
Störningsreserven
Faskompensering
Spänningsstrategier
Synkronkörning V36

Siddy Persson
siddy.persson@svk.se
Enhet DD – Drift - Driftanalys





Störningsreserven

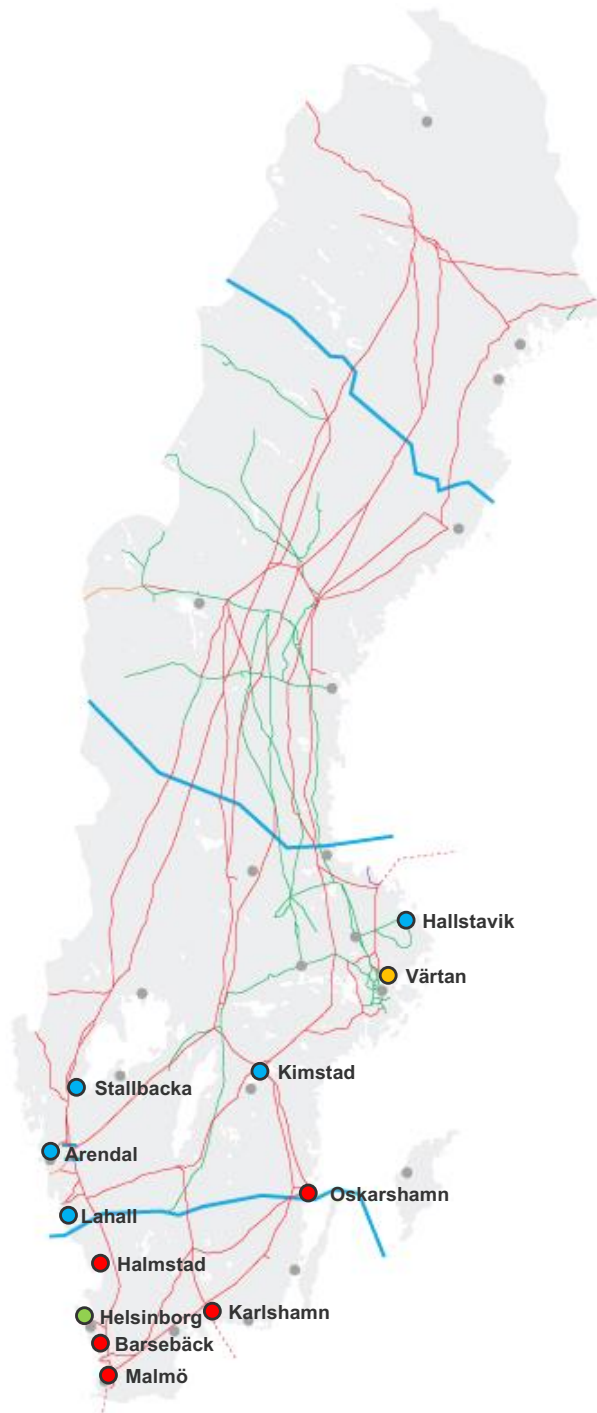
Jesper Nyberg

Marknads- och systemutveckling

Svenska kraftnät

Störningsreserven

- > Driften av det sammankopplade nordiska kraftsystemet förutsätter driftsamarbete mellan de systemansvariga
- > Hur detta driftsamarbete ska regleras styrs genom [Systemdriftavtalet](#), vilket bl.a. ställer krav på att en snabb aktiv störningsreserv ska finnas
 - > *Snabb aktiv störningsreserv* ska finnas för att [återskapa frekvensstyrd normaldriftreserv \(FCR-N\)](#) och [frekvensstyrd störningsreserv \(FCR-D\)](#) när dessa reserver utnyttjats eller fallit bort samt för att återföra överföringar inom gällande gränser efter störningar.
 - > *Snabb aktiv störningsreserv* ska vara [tillgänglig inom 15 minuter](#).
 - > *Snabb aktiv störningsreserv* ska finnas i den omfattning och vara lokaliserad så att systemet kan föras tillbaka till [normal drift](#) efter *fel*.
 - > Storleken på den *snabba aktiva störningsreserven* bestäms av det enskilda *delsystemets* värdering av det lokala behovet. *Flaskhalsar* i nätet, [dimensionerande fel \(Oskarshamn 3\)](#) och liknande ingår i värderingen härav.

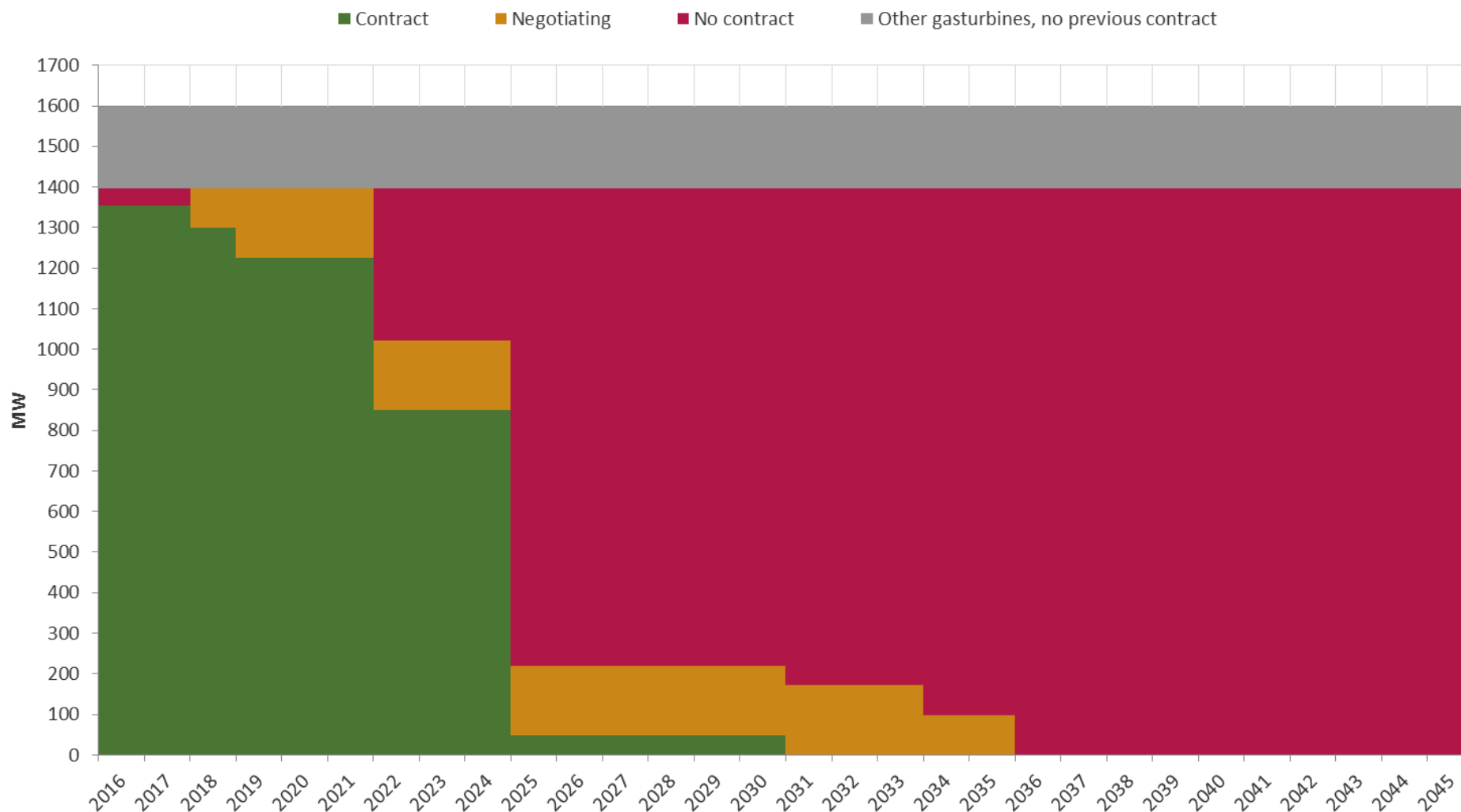


Company	Location	MW
SvKGT	Hallstavik	110 (50+60)
SvKGT	Kimstad	140 (70+70)
SvKGT	Stallbacka	140 (70+70)
SvKGT	Arendal	60
SvKGT	Lahall	240 (60*4)
Fortum	Värtan	54
OKG	Oskarshamn	74 (37+37)
Uniper	Halmstad	250 (172+78)
Uniper	Karlshamn	37
Uniper	Barsebäck	74 (37+37)
Uniper	Malmö	129 (63+63+3)
Öresundskraft	Helsingborg	50,5 (48+2,5)
Total		1 358,5

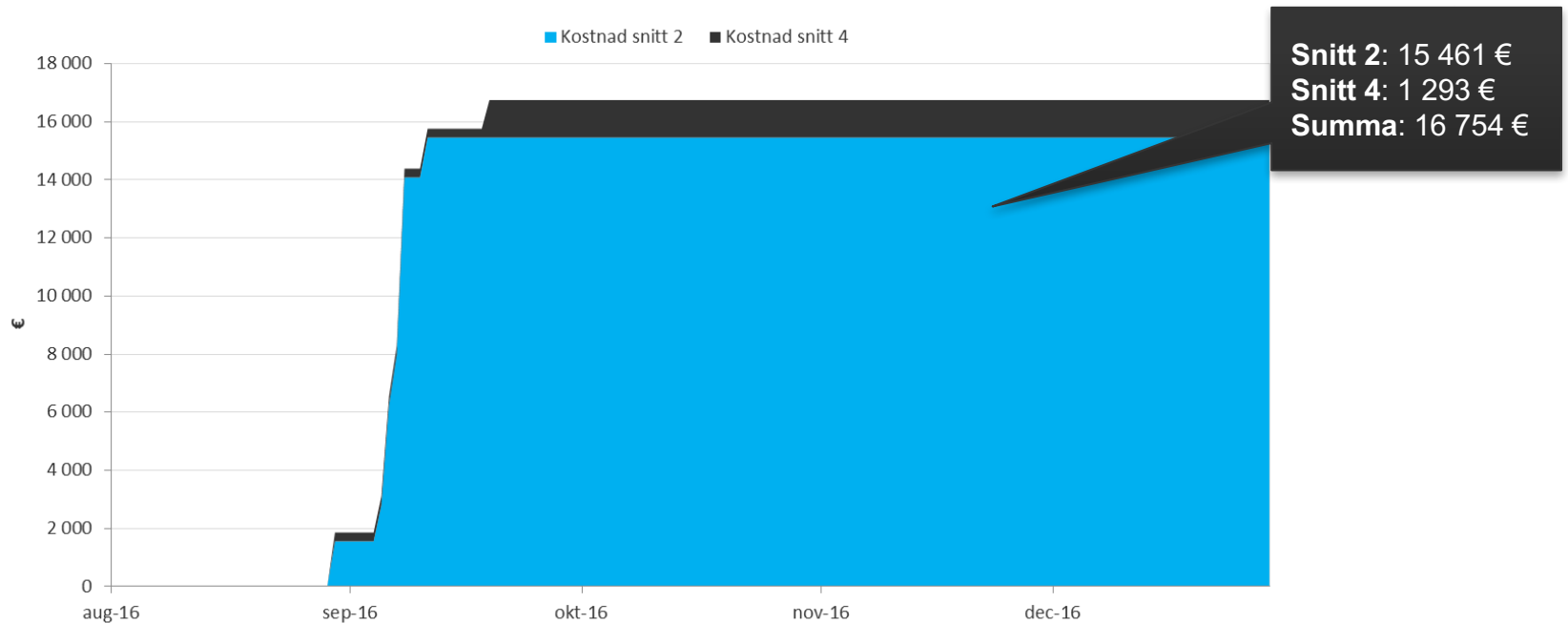
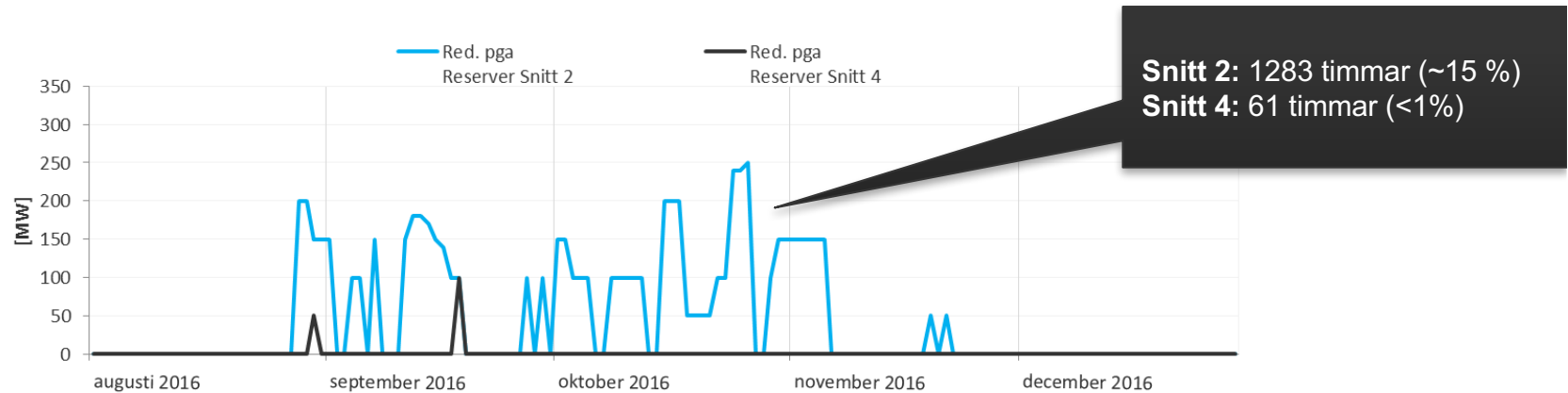
- 22 gasturbiner och 2 dieselenheter
- + 300 MW nödeffekt (SwePol, Baltic Cable & Kontek)
- Total 1358 + 300 = 1658 MW

Updated 2016-12-19

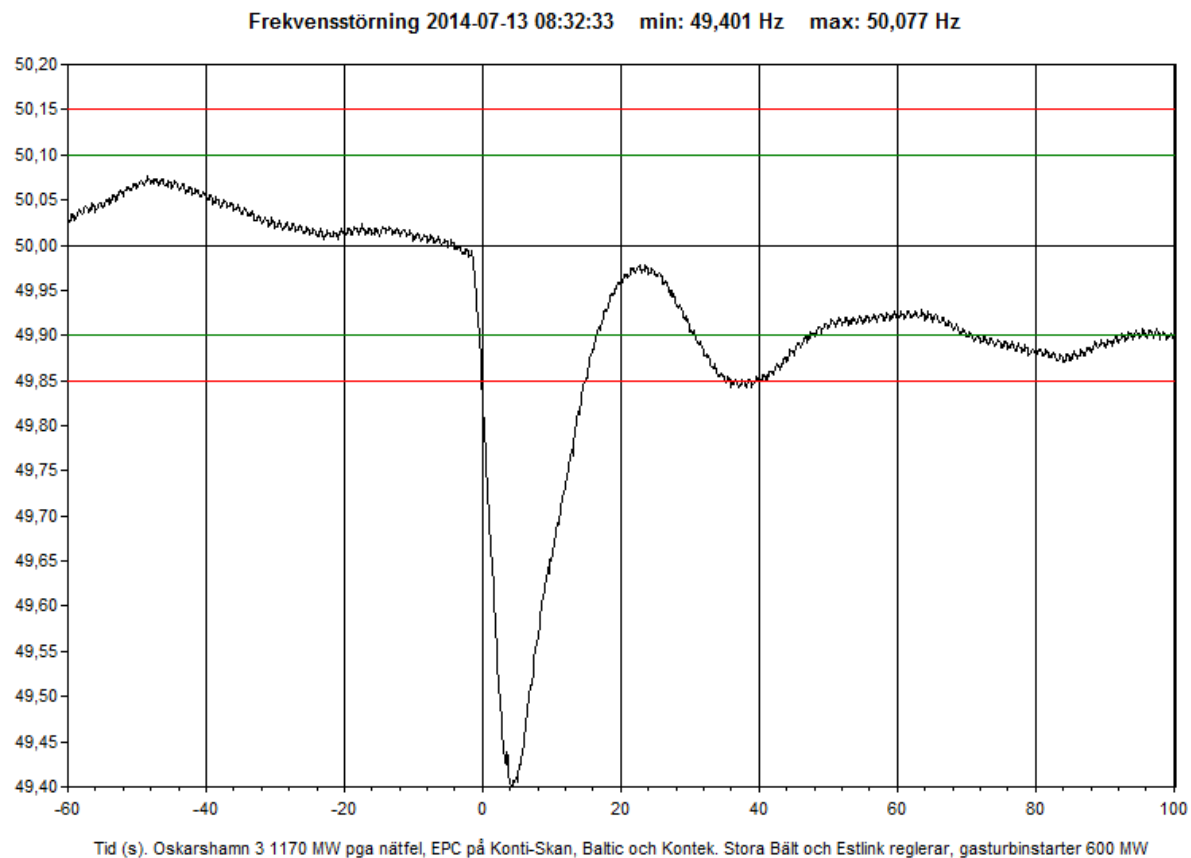
Störningsreserven Avtalsläget



Reserverad kapacitet i snitt 2 och 4 på grund av underskott i störningsreserven



Historisk användning av störningsreserven, exempel 2014-07-13



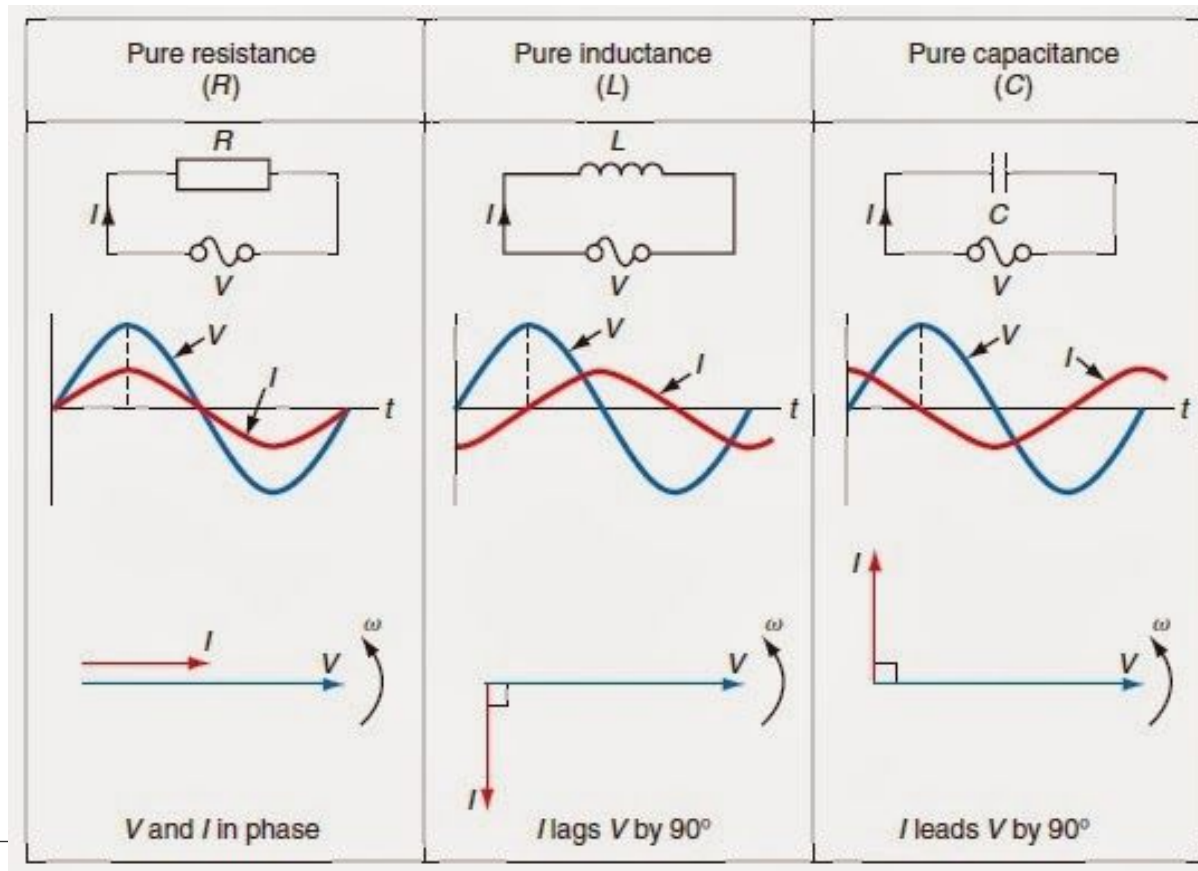


Faskompensering

> SVC-anläggning

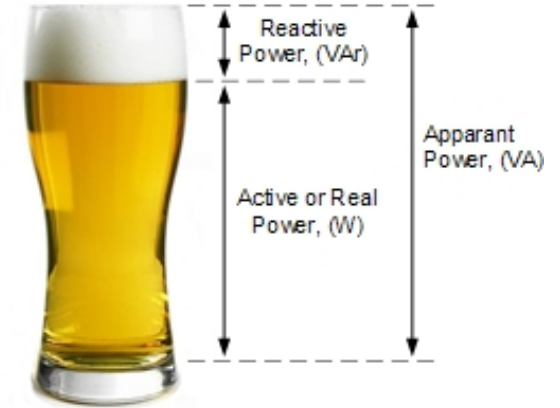
Faskompensering

- > Reaktiv effekt existerar i ett AC-system när spänningen och strömmen inte är i fas



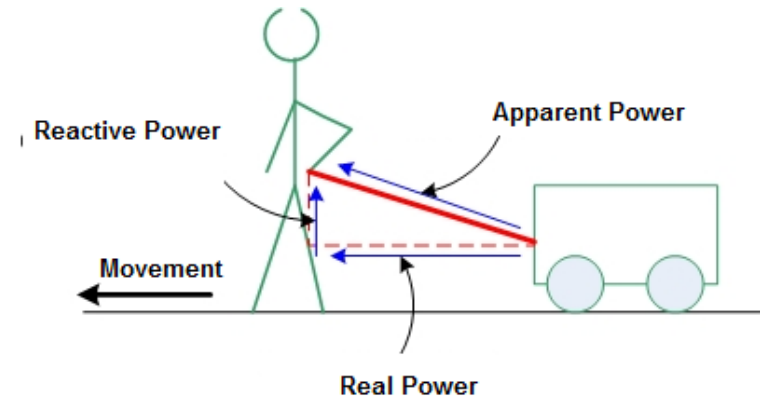
Faskompensering

- > Ej önskvärt att överföra reaktiv effekt långa sträckor
- > Aktiv effekt utför inget arbete – men tar plats på ledningen
 $S = P + jQ$ eller *Skenbar effekt = aktiv effekt + reaktiv effekt*
- > Resulterar i överföringsförluster och de reaktiva effektlödena reducerar överföringskapaciteten (mindre plats för den nyttiga aktiva effekten).



Faskompensering

> Varför behövs reaktiv effekt?



> Reaktiv effekt är en konsekvens av det fysiska beteendet hos induktiva/kapacitiva komponenter - omöjligt att undvika

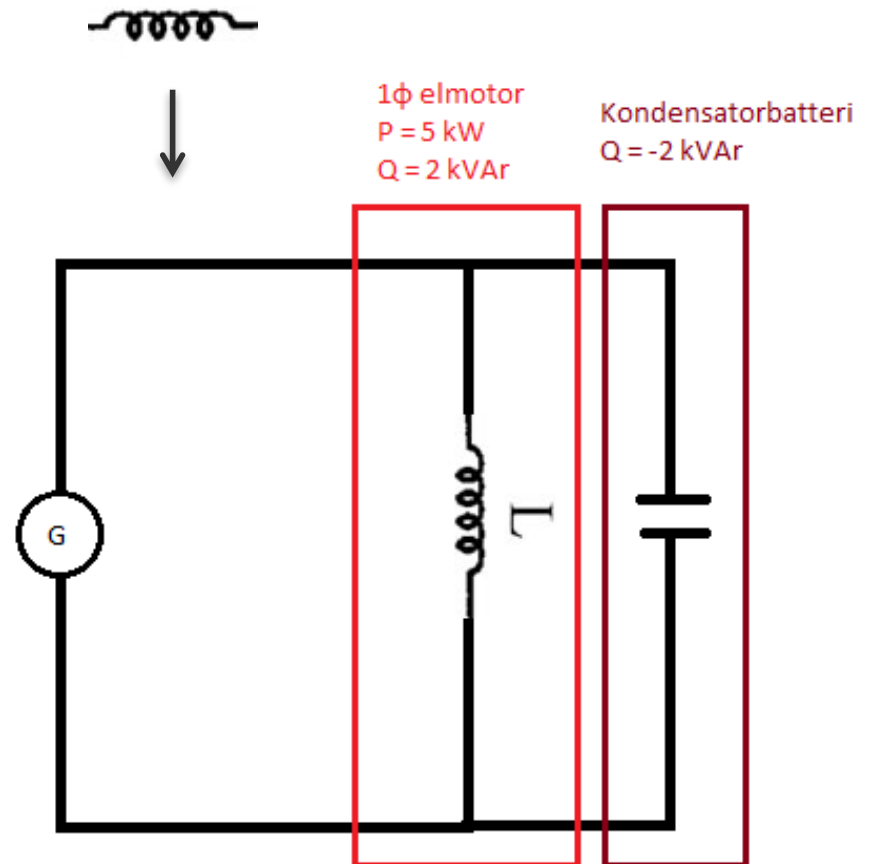
> Stora induktiva laster konsumerar reaktiv effekt (elmotorer) – kompenseras vanligtvis genom att installera något som producerar reaktiv effekt parallellt till lasten – kondensatorbatteri

> Kondensatorbatteriet motverkar den induktiva (spolen) lastens fasskillnad mellan U och I och ger mer plats för aktiv effekt på ledningen

Faskompensering

- > Kondensatorbatteriet tillgododser hela lastens reaktiva behov och G i systemet behöver bara producera 5 kW
- > G måste också producera den reaktiva effekt ledningen konsumerar
- > $G_{\text{produktion}} = 5 \text{ kW} + 0,1 \text{ kVAr}$ utan kompensering
 $G_{\text{prod}} = 5 \text{ kW} + 2,1 \text{ kVAr}$

$$Q(L) = 0,1 \text{ kVAr}$$





Spänningsstrategi och faskompensering på Svenska kraftnät



Faskompensering på SVK

- > Långa transmissionsledningar konsumerar reaktiv effekt vid hög last och producerar reaktiv effekt vid låg last
- > Spänningen på mottagarsidan sjunker (relativt sändarsidan)
- > Ledningen görs elektriskt kortare genom att ansluta seriekondensatorer
- > På natten (låg last) kan man behöva koppar ur ledningar för att undvika överskott av reaktiv effekt och därmed överspänningar

Faskompensering på SVK

- > Brytarkopplade shuntar står för huvuddelen av Svenska kraftnäts spänningsregleringsutrustning
- > På 400 kV-nivå sker detta i steg om minst ± 150 MVar
- > Shuntar blir operatörberoende vid normaldrift och beroende av en relativt långsam och ointelligent extremspänningsautomatik vid störning – kan ge oväntade resultat om flera shuntar kopplas in samtidigt i ett område
- > Används som basreglering morgon/kväll

Faskompensering på SVK

- > SVS – Static Var Systems
- > SVC – Static Var Compensator
STATCOM – Static Synchronous Compensator
SSSC – Static Series Synchronous Compensator
Etc.
- > SVC består av tyristor**switchade** kondensatorer, tyristor**kontrollerade** reaktorer, filter och ofta brytarkopplade kondensatorer och reaktorer för basreglering
- > Bidrar med både basreglering och dynamisk kompensering av kraftsystemet – styrs med spänningsbörvärde

Faskompensering på SVK

- > Synkrongeneratorer och synkronkompensatorer
- > En synkronkompensator är en synkrongenerator med bortkopplad turbin. Kan liknas vid en tomgående synkronmotor utan lastobjekt
- > Tekniskt sett överlägsen spänningsreglering. Snabb och steglös, begränsad av generatorns dimensionering
- > Tillför tröghet (inertia) till systemet - viktigt när kärnkraft avvecklas
- > Gasturbiner kan fasa in och köras som synkronkompensatorer för reaktiv stöttning
- > Endast en riktigt synkronkompensator ansluten till stamnätet, +140/-90 MVar-enhet i Kolbotten

Exempelscenario V36

Synkronkörning av gasturbiner för
att stötta reaktivt

Synkronkörning vecka 36

- > Mycket kärnkraft på revision
- > Känsligt system med låg svängmassa
- > Dåligt med reaktiva resurser (stora generatorer)
- > Behov av reaktiv stöttning för att säkerställa säker systemdrift

Synkronkörning vecka 36

- > Spänningskollapskurvorna för snitt 4 sjunker kraftigt vid pålastning i snitt 2
- > Beslut tas om att fasa in gasturbinerna vid Lahall och Stallbacka och köra dessa som synkronkompensatorer
- > Spänningskollapsgränsen för snitt 4 stiger i storleksordningen 100-200 MW