



Adressater enligt bifogad lista

Kop. Nordels ordf., Nordels sekr.,  
Nordels sekretariat, Dag Holmberg SvK,  
Anders Löf

## **Nordelrekommendation betr. reviderade nätdimensioneringsregler för det nordiska storkraftnätet**

Vid Nordels årsmöte den 27 augusti behandlades och godkändes ett av Nordels planeringsutskott framlagt förslag till reviderade nätdimensioneringsregler för det nordiska storkraftnätet. Följande Nordelrekommendation som skall tillämpas vid planering, utbyggnad och drift antogs:

Nordel rekommenderar

att de nordiska företagen ansvariga för produktion och nät tillämpar de av Nordel framlagda dimensioneringsreglerna för beslut om utbyggnader av såväl de egna näten som samkörningsförbindelserna och till vägledning för driften av hela det samkörande systemet,

samt att företagen gemensamt upprätthåller störningsreserv i den omfattning som erfordras för att uppfylla reglernas driftsäkerhetskriterier, varvid förutsätts att störningsreserven fördelas på rimligt sätt mellan delsystemen.

Bifogat översänds Slutrapport betr. översynen av nätdimensioneringsreglerna samt de godkända nya reglerna (Appendix A). Vidare bifogas den sammanfattande rapport som presenterades vid Nordels årsmöte.

Upplysningar och klarlägganden om de reviderade reglerna lämnas av ordf. i ad hoc-gruppen som svarat för översynen av reglerna.

Dag Holmberg  
Svenska Kraftnät, Box 526, S-162 15 Vällingby  
Tel. + 46 / 8 739 78 28, Fax. + 46 / 8 87 10 55

Med vänlig hälsning,

Lennart Lundberg  
Ordf. i Nordel

## Delgivningslista till brev 1992-10-02 betr. Nordelrekommendation betr. reviderade nätdimensioneringsregler för det nordiska storkraftnätet

### Danmark

ELSAM  
ELKRAFT A.m.b.A.

### Finland

Elproducenternas Samarbetsorganisation, STYV  
Imatran Voima Oy  
IVO - Voimansiirto Oy  
Teollisuuden Voimansiirto Oy

### Norge

NVE  
Sæmkjøringen av kraftverkene i Norge  
Statnett SF  
Statkraft SF

### Sverige

Vattenfall AB  
Sydkraft AB  
Krågedegruppens Samkörning AB  
Svenska Kraftnät

### Island (för kännedom)

Statens Energistyrelse

### Övriga

Nordels ordf. och sekr.  
Ordf. och sekr i Nordels driftutskott  
Ordf och sekr i Nordels planeringsutskott

## **DIMENSIONERINGSREGLER FÖR PLANERING AV DET NORDISKA ÖVERFÖRINGSSYSTEMET**

**Augusti 1992**

0. Bakgrund
1. Mål vid planeringen
2. Principer för dimensioneringsreglerna
3. Dimensioneringskriterier
4. Övriga viktiga aspekter på systemdimensioneringen

### Bilagor

1. Kriterieschema
2. Felgrupper

# DIMENSIONERINGSREGLER FÖR PLANERING AV DET NORDISKA ÖVERFÖRINGSSYSTEMET

Augusti 1992

## 0. BAKGRUND

### Nätutveckling

Det nordiska storkraftnätet 220 - 420 kV har utvecklats till ett väl fungerande system där samkörningsförbindelserna är en integrerad del. Gemensamma nätdimensioneringsregler infördes 1972. Dessa har väsentligen underlättat till utvecklingen av nuvarande system.

Perioden från 1972 till idag inrymmer stor utveckling inom många områden. Kraftsystemen har expanderat och maskningsgraden av näten har ökat vilket påverkat deras karakteristiska beteende. Denna expansion ebbade ut i mitten på 1980-talet.

### Översyn av dimensioneringsregler

En översyn av 1972 års regler har genomförts och övergripande mål har varit: finna klarare relation till totalekonomin, ta bättre hänsyn till ledningar ur drift, och beakta svårare driftstörningar.

Kriterierna är fortsättningsvis deterministiska, men probabilistiska (sannolikhetsmässiga) hänsyn har tagits. I kriterierna ställs krav på vilka störningskonsekvenser som accepteras för olika kombinationer av driftfall och feltyper. I princip accepteras större konsekvenser för mer ovanliga kombinationer av fel och driftfall. Huvudstrukturen kan sammanfattas enligt nedan.

Felfall	Intakt nät	Underhåll	Spontan försvagat (n-1)
Vanliga felfall	<i>Endast lokala konsekvenser</i>		
Relativt vanliga extremfel	<i>Endast regionala konsekvenser</i>		
Övriga extremfel	<i>Stort sammanbrott accepteras</i>		

Reglerna är avsedda att användas för planeringen av det nordiska storkraftnätet. De skall också kunna tjäna som stöd för driften av nätet.

## Överväganden

Reglerna avser i första hand den nätdimensionering som har betydelse för samkörningen, och ställer ej specifika krav på matningssäkerheten. Det innebär t.ex. att lokala konsekvenser genom ingrepp av nätvärn kan accepteras även vid relativt vanliga fel. För vissa ovanliga fel kan även accepteras begränsade regionala störningar om man samtidigt inte äventyrar driftsäkerheten för andra delsystem.

Nordelsystemets ålder är nu sådan att betydande ombyggnader och reinvesteringar kan förutses. Därför är det viktigt att driftfall med ledningar etc. under revision beaktas vid planeringen av nätet. Planerarens uppgift är att skapa nödvändig flexibilitet i systemet så att framtida avställningar kan ske på ett ekonomiskt sätt.

De samhällsekonomiska konsekvenserna av stora nätsammanbrott kan bli betydande. Därför ställs krav att inte kombinationer av två fel med gemensam orsak får medföra ett systemomfattande sammanbrott som berör flera delsystem.

I driftskedet har under lång tid använts nätvärn, t.ex. automatisk produktions- och lastbortkoppling, för att förbättra driftsäkerheten eller för att utnyttja nätet hårdare. Det är rimligt att redan i planeringsskedet ta vara på denna möjlighet. Dock bör man ställa krav på tillförlitligheten av nätvärnen och kontrollera att användning av nätvärn istället för primärutrustningar inte leder till för svagt nät med hänsyn till stabilitet och spänningshållning.

## Slutsatser

Genom reglerna ges möjlighet till en balanserad avvägning inom nordiska storkraftnätet mellan investeringar, förluster och avbrottskostnad.

Reglerna har också sådan utformning att det är möjligt att i framtiden vidareutveckla dem för att passa till probabilistiska (sannolikhetsmässiga) metoder och krav.

Reglerna ställer relativt stora krav på analys och planering för att utnyttja de möjligheter som ges.

Referens: Slutrapport augusti 1992 från arbetsgruppen för översyn av Nordels nätdimensioneringsregler

## 1. MÅL VID PLANERINGEN

Alla led i kraftsystemet skall dimensioneras så, att konsumtionen av elkraft tillgodoses till lägsta kostnader. Detta innebär att kraftsystemet skall planeras, byggas och drivas, så att det finns tillräcklig överföringskapacitet för att utnyttja produktionen och täcka förbrukarnas behov på ekonomiskt bästa sätt. Detta förutsätter också väl avvägd driftsäkerhet.

Den långsiktiga ekonomiska dimensioneringen av nätet innebär att avvägning görs mellan investeringar och kostnader för underhåll, drift och leveransavbrott, med hänsyn till miljökrav och andra begränsningar. Flexibla lösningar bör väljas som tar hänsyn till framtida osäkerheter, t.ex. produktionsbegränsningar, osäker lastutveckling, teknisk utveckling.

Det nordiska storkraftnätet skall möjliggöra väl fungerande samkörning. Detta kräver samordning, såväl vid planeringen av kraftsystemet, som i driftskedet.

## 2. PRINCIPER FÖR DIMENSIONERINGSREGLERNA

Reglerna skall användas för det samkörande synkroniserade nordiska överföringsnätet. I första hand avses storkraftnätet, i huvudsak 220 - 420 kV, samt samkörningsförbindelserna mellan olika länder. Reglerna skall användas vid planeringen av kraftsystemet. Avsikten är att man vid drift och planering skall arbeta med samma driftsäkerhetsfilosofi, och att reglerna också skall kunna tjäna som vägledning i driftskedet. Reglerna omfattar inte lokal matningssäkerhet och andra lokala förhållanden i nätet.

För att säkra en lägsta driftsäkerhetsnivå för det samkörande nordiska kraftsystemet har genom dimensioneringsreglerna definierats vissa minimikrav på driftsäkerheten för erforderlig överföringskapacitet. Kraven har konkretiserats genom ett antal kriterier, som skall uppfyllas vid nätdimensioneringen. Kriterierna är baserade på en avvägning mellan sannolikheter för fel och deras konsekvenser, dvs. större konsekvenser kan accepteras för fel med lägre sannolikheter.

Genom reglerna definieras sådan nätstyrka att erforderlig överföringsnivå kan bibehållas vid intakt nät under varierande produktions- och lastförhållanden. Är ledningar ur drift accepteras normalt lägre kapacitet. Vid speciella leveranskrav t.ex. fastkraftöverföringar, kan avtalas att bibehålla en viss minsta överföringskapacitet även då enskilda nätelement är ur drift.

Eftersträvad överföringskapacitet kan uppnås genom ett antal åtgärder som berör utbyggnader av primäranläggningar, nätvärn och hjälpsystem, liksom störningsreserver och andra driftmässiga åtgärder. Vid svårare störningar än vad som direkt beaktas i kriterierna förutsättes att det i kraftsystemet finns driftmässiga möjligheter att återuppbygga driften.

Reglerna bygger på en erfarenhetsmässig bedömning av felsannolikheter och drifttillgänglighet hos enskilda utrustningar. Framtida förändringar av tillförlitlighet hos enskild utrustning eller införande av nya utrustningar kan ställa speciella krav på nätdimensioneringen.

### 3. DIMENSIONERINGSKRITERIER

#### 3.1 Struktur

Deterministiska kriterier användes vid planeringen av nätet. Detta innebär att ett antal feltyper har specificerats, som nätet skall testas mot. För varje feltyp definieras

- drifttillstånd före fel, och
- konsekvenser som kan accepteras

Kriterierna sammanfattas i schemat enligt bilaga 1 och i en lista med felfall etc. enligt bilaga 2. Beskrivning till drifttillstånd före fel, feltyper och konsekvenser av olika fel följer nedan.

#### 3.2 Drifttillstånd före fel

Nätets styrka skall undersökas för följande nät driftfall.

##### **Intakt nät**

Alla nätkomponenter av betydelse för studerat fel är i drift.

Vid nätundersökningarna skall väljas för nätet dimensionerande överföringar, last- och produktionssituationer. Exempelvis, skall för omgivande nät kunna förutsättas de överföringsnivåer, som motsvarar överenskomna kapaciteter (normalt enligt Nordels rekommendationer). Ekonomiskt rimliga produktionssituationer skall förutsättas.

##### **Icke intakt nät, planerad åtgärd**

En shunt- eller seriekomponent som har betydelse för studerat fel förutsättes ur drift för underhåll.

Tidpunkt väljes utifrån lämplig driftsituation med t.ex. låg överföring. Syftet är att vid planeringen ta hänsyn till framtida behov av underhåll, och för detta ändamål skapa tillräcklig flexibilitet.

Med shuntkomponent avses en komponent som tillhör felgrupp FG1, dvs. en produktionsenhet eller reaktiv shuntkomponent (kondensator etc.). Med seriekomponent avses en komponent som tillhör felgrupp FG2, dvs. ledning, seriekondensator, samlingskena etc.

##### **Icke intakt nät, oplanerat bortfall**

En shunt- eller seriekomponent som har betydelse för studerat fel förutsättes ur drift genom spontan felhändelse.

Tidpunkten förutsättes vara 15 minuter efter komponentbortfallet. Produktion och överföring har därvid anpassats så långt som det varit möjligt med tillgängliga störningsreserver. För det studerade nätavsnittet accepteras att överföringen har reducerats, om man samtidigt kan täcka förbrukarnas behov och andra speciella överföringskrav.

### Kolumner i kriterieschema

I kriterieschemat, bilaga 1, har definierats fem kolumner med olika drifttillstånd enligt följande.

- DT0 Intakt nät
- DT1 Icke intakt nät, planerat underhåll.
- DT2 Icke intakt nät, spontant bortfall av shuntkomponent.
- DT3 Icke intakt nät, spontant bortfall av serieelement

samt en kolumn för ännu mer anstrända förhållanden med flera komponenter ur drift. Alternativt är driftsituationen ej anpassad, dvs tidpunkten är mindre än 15 minuter efter inledande felet.

### 3.3 Felfall

De felfall, som nätet skall testas för, indelas i fem felgrupper.

- FG1 Vanliga enkelfel, som ej berör ledningar eller annan seriekomponent
- FG2 Vanliga enkelfel, som berör ledningar eller annan seriekomponent
- FG3 Mindre vanliga enkelfel och speciella, mer frekventa, kombinationer av två samtidigt fel
- FG4 Övriga kombinationer av två samtidigt fel med gemensam orsak
- FG5 Övriga multifel, två oberoende samtidigt fel samt tre eller fler samtidigt fel

Felfallen har valts ut för att nätet skall få en viss styrka. Förhoppningsvis täcker detta även andra relativt vanliga feltyper, som inte har specificerats. De enskilda feltyperna beskrivs närmare i bilaga 2. Principiella kommentarer ges nedan.

Primära reläskydd förutsättes fungera på avsett sätt, såvida inte en annorlunda funktion definierats i den studerade feltypen.

Felgrupperna har grupperats med hänsyn till sannolikhet. Felen i FG1 och FG2 är de mest frekventa. Felgrupp FG3 anger mindre sannolika enkelfel samt speciella mer vanliga dubbelfel. Felgrupp FG4 och FG5 innehåller sällsynta fel.

Trefasigt samlingskenefel i FG3 skall först och främst beaktas för de stationer, som har betydelse för samkörningen mellan länderna.

För felkombinationen ledningsfel med bortfall av ett värmekraftaggregat i FG4 gäller följande. Man skall pröva ekonomiskt om det är motiverat att genomföra sådana åtgärder i aggregat och nät att felfallet kan jämföras med felgrupp FG3.

### 3.4 Tillåtna konsekvenser

Tre nivåer av konsekvenser definieras. I första hand ställs krav som har betydelse för det samkörande nordiska kraftsystemet.



### **A. Stabil drift, lokala konsekvenser**

Endast lokala konsekvenser accepteras. Förutom bortkoppling av last eller produktion, som ingår i elimineringen av felet, får begränsad mängd last och produktion kopplas bort med hjälp av nätvärm. Efter felet accepteras en driftmässig anpassning av överföringarna.

Stabil drift skall kunna bibehållas vad gäller transient, dynamisk och statisk stabilitet, för såväl frekvens- som spänningsförhållanden, samt att inga följdutlösningar sker på grund av överlast av komponenter. Dessutom förutsätts att spänningar och frekvens efter felet är tillfredsställande för förbrukare och kraftverk. Bibehållen samkörning eftersträvas även efter fel, varför planerad nätuppdelning normalt ej skall användas som metod att säkra stabiliteten.

### **B. Kontrollerad drift, regionala konsekvenser**

Konsekvenserna begränsas och fortsatt kontrollerad drift bibehålles för större delen av systemet.

Kontrollerad bortkoppling av produktion och belastning får ske. Bortkoppling av last eller produktion skall normalt begränsas till det delområde (region) där felet inträffar. Även mindre nätsammanbrott och nätuppdelning accepteras om de kan begränsas till störd region. Med region avses delar av nationella nät som avgränsas av huvudsnitt i de nationella storkraftnäten eller av samkörningsförbindelser. I sällsynta fall kan större nationella störningar få ske, om de ej sprider sig över samkörningsförbindelserna. Genom överenskommelse får docklastbortfallet utsträckas till andra delar av nordiska kraftsystemet. Detta gäller speciellt användning av systemomfattande nätvärm.

### **C. Instabilitet och sammanbrott**

Instabilitet accepteras. Nätuppdelning och omfattande sammanbrott kan ske i nordiska systemet. Syftet är dock att skapa ett definierat utgångsläge från vilket återuppbyggnad kan ske.

Det förutsättes att driftmässiga möjligheter finns att återställa driften till normal nivå. Det är också lämpligt att i planeringsskedet undersöka om man med enkla åtgärder kan begränsa konsekvenserna vid mycket sällsynta och svåra fel.

## **3.5 Nätvärm**

Med nätvärm avses automatiker som kopplar bort eller på annat sätt styr produktion, belastning eller nätkomponent utöver felaktig komponent. Bortkopplingen kan avse såväl en enstaka komponent som ett stort antal.

För nätvärm krävs en tillförlitlighet, som ligger i nivå med primära skydd.

För nätvärm, som används för att begränsa konsekvenserna till nivå A, krävs följande: Obefogad funktion av nätvärm må icke ge större konsekvenser än enkelfel. Utebliven funktion får högst medföra konsekvenser enligt nivå B.

För nätvärn, som används för att begränsa konsekvenserna till nivå B, t.ex. frekvensstyrd belastningsfrånkoppling, krävs följande: Obefogad funktion i en enskild delutrustning får högst ge lokala konsekvenser. För utebliven funktion i enskild delutrustning hos nätvärn accepteras högst konsekvens enligt nivå B.

## 4. ÖVRIGA VIKTIGA ASPEKTER PÅ SYSTEMDIMENSIONERINGEN

### 4.1 Driftmässiga aspekter

Vid planeringen av kraftnätet skall framtida driftaspekter beaktas. Därför måste grundläggande principer och kriterier för planering och framtida drift bygga på samma grundidéer. Dimensioneringen inkluderar såväl systemutformning som enskilda objekts prestanda.

- Den ekonomiska dimensioneringen innebär att hänsyn skall tagas till kostnader och behov av flexibilitet i driftskedet.
- Avställningar av en eller flera anläggningsdelar skall kunna klaras på ett för driften acceptabelt sätt.
- Störningsreserverna skall i driftskedet kunna fördelas på ett ekonomiskt sätt. Därför bör nätet utformas så, att överföringsmarginaler finns, eller att felfall inte leder till bortfall av nödvändiga reserver.
- Möjligheter skall finnas att hantera stora störningar. Det inkluderar drifrutiner, utrustningar och träning för att klara såväl onormal drift som återuppbyggnad till normal drift.

### 4.2 Driftmässiga egenskaper hos produktionsanläggningar

Aggregaten förutsättes ha vissa driftmässiga egenskaper. Dessa krav regleras bl.a. av Nordels drifttekniska specifikationer för värmekraft.

- Aggregaten skall ha sådan tålighet mot spännings- och frekvensvariationer att de vanligaste typerna av nätfel klaras utan att de frånkopplas eller skadas. Aggregaten skall också ha sådan reglerförmåga att de kan bidra till nätets störningstålighet som aktiv och reaktiv störningsreserv.

### 4.3 Anvisningar

Som komplement till dimensioneringskriterierna utarbetas anvisningar som innehåller speciella nationella krav och 'bruksanvisning' för planerarna. Anvisningarna skapas landsvis, varefter samordning sker mellan länderna.

- Syftet med dimensioneringskriterierna är att ge en acceptabel styrka av det samkörande nordiska kraftsystemet. Endast få krav ställs på matningssäkerhet och lokala förhållanden. Det är därför naturligt att komplettera kriterierna med nationella dimensioneringskrav.

- Kriterierna uppbyggnad ger ett stort antal kombinationer av driftsituationer och fel som skall testas. I praktiken är endast ett fåtal av dem dimensionerande för varje enskilt nätavsnitt. Dessa kombinationer bör speciellt kommenteras och anvisningar ges hur beräkningar skall utföras.
- Genom att flera konsekvensnivåer införts i kriterierna ställs stora krav på kunskap av kraftsystemets karaktär och uppförande vid störningar. Erfarenheter och beräkningsmetoder behöver därför samlas och kommenteras.

Kriterieschema

*Ljusstyrningsnätets tillstånd*

Felfall	Intakt nät		Icke-intakt nät			Mer än en komponent är ur drift, eller driften är ej anpassad (mindre än 15 min efter fel)
	Ingen komponent av betydelse ur drift DT0	Planerat underhåll	Spontan bortfall <sup>1)</sup>		Seriekomponent ur drift DT3	
			Shunt- eller seriekomponent ur drift DT1	Shuntkomponent ur drift DT2		
Vanliga fel	Enkelfel som ej berör seriekomponent FG1	A	A	A	A	Dessa driftfall övervägs normalt inte i planeringen  Konsekvenserna minskas, om det kan ske med rimliga åtgärder.
	Enkelfel som berör seriekomponent FG2				A/B	
	Ovanliga enkelfel och speciella kombinationer av två fel FG3				B	
Extrema fel	Övriga kombinationer av två fel med gemensam orsak FG4	B	B	B	C	
	Övriga multifel FG5	C	C	C		

Kommentarer till drifttillstånd

Med shuntkomponent avses komponent, som ingår i felgrupp FG1 (generator, kondensator/reaktor).  
Med seriekomponent avses komponent, som ingår i felgrupp FG2 (ledning, samlingskåpa etc.)

1) Driftsituationen har anpassats under 15 minuter efter fel med tillgängliga medel (störningsreserver etc.)

Konsekvenser efter fel

- A Stabil drift, lokala konsekvenser samt begränsade ingrepp av nätvärm
- B Kontrollerad drift, regionala konsekvenser
- A/B Konsekvens enligt B för fel i tidigare försvarat nätavsnitt, i övrigt konsekvens enligt A
- C Instabilitet och sammanbrott

## Felgrupper

### **FG1 Vanliga enkelfel, som inte berör seriekomponent**

Definitivt bortfall av

- 1.1 Produktionsenhet
- 1.2 Belastning, med tillhörande transformering
- 1.3 Shuntkomponent (kondensatorer, reaktorer )

### **FG2 Vanliga enkelfel, som berör seriekomponent**

Definitivt bortfall med eller utan inledande 1-fasigt permanent fel

- 2.1 Ledning
- 2.2 Systemtransformator
- 2.3 Samlingsskena
- 2.4 Annan seriekomponent (seriekondensator, etc.)
- 2.5 Likströmspol

### **FG3 Ovanliga enkelfel och speciella kombinationer av två samtidigt fel**

Definitivt bortfall med inledande 2-fasigt eller 3-fasigt fel.

- 3.1 Ledning (utan snabbåterinkoppling)
- 3.2 Samlingsskena <sup>1)</sup>
- 3.3 Kombination som inkluderar utrustningar med okänd tillförlitlighet

### **FG4 Övriga kombinationer av två fel med gemensam orsak**

Definitivt bortfall med inledande 3-fasigt fel

- 4.1 Kombination av ledningsfel och bortfall av värmekraftaggregat <sup>2)</sup>
- 4.2 Dubbelledning
- 4.3 Hängande brytarpol eller reläfel vid felbortkoppling
- 4.4 Två kraftverksblock
- 4.5 Station med sektioneringsbrytare
- 4.6 Likströmsbipol
- 4.7 Två ledningar i samma ledningsgata

### **FG5 Övriga multifel**

- 5.1 Två oberoende samtidigt fel
- 5.2 Tre eller flera samtidigt fel

<sup>1)</sup> Beaktas först och främst för stationer, som har betydelse för samkörningen mellan länderna

<sup>2)</sup> Åtgärder i nät och aggregat prövas ekonomiskt mot nätkonsekvenser.