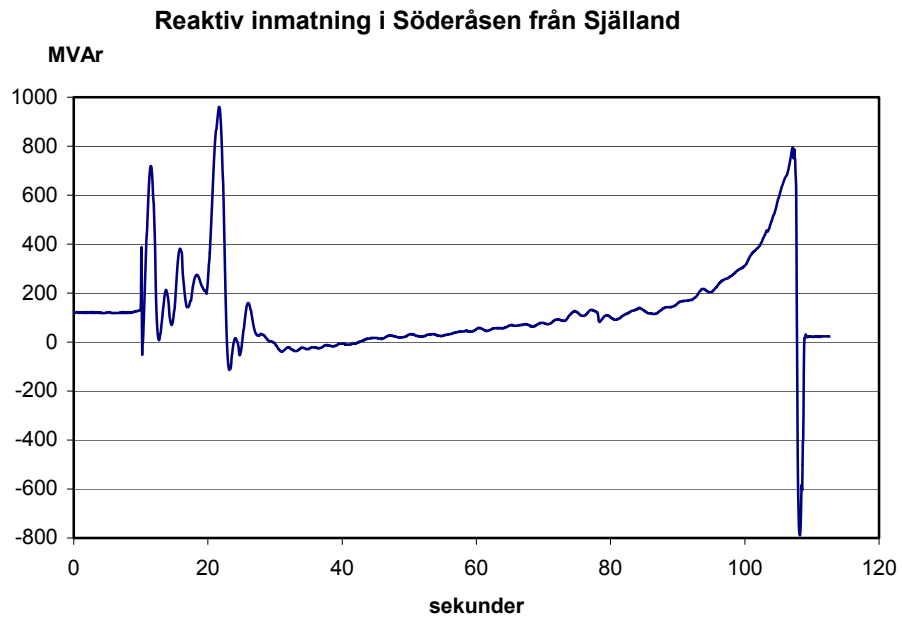


Analys av initiala pendlingar

Det nedanstående diagrammet visar hur inmatningen av reaktiv effekt i Söderåsen från Själland varierade under störningsförloppet. Som man kan se så ger kortslutningen i Horred upphov till en distinkt transient vid själva kortslutningen, samt en efterföljande kraftig reaktiv inmatning under någon sekund. Denna följs sedan av ytterligare en tillfällig kraftig inmatning efter ca 10 sekunder. Sedan ökar inmatningen av reaktiv effekt till Sverige då generatorerna på Själland försöker hålla upp spänningen i Sydsverige fram till kollapsögonblicket.

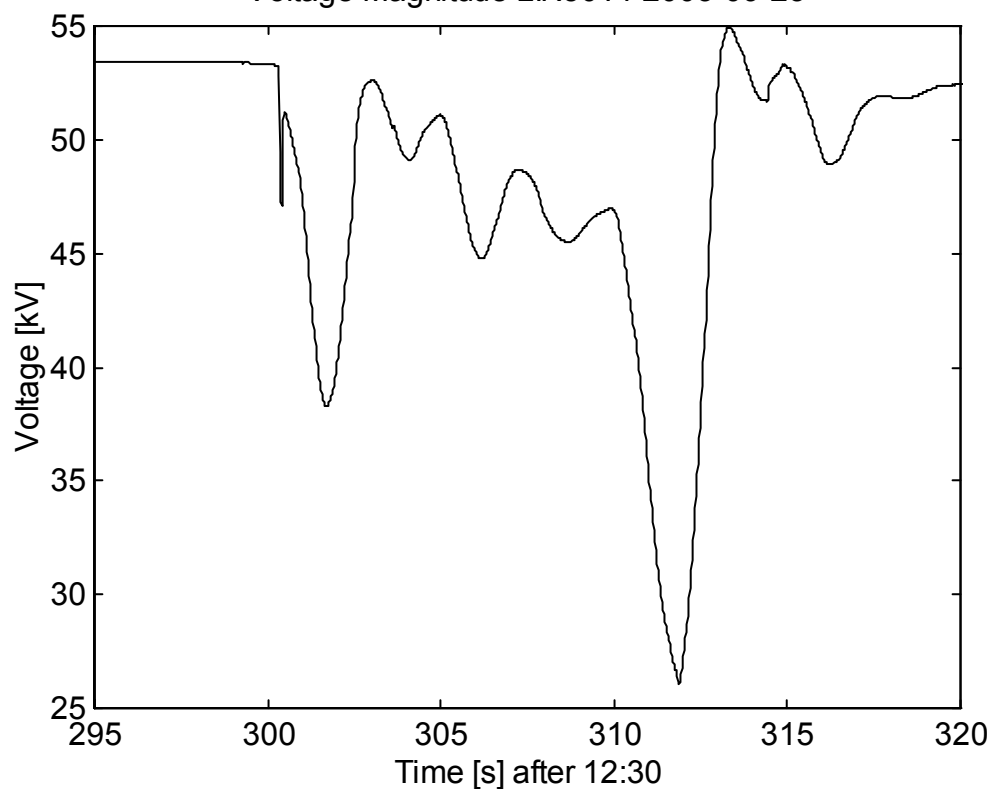


Figur 12. Variationer i reaktiv effekt mellan Själland och Sverige vid felet i Horred ca kl. 12.35 till kl. 12.37.

Händelserna under de första 10 sekunderna av störningen är intressanta. Den andra kraftiga inmatningen av reaktiv effekt kan möjligen tolkas som att det förekom ytterligare en kortslutning i Sverige, även om man inte kan se någon distinkt puls. Fördjupade dynamiska studier av de första 10 sekunderna av störningen har därför utförts i Aristo systemet.

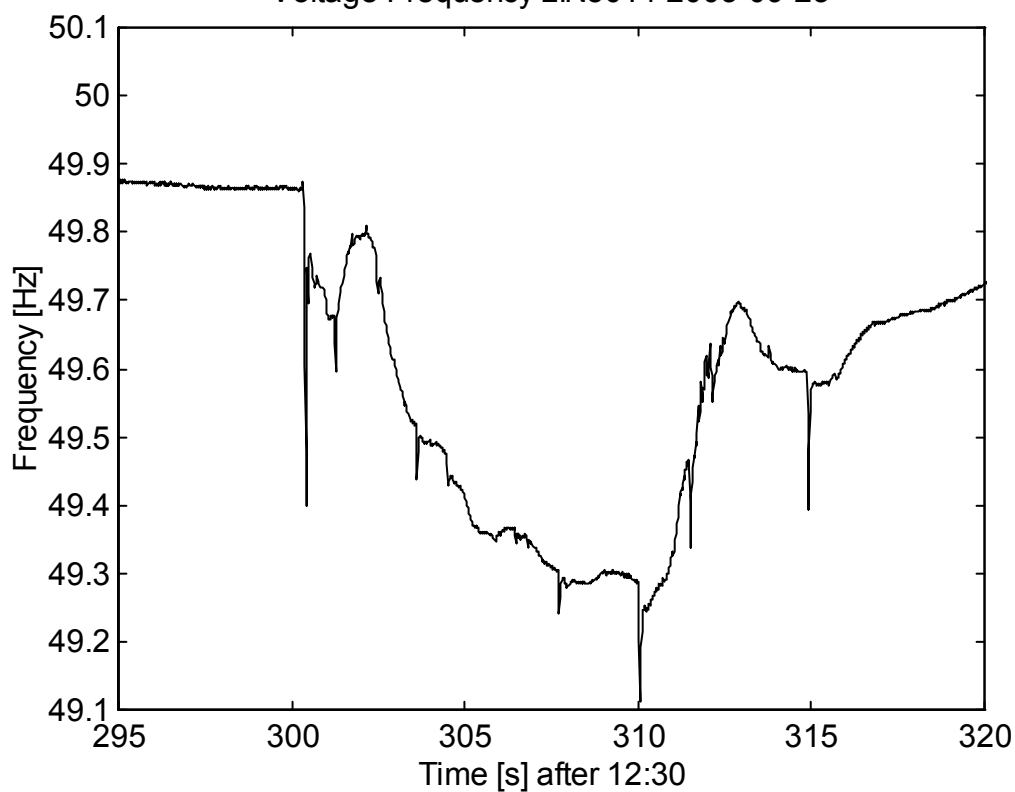
För att försöka få ett grepp på förloppet inom det drabbade området så är det viktigt att ha en lokal störningsregistrering. En utmärkt registrering av lokal spänning och frekvens fanns att få via ABBs registreringsutrustning på Öland. Två för sammanhanget viktiga registreringar redovisas nedan.

Voltage Magnitude LIN50T1 2003-09-23



Figur 13a. Spänningsvariationer i Sydkrafts regionnät på Öland.

Voltage Frequency LIN50T1 2003-09-23



Figur 13b. Spännings- och frekvensvariationer i Sydkrafts regionnät på Öland.

Topparna av inmatad reaktiv effekt sammanfaller med de två frekvensfallen vid $t=302$ s samt $t=312$ s.

Med hjälp av dessa två diagram samt Vattenfall Västrnäs loggning av händelserna på 130 kV systemet i västra Sverige kan en rimlig förklaring till det initiala störningsförloppet ges.

Störningsförloppet kan delas in i 8 delmoment, ref. till figurerna 13 a och b.

1. $t= 301$ s

Två samlingsskenefel i Horred samt bortfall av Ringhals block 3 och 4 ger en distinkt transient i spänning och frekvens. Effekt som tidigare gått söderut på en västlig 400 kV ledning kastas över på östsidan.

2. $t= 302$ s

Felet ger upphov till lokala överlaster i västra 130 kV systemet varför detta nät separeras i Varberg-Falkenbergområdet. Överföringen på detta nät tvingas nu också gå via östra Sverige vilket förstärker pålastningen ovan enligt punkt 1.

3. $t= 302+$ s

Ändringen av effektlödet ger upphov till en pendling mellan Sverige och Själland som medför en tillfällig spänningssänkning. Pendlingarna mellan Själland och i första hand Forsmark som är väl dämpade fortsätter fram till $t= 310$ s.

4. $t= 310$ s

I detta ögonblick bryts 130 kV systemet i en linje mellan norr Ringhals - Borås - Falköping - Nässjö upp. Detta ger upphov till ytterligare en kraftig omfördelning av last från det västra nätet till det östra stamnätet. En ny effektpendling mellan Sverige och Själland startar. Pendlingen mot ett nytt driftläge ger en tillfällig kraftig spänningssänkning, ner mot 50% av nominella spänningen. Systemet är i detta läge mycket nära en transient spänningsskollaps.

5. $t= 311$ s

De låga spänningarna, på östkusten, resulterar i att last lokalt kopplas bort samt att en allmän lastsänkning uppstår på grund av den låga spänningen.

6. $t= 311-312$ s

En snabb frekvensökning sker på grund av ovan nämnda lastreduktion.

7. $t= 313$ s

Spänningen återvänder mot normala nivåer.

8. $t= 313+$ s

I och med att spänningen återvänder ökar lasten vilket efter en ytterligare tid ger upphov till spänningsskollapsen. Dessutom medverkar lindningskopplare till att återställa lastuttaget på bekostnad av spänningen på stamnätet.