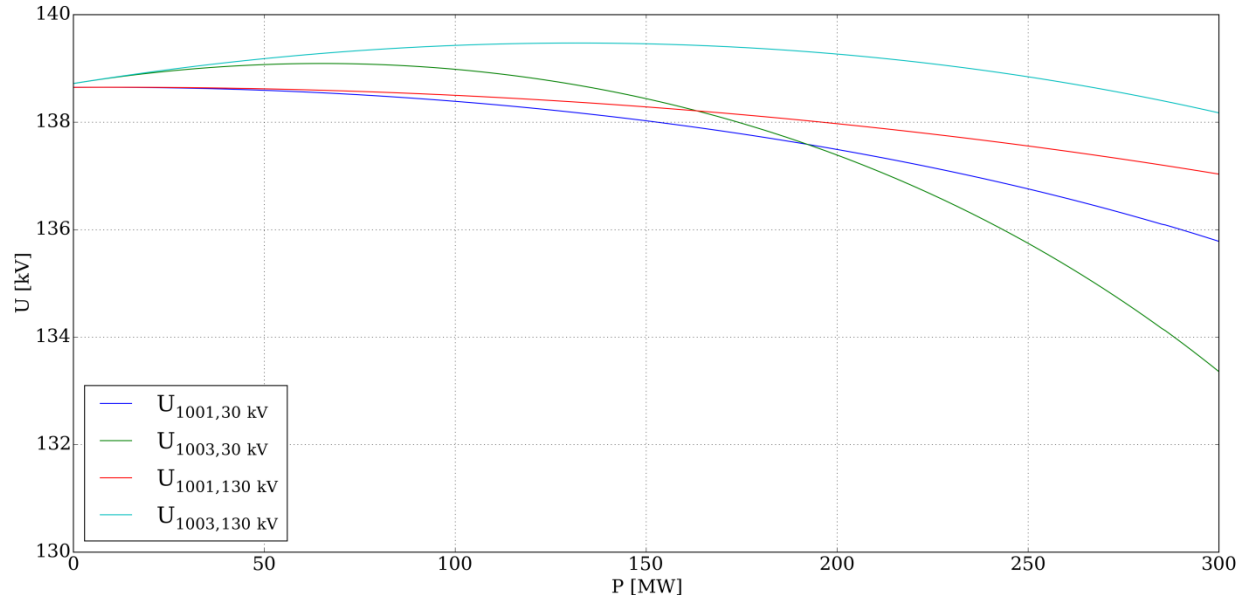
Reaktiva effektförluster vid överföring av aktiv effekt

- 30 km 130 kV luftledning 593Al59
- 3st 100 MVA transformatorer 130/30 kV
- Inmatning av reaktiv effekt önskvärd för kompensering



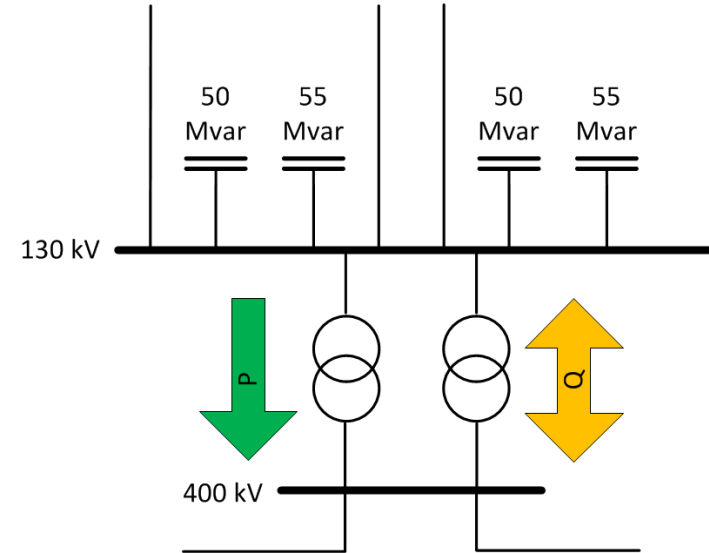
Spänning vid överföring av effekt

- 30 km 130 kV luftledning 593Al59
- Ledningens serieimpedans $\frac{X}{R} = 7,5$
- Effektfaktor 1 på 30 kV respektive 130 kV skena
- Inmatning av reaktiv effekt önskvärd för spänningshållning

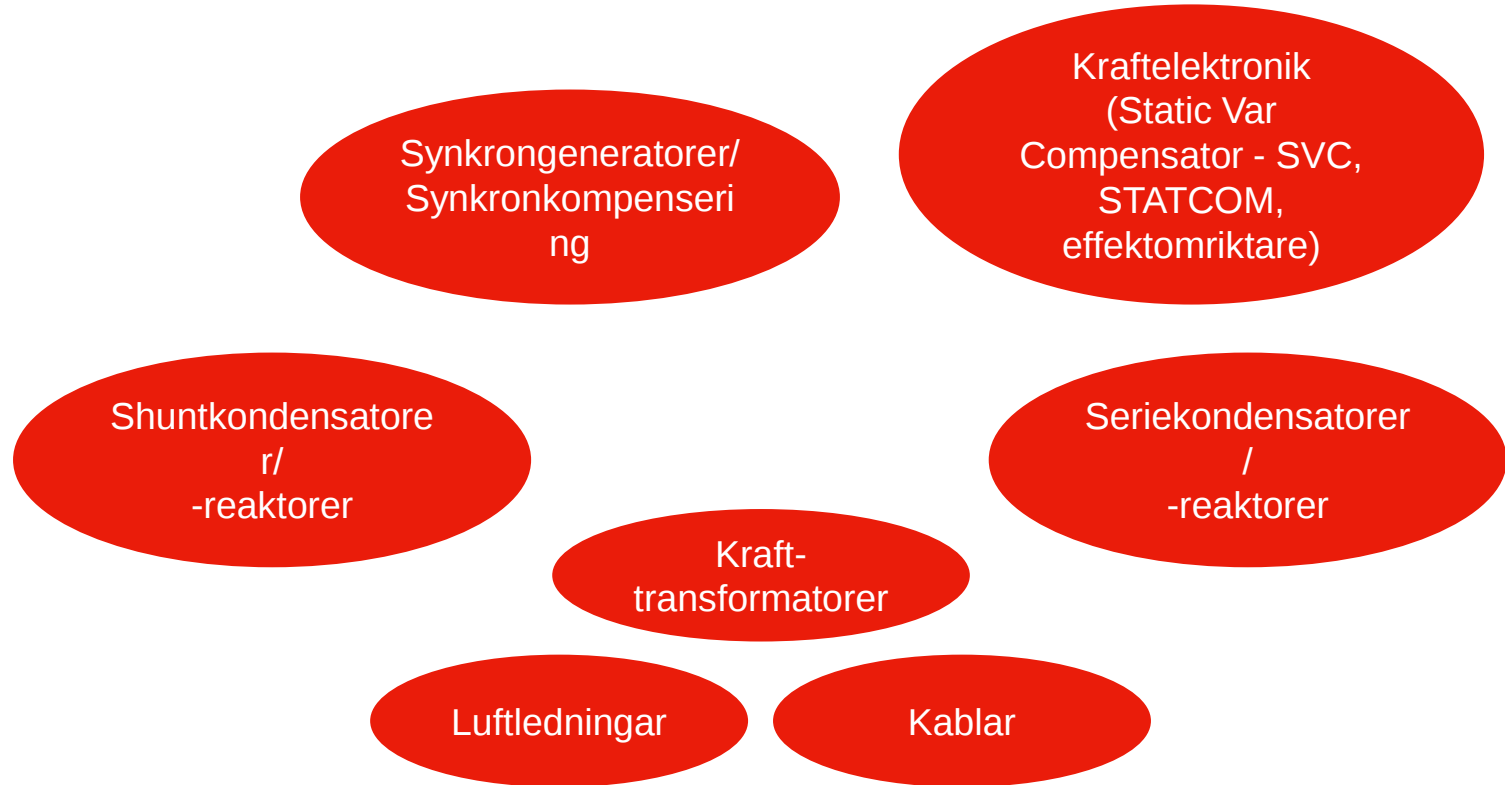


Krav i anslutningspunkten till stamnätet

- Stamnätsstation Nysäter på 400 kV sidan
- Aktiv effekt 0-1200 MW
- Normaldrift 0 Mvar ± 5 Mvar
- Vid behov ± 10 procent av den aktuella aktiva effekten (ca ± 120 Mvar)
- Totalt behov av reaktiv effekt i Nysäterkluster ca 510 Mvar (620 Mvar)
 - Ca 390 Mvar (500 Mvar) från förluster i 400/130 kV transformatorer, 130 kV ledningar, (130/30 kV transformatorer)
 - Ca 120 Mvar till stamnätet

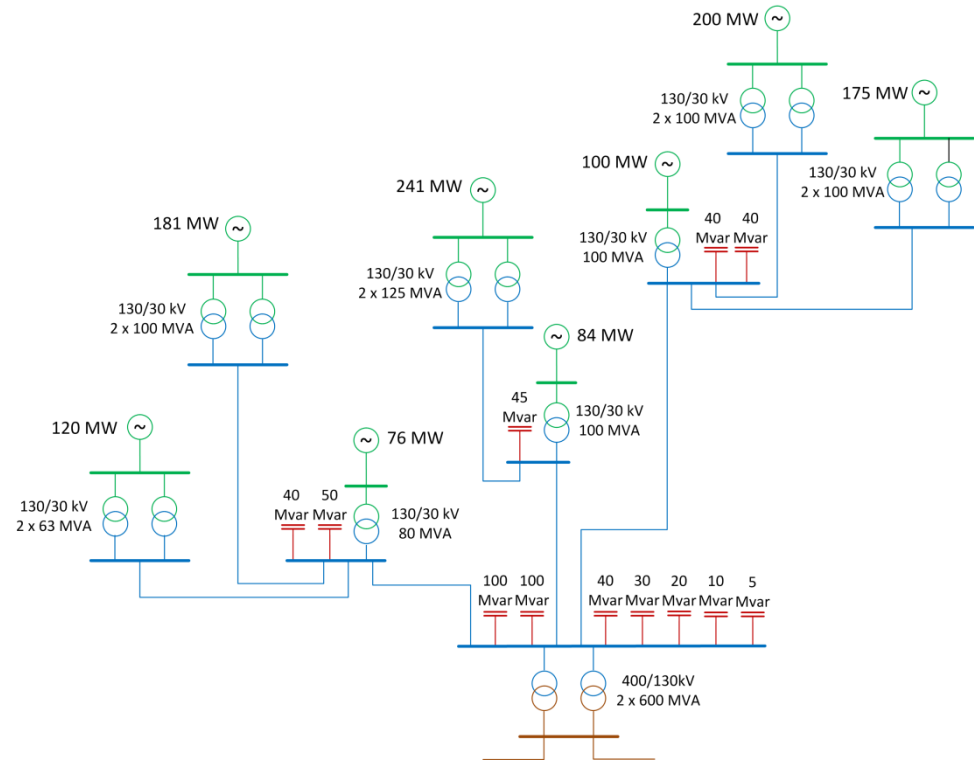


Reaktiv effekt i elnätet



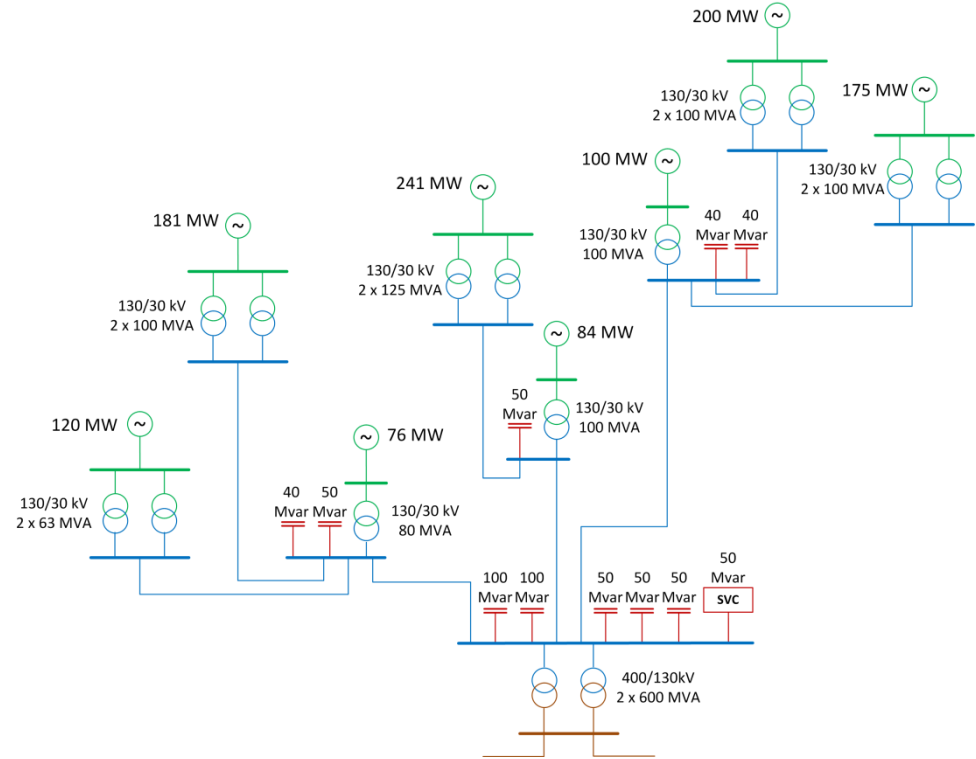
Alternativ 1 – shuntkondensatorer

- Många shuntkondensatorer (många fack, stora och dyra stationer)
- Många kopplingar med shuntkondensatorer (slitage, urladdningstid)
- Ingen bra reglering
- Spänningsvariation genom koppling med stora shuntkondensatorer



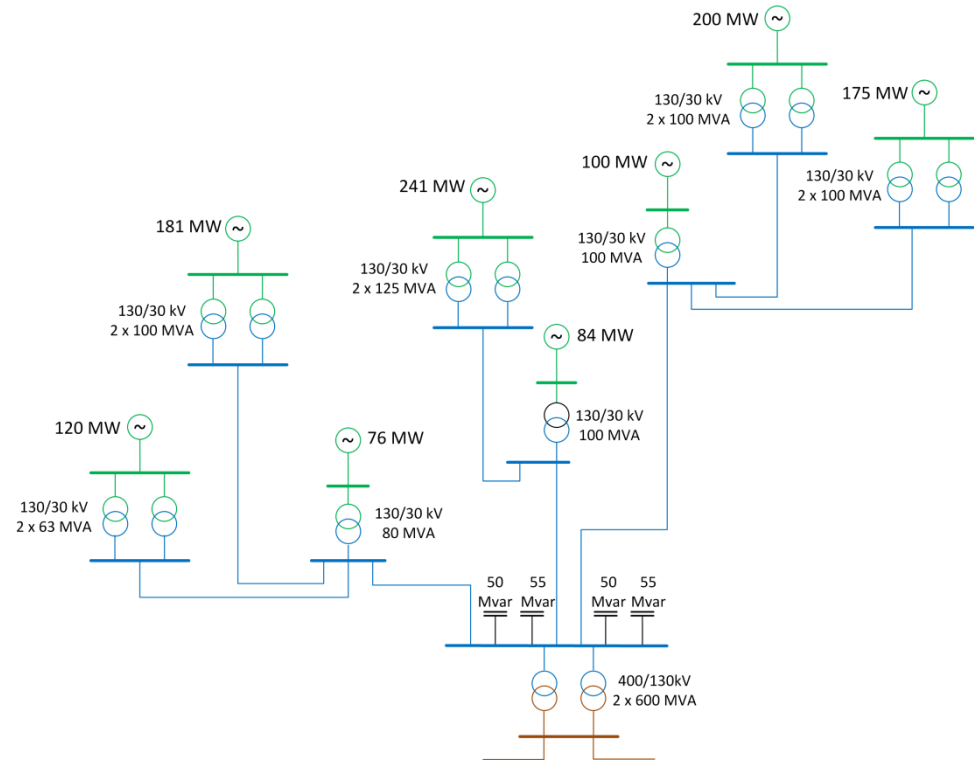
Alternativ 2 – Static Var Compensator (SVC)

- Många shuntkondensatorer (många fack, stora och dyra stationer)
- SVC tillkommer som dyr extrautrustning
- Kontinuerlig reglering möjlig
- Färre in- och urkopplingar av shuntkondensatorer



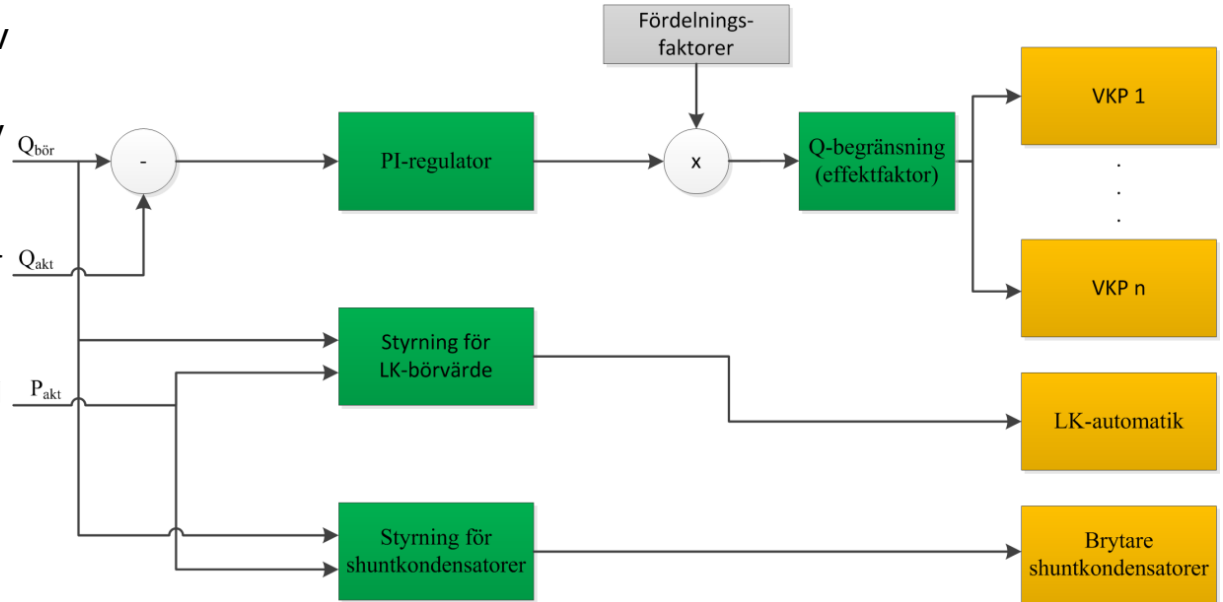
Alternativ 3 – vindkraftverk och shuntkondensatorer

- Mindre antal shuntkondensatorer (färre fack, mindre stationer)
- Ingen dyr extrautrustning (t ex SVC)
- Kontinuerlig styrning av reaktiv effekt
- Krav på effektfaktor 0,94 på 30 kV skenor
- Delvis suboptimerad placering av reaktiv effekt
- Mer komplex reglering

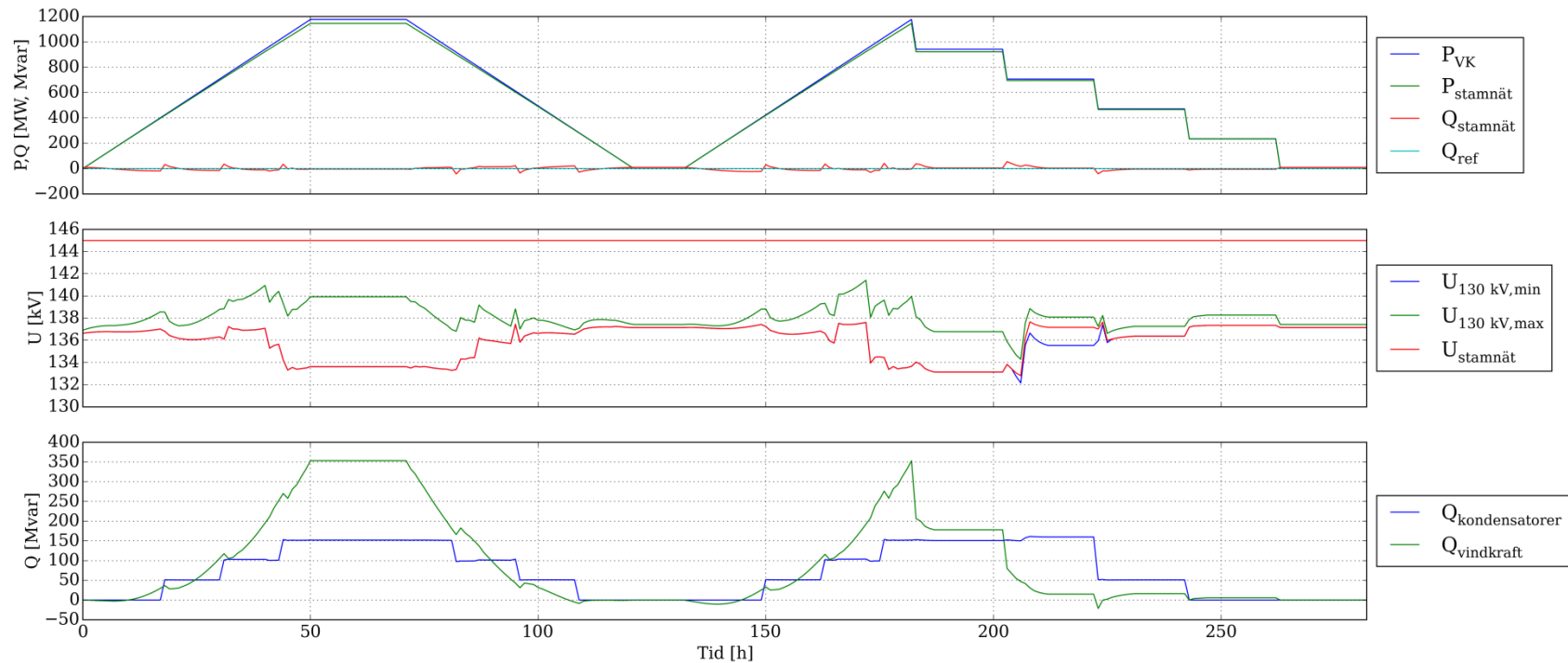


Reglering av reaktiv effekt i Nysäter-klustret

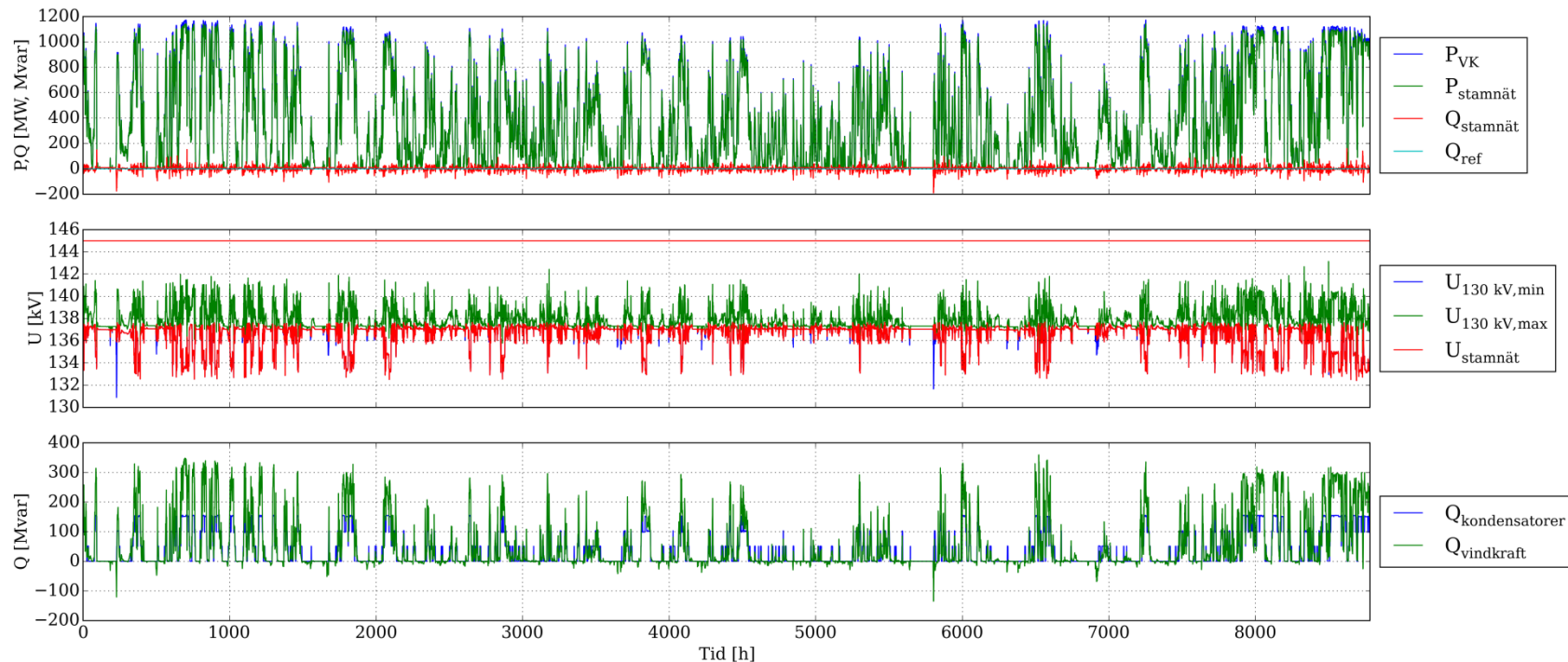
- Indata: aktuell aktiv och reaktiv effekt i anslutningspunkten till stamnätet, börvärde för reaktiv effekt
- Börvärde för vindkraftparkerna styrs från PI-controller med fördelningsfaktor beroende på installerad effekt och placering
- Shuntkondensatorer och lindningskopplarens börvärde tabellstyrda



Simuleringsresultat för generisk produktionsprofil

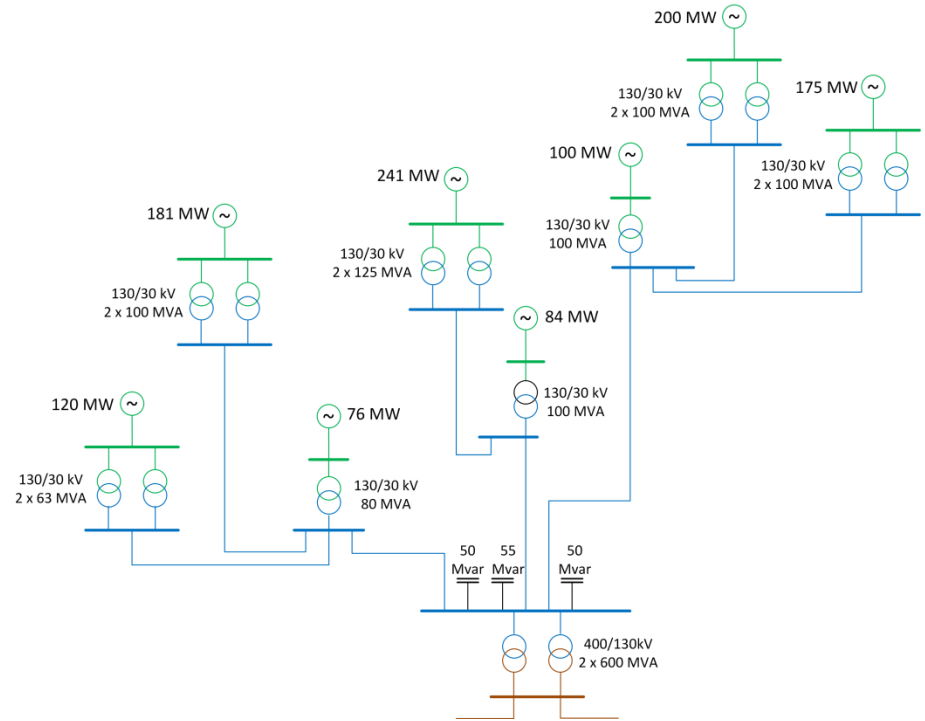


Simuleringsresultat för historisk produktionsprofil



Sammanfattning

- Vindkraftparkerna för aktiv styrning av reaktiv effekt
- Mindre behov av shuntkondensatorer och kontinuerligt reglering
- Nollutbyte av reaktiv effekt vid maximal produktion
 - Totalt behov c:a 510 Mvar
 - Vindkraftparkerna c:a 355 Mvar
 - Shuntkondensatorer c:a 155 Mvar
- Maximalt utnyttjat spänningsband 6,3 kV i 130 kV nätet
- Krav i anslutningspunkten till stamnätet uppfylls
- Lösningen tekniskt och ekonomiskt fördelaktig



Utmaningar och begränsningar i modellen och implementeringen

- Vinden kan variera mycket – reaktiva förluster och eventuellt behov varierar – svårt att träffa exakt rätt värde vid ett visst tillfälle
- Olika leverantörer för vindkraftverken, d v s olika styrsystem för vindkraftparkerna
- Antalet in- och urkopplingar av shuntkondensatorer ska begränsas
- Manöver av lindningskopplare i transformatorerna ska begränsas
- Produktionsprofil för planerad anläggning okänd
- Upplösning på tillgängliga historiska mätvärden från liknande vindkraftparker ganska låg (timmedelvärde)
- Responstiden för vindkraftparkernas styrsystem för att nå nytt börvärde inte simulerat
- Fördröjningen i kommunikationen inte simulerat

The E.ON logo is centered on a red background. It consists of the text "e.on" in a white, lowercase, sans-serif font. The "e" is slightly larger and more prominent than the "on".

e.on