

# Nordel

---

## DRIFTSTÖRNINGSSTATISTIK

Fault statistics

---

2003



# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sida
<b>1. INLEDNING</b> .....	4
1.1. Kontaktpersoner .....	5
1.2. Statistikens riktlinjer .....	5
1.3. Nordelnätets spänningsnivåer .....	6
1.4. Statistikens omfattning .....	6
2. Sammanfattning .....	8
<b>3. DRIFTSTÖRNINGAR</b> .....	10
3.1. Driftstörningar och ILE .....	10
3.2. Antalet driftstörningar fördelat på orsak .....	13
4. ICKE LEVERERAD ENERGI .....	16
<b>5. FEL PÅ ANLÄGGINGSDELAR</b> .....	22
5.1. Översikt över alla fel .....	22
5.2. Fel på luftledningar .....	24
5.3. Fel på kabelanläggningar .....	27
5.4. Fel på krafttransformatorer .....	29
5.5. Fel på mättransformatorer .....	32
5.6. Fel på effektbrytare .....	33
5.7. Fel på kontrollutrustning .....	34
5.8. Fel på kompenseringсанläggningar .....	36
<b>6. DRIFTAVBROTT</b> .....	38
6.1. Driftavbrott på kraftsystemenheter .....	38
6.2. Driftavbrotts tid för kraftsystemenheter .....	41
6.3. Ackumulerad avbrottsvaraktighet på utvalda kraftsystemenheter .....	43
<b>7. REFERENSER</b> .....	44
Bilaga 1: Bilaga om icke levererad energi .....	45
Bilaga 2: Kontaktpersoner i de olika länderna .....	46
Bilaga 3: Hänvisning angående statistik för distributionsnät .....	48

---

## 1. INLEDNING

Denna redogörelse är en sammanfattning av de danska, finska, isländska, norska och svenska driftstörningsstatistikerna för år 2003. Riktlinjerna för Nordels driftstörningsstatistik omfattar störningar i 100 – 400 kV-systemen.

Under åren 1999-2000 har nya riktlinjer för driftstörningsstatistiken utarbetats. De nya riktlinjerna har använts från och med 2000 års statistik. I samband att de nya riktlinjerna infördes, har statistiken utvidgats till att omfatta flera nya sammanställningar, som dock enbart omfattar perioden 2000-2003. Det förekommer således en rad tabeller i denna statistik som innehåller sammanställningar för perioden 2000-2003. I de fall där det finns data för 10 år bakåt, har perioden 1994 – 2003 använts.

Sammanfattningen får ses som ett led i ett nordiskt samarbete, som syftar till att utnyttja de samlade drifterfarenheterna i de fem länderna vid dimensionering och drift av kraftsystemen. Statistikmaterialet omfattar ledningsnät och ställverksapparater med minst 100 kV driftspänning. Även tillhörande kontrollutrustningar och tillhörande anläggningar för reaktiv kompensering ingår i statistiken.

Trots gemensamma riktlinjer får man utgå från att vissa skillnader i tolkningar mellan olika länder och företag kan påverka statistikmaterialet i mindre omfattning. Detta förhållande har bedömts vara av liten betydelse. Användarna bör ändå - dels med hänsyn till dessa skiljaktigheter, men också till olika länders eller kraftföretags underhålls- och allmänna policy - använda publicerade genomsnittsvärden. Värden som berör kontrollutrustning, ej specificerade fel och orsaksgupperingar bör användas med större marginaler än vad som gäller för andra värden.

Även om klassificering av driftstörningar och fel i HVDC-anläggningar finns beskriven i riktlinjerna, redovisar Nordel tillsvidare inte någon statistik gällande HVDC-anläggningar. För sådant material hänvisas till den CIGRÉ-statistik som finns för HVDC-anläggningar.

I kapitel 2 sammanfattas statistiken, dels avseende konsekvenserna av störningar i form av icke levererad energi och dels avseende totala antalet störningar i det nordiska kraftsystemet.

I kapitel 3 behandlas driftstörningar. Tonvikten är lagd på analys och fördelning av orsaker till driftstörningarna. Fördelningen av driftstörningarna år 2003 visas för varje land, liksom konsekvensen av driftstörningarna i form av icke levererad energi.

I kapitel 4 redovisas tabeller och grafer för icke levererad energi för respektive land.

---

I kapitel 5 behandlas fel på anläggningsdelar. Först ges en sammanställning av alla fel, varefter noggrannare undersökning av vissa utvalda anläggningsdelar lämnas.

Kapitel 6 behandlar driftavbrott på kraftsystemenheter. Denna del av statistiken infördes år 2000.

För spänningar lägre än 100 kV sammanställs ingen gemensam driftstörningsstatistik. I bilaga 3 är angivet var motsvarande nationella statistikuppgifter kan erhållas.

### **1.1. Kontaktpersoner**

Varje land representeras av en kontaktperson som ansvarar för det egna landets statistikuppgifter. Av kontaktpersonerna kan även kompletterande uppgifter erhållas angående Nordels störningsstatistik. Kontaktpersoner med adresser redovisas i bilaga 2.

### **1.2. Statistikens riktlinjer**

Omfattningen av Nordels störningsstatistik och definitioner rörande den, är mera exakt redovisade i statistikens riktlinjer [1].

### 1.3. Nordelnätets spänningsnivåer

Elnätets spänningsnivåer i de nordiska länderna anges i tabell 1.1. I statistiken har spänningsnivåerna grupperats enligt tabellen.

**Tabell 1.1 Nordelnätets spänningsnivåer**

Statistik- Spänning U kV	Danmark		Finland		Island		Norge		Sverige	
	U <sub>N</sub> kV	P %	U <sub>N</sub> kV	P %	U <sub>N</sub> kV	P %	U <sub>N</sub> kV	P %	U <sub>N</sub> kV	P %
≥400: <b>400</b>	400	100	400	100			420	100	400	100
220 - 300: <b>220</b>	220	100	220	100	220	100	300	88	220	100
220 - 300: <b>220</b>	-	-	-	-	-	-	250	4	-	-
220 - 300: <b>220</b>	-	-	-	-	-	-	220	8	-	-
110 - 150: <b>132</b>	150	60	110	100	132	100	132	95	130	100
110 - 150: <b>132</b>	132	40	-	-	-	-	110	5	-	-

U - statistikspänning, U<sub>N</sub> - märkspänning och

P - nätets procentuella andel av angiven statistikspänningsgrupp

I följande tabeller används beteckningarna 132, 220 och 400 kV för de angivna intervallerna.

Nätets procentuella andel är beräknad av antal kilometer ledning som ingår i statistikmaterialet.

### 1.4. Statistikens omfattning

**Tabell 1.2 Procentandel av de nationella näten som ingår i statistiken**

Statistikspänning kV	Danmark %	Finland %	Island %	Norge %	Sverige %
<b>400</b>	100	100	-	100	100
<b>220</b>	100	100	100	100	100
<b>132</b>	100	60	100	95	100

\*Gäller inte för stationsutrustning

Finland: Data omfattar 60 % av 110 kV ledningar och Fingrids stationer, men inte 110/20 kV transformatorer.

Sverige: Nätet omfattar data från fem olika nätägare och representationen i statistikmaterialet för stationsutrustningen är inte identiskt lika.

Norge: En stor andel av 132 kV nätet är spoljordat och detta är sammanslaget med det direktjordade nätet i denna statistik. Nät med 110 kV spänning ingår inte i statistiken.

# DET NORDISKE TRANSMISSIONSNET

## The transmission grid in the Nordic countries



---

## 2. Sammanfattning

Under år 2003 har icke levererad energi (ILE) till slutkund på grund av fel i stamnäten varit onormalt hög. Totalt för Norden registrerades icke levererad energi på 23,4 GWh. Siffrorna inom parenteser nedan avser medelvärden för tioårsperioden 1994-2003, förutom för antal störningar som orsakat ILE, där avser siffrorna inom parentes medelvärdet för perioden 2002-2003.

För Danmark uppgick ILE för år 2003 till 8014 (1142) MWh. Antalet driftstörningar i Danmark var 70 (76) stycken, varav 6 (4) stycken ledde till ILE. År 2003 var ett normalt år med avseende på antalet fel och driftstörningar. Själland drabbades av driftstörningen den 23 september i Sydsverige, vilket medförde att cirka 1,4 miljoner förbrukare var utan ström i 3,5-6,5 timmar.

För Finland uppgick ILE för år 2003 till 80 (216) MWh. Antalet driftstörningar i Finland var 300 (321) stycken, varav 31 (27) stycken ledde till ILE. Åsken orsakade fler störningar än normalt särskilt i juli. Antal blixtnedslag var ungefär dubbelt så många som normalt.

För Island uppgick ILE för år 2003 till 175 (421) MWh. Antalet driftstörningar på Island var 40 (69) stycken, varav 27 (26,5) stycken ledde till ILE.

På grund av gynnsamma väderförhållanden under 2003 var antalet driftstörningar och mängden ILE lägre än medelvärdet för den senaste tioårsperioden. De två största störningarna under året orsakade 80 % av totala mängden ILE. Fördelningen av antal driftstörningar över året var annorlunda än normalt, juli hade störst antal driftstörningar, 30 % eller 12 stycken. Tre av dessa störningar orsakades av åska och fem orsakades av att shuntkondensatorer fränkopplades på grund av stora laständringar hos energikrävande industrier.

För Norge uppgick ILE för år 2003 till 3220 (4449) MWh. Antalet driftstörningar i Norge var 375 (335) stycken, varav 103 (116) stycken ledde till ILE.

En störning under 2003 orsakade en stor mängd ILE. Ett träd hade växt upp i en 300 kV ledning, och på grund av att en annan 300 kV ledning var fränkopplad för underhåll i kombination med stort importbehov, blev stora delar av Nordvestlandet mörklagt. ILE beräknades till 1285 MWh. Driftstörningarna under året orsakades i huvudsak av åska (26 %), annan natur (20 %) och fel på teknisk utrustning (19 %). Felorsaken ”annan natur” var orsaken till merparten av ILE (45 %). Under sommarmånaderna juni, juli och augusti inträffade 45 % av driftstörningarna.



---

För Sverige uppgick ILE för år 2003 till 11902 (4221) MWh. Antalet driftstörningar i Sverige var 675 (655) stycken, varav 222 (190) stycken ledde till ILE. Den 23 september blev drygt 4 miljoner människor strömlösa då Sydsverige och delar av Danmark mörklades då stamnätet kollapsade. Orsaken till störningen var en kombination av flera tekniska fel som inträffade nästan samtidigt. Ett dubbelt samlingsskenefel i ställverket Horred ledde till att hela ställverket kopplades bort från stamnätet och därmed också två av kärnkraftsblocken i Ringhals. Strax innan hade kärnkraftverket Oskarshamn 3 tvingats stoppa på grund av ett ventilfel. Dessa påfrestningar blev för stora för överföringsnätet med spänningskollaps som följd. Totalt tappades ca 3000 MW i produktion i Sverige och cirka 1800 MW i Östdanmark.

---

### 3. DRIFTSTÖRNINGAR

I detta kapitel finns en översikt över driftstörningar i enskilda länderna. Dessutom presenteras sambandet mellan driftstörningar och icke levererad energi, orsaker, fördelning över året, samt utvecklingen över 10-årsperioden 1994-2003. Det är viktigt att notera skillnaden mellan driftstörningar och fel. En driftstörning kan bestå av ett fel, men den kan också innehålla flera fel, som typiskt startar med ett inledande fel och följs av några följdfel.

Definition av driftstörning:

*Utlösning, påtvingad eller obefogat utkoppling, eller misslyckad inkoppling som följd av fel i kraftsystemet [2].*

#### 3.1. Driftstörningar och ILE

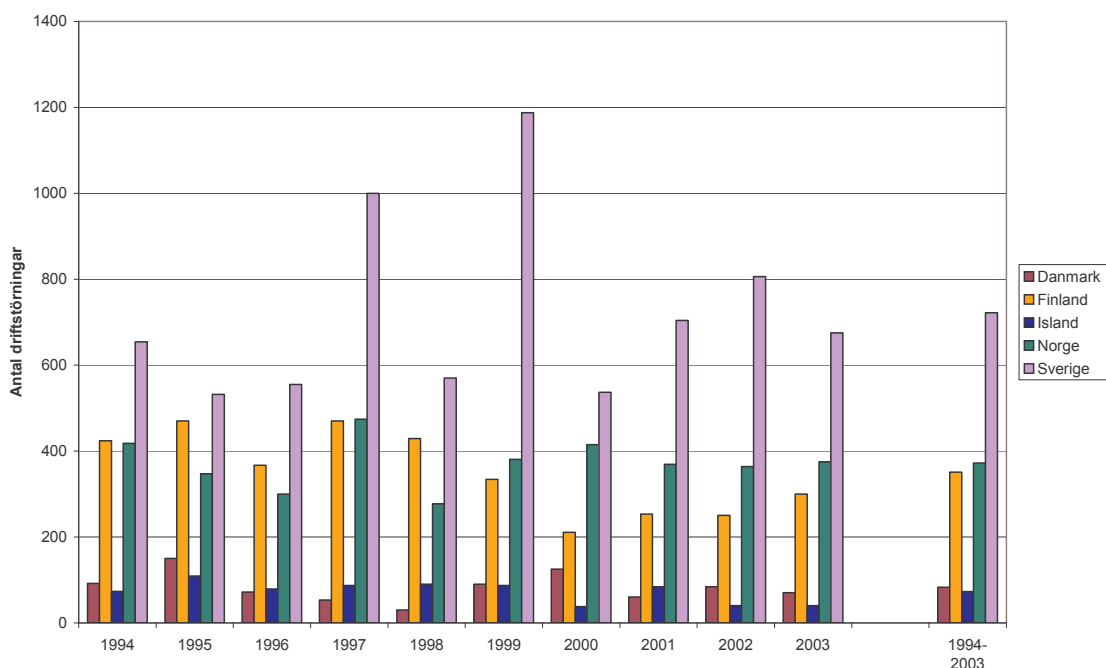
Antalet driftstörningar under år 2003 i de nordiska stamnäten var 1460, vilket är lite lägre än ett genomsnittsår. Antalet driftstörningar kan inte omedelbart nyttjas för jämförelse mellan länderna, då det är stor skillnad mellan yttre förhållanden under vilka respektive land driver transmissionsnäten.

##### 3.1.1. Antal driftstörningar per år under perioden 1994-2003

I figur 3.1 visas utvecklingen av antalet driftstörningar i respektive land under perioden 1994-2003. Figuren är en summering av driftstörningar för hela 100-400 kV näten i respektive land.

**Tabell 3.1 Antal driftstörningar under år 2003**

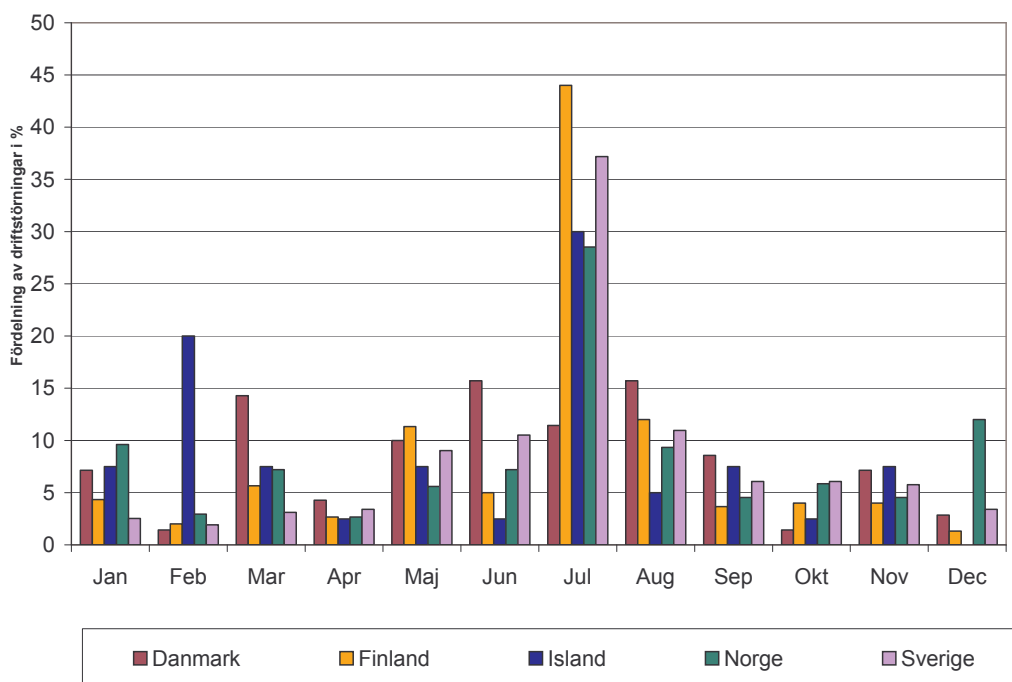
År 2003	Danmark	Finland	Island	Norge	Sverige
Antal driftstörningar	70	300	40	375	675



**Figur 3.1** Antal driftstörningar för respektive land under perioden 1994-2003

### 3.1.2. Fördelning av driftstörningar under år 2003

I följande figur visas en procentuell fördelning av driftstörningar per månad under år 2003. Siffrorna i tabellen är en summering av samtliga driftstörningar i 100-400 kV näten.



**Figur 3.2** Fördelning av driftstörningar per månad under 2003

I Finland inträffade under juli 44 % av driftstörningarna främst på grund av åska.  
I tabell 3.2 visas en presentation av innehållet i figur 3.2.

**Tabell 3.2 Procentuell fördelning av driftstörningar under året för respektive land**

Land	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Danmark	7	1	14	4	10	16	11	16	9	1	7	3
Finland	4	2	6	3	11	5	44	12	4	4	4	1
Island	8	20	8	3	8	3	30	5	8	3	8	0
Norge	10	3	7	3	6	7	29	9	5	6	5	12
Sverige	3	2	3	3	9	11	37	11	6	6	6	3
Nordel	5	3	5	3	9	9	35	11	5	5	5	5

På Island var fördelningen av antal driftstörningar över året annorlunda än normalt, juli hade störst antal driftstörningar 30 % eller 12 stycken. Tre av dessa störningar orsakades av åska och fem orsakades av att shuntkondensatorer fränkopplades på grund av stora laständringar hos energikrävande industrier.

**Tabell 3.3 Procentuell fördelning av driftstörningar under perioden 2000-2003 för respektive land**

Land	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Danmark	25	4	5	6	7	11	10	10	6	4	5	6
Finland	4	3	3	6	8	14	32	12	6	5	5	2
Island	7	17	8	4	4	5	7	2	4	4	30	6
Norge	10	6	7	3	6	10	18	13	5	7	9	6
Sverige	3	2	4	4	8	18	26	15	6	6	4	3
Nordel	6	4	5	4	7	14	24	13	5	6	7	4

### 3.1.3. Översikt över driftstörningar fördelat per land och spänningsnivå

I tabell 3.4 visas en uppdelning av driftstörningar och icke levererad energi per spänningsnivå. Dessutom visas i tabell 3.3 antal transformatorer och ledningslängder.

**Tabell 3.4 Fördelning av fel mellan de enskilda länderna och spänningsnivåer**

Spänning	Land	Antal transformatorer	Antal km ledning	Antal fel		ILE * (MWh)	
				2003	2000-2003 per år	2003	2000-2003 per år
400 kV	Danmark	23	1321	13	11,5	2200,0	822,8
	Finland	40	3895	28	29,8	0,0	0,0
	Island	-	-	-	-	-	-
	Norge	61	2273	54	59,8	37,0	54,3
	Sverige	28	10600	128	134,3	10423	2610,4
220 kV	Danmark	2	105	0	1,3	0,0	0,0
	Finland	23	2375	30	28,8	4,0	4,3
	Island	27	630	19	21,5	16,0	151,8
	Norge	272	5825	138	123,3	1950,0	1469,3
	Sverige	117	4502	99	66,8	73,0	227,7
132 kV	Danmark	206	4194	67	76,8	14,0	97,3
	Finland	11	7609	262	212,8	72,0	128,3
	Island	39	1212	35	36,3	159,0	193,5
	Norge	690	10134	222	183,5	1580,0	1848,8
	Sverige	524	9998	503	465,3	841,0	1862,4

\* Definitionen av icke levererad energi skiljer sig mellan länderna

I tabell 3.3 är icke levererad energi fördelad på respektive land och spänningsnivå,

### 3.2. Antalet driftstörningar fördelat på orsak

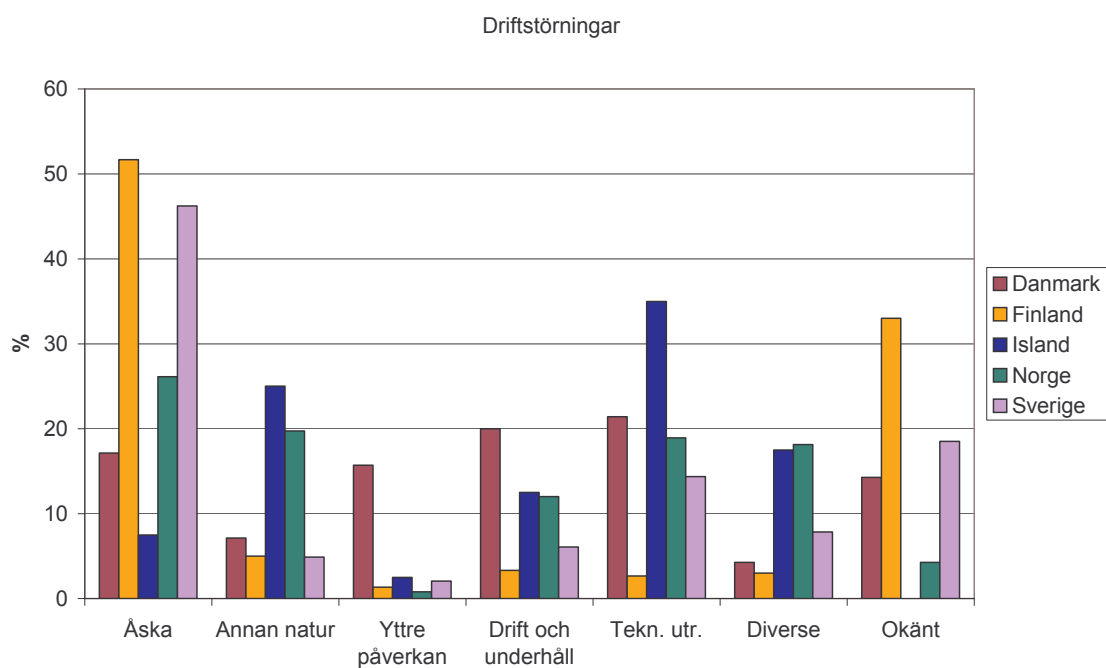
Det finns hos de olika länderna bakom Nordelstatistiken några skillnader i detaljeringsgrad för orsaker till fel och driftstörningar. Några länder använder upp till 40 olika valmöjligheter och andra använder en uppdelning mellan utlösande och bakomliggande orsak. I Nordelstatistiken används sju olika valmöjligheter för orsaken till fel, och med utgångspunkt från den utlösande orsaken till händelsen. I tabell 3.4 visas en översikt över orsakerna till driftstörningar och icke levererad energi i respektive land.

**Tabell 3.5 Fördelningen av driftstörningar och ILE på felorsak**

Orsak	Land	% av störningar i länderna		Procentuell fördelning av ILE*	
		2003	2000-2003	2003	2000-2003
Åska	Danmark	17	22	0	0
	Finland	52	43	4	13
	Island	8	2	10	1
	Norge	26	25	9	7
	Sverige	46	46	2	7
Annat naturorsak	Danmark	7	32	0	0
	Finland	5	4	19	25
	Island	25	49	62	45
	Norge	20	18	45	34
	Sverige	5	3	0	3
Yttre påverkningar	Danmark	16	14	0	0
	Finland	1	2	3	6
	Island	3	0	3	0
	Norge	1	2	3	2
	Sverige	2	3	0	1
Drift och underhåll	Danmark	20	11	0	10
	Finland	3	3	23	30
	Island	13	12	0	17
	Norge	12	14	8	15
	Sverige	6	7	1	11
Teknisk utrustning	Danmark	21	11	0	30
	Finland	3	3	6	8
	Island	35	20	25	28
	Norge	19	20	21	26
	Sverige	14	16	94	56
Diverse	Danmark	4	3	99	60
	Finland	3	8	44	12
	Island	18	11	0	3
	Norge	18	16	13	14
	Sverige	8	8	1	19
Okänt	Danmark	14	7	0	0
	Finland	33	37	3	6
	Island	0	6	0	5
	Norge	4	6	0	1
	Sverige	19	17	1	2

\* Definitionen av icke levererad energi skiljer sig mellan länderna

I figur 3.3 är driftstörningarna för samtliga spänningsnivåer inom hela Nordområdet fördelade på orsaker för inledande fel.



**Figur 3.3 Fördelningen av driftstörningar på enskilda orsaker år 2003**

En stor andel av driftstörningarna med okänd orsak är troligen driftstörningar som har sin egentliga orsak i kategorierna ”annan natur” och ”åska”.

## 4. ICKE LEVERERAD ENERGI

I detta kapitel presenteras en rad översikter över icke levererad energi i de enskilda länderna. Det bör noteras att icke levererad energi alltid är en uppskattad storhet. Noggrannheten på indata för uppskattningen varierar från företag till företag inom de olika länderna. Definition av icke levererad energi (ILE):

*Beräknad mängd energi som skulle ha blivit levererat till slutförbrukare om avbrottet inte hade inträffat [1,2].*

Nedan visas tabeller för storleken av icke levererad energi i de fem länderna, samt hur denna fördelar sig på respektive felställe och spänningsnivå.

**Tabell 4.1 Icke levererad energi uppdelat per spänningsnivå för det inledande felet**

Land	Icke levererad energi MWh 2003	Uppdelning i % per spänningsnivå för år 1994-2003			
		132 kV	220 kV	≥400 kV	Övriga
Danmark	8014	9	0	11	80
Finland	80	78	21	1	0
Island	175	52	44	0	5
Norge	3220	44	34	11	11
Sverige	11902	35	23	31	11
Nordel	23391	37	26	19	18

Kategorin övriga innehåller icke levererad energi på exempelvis utlandsförbindelser och hjälputrustning, underliggande nät osv. I nedanstående tabell visas utvecklingen av icke levererad energi i förhållande till den totala förbrukningen i respektive land.

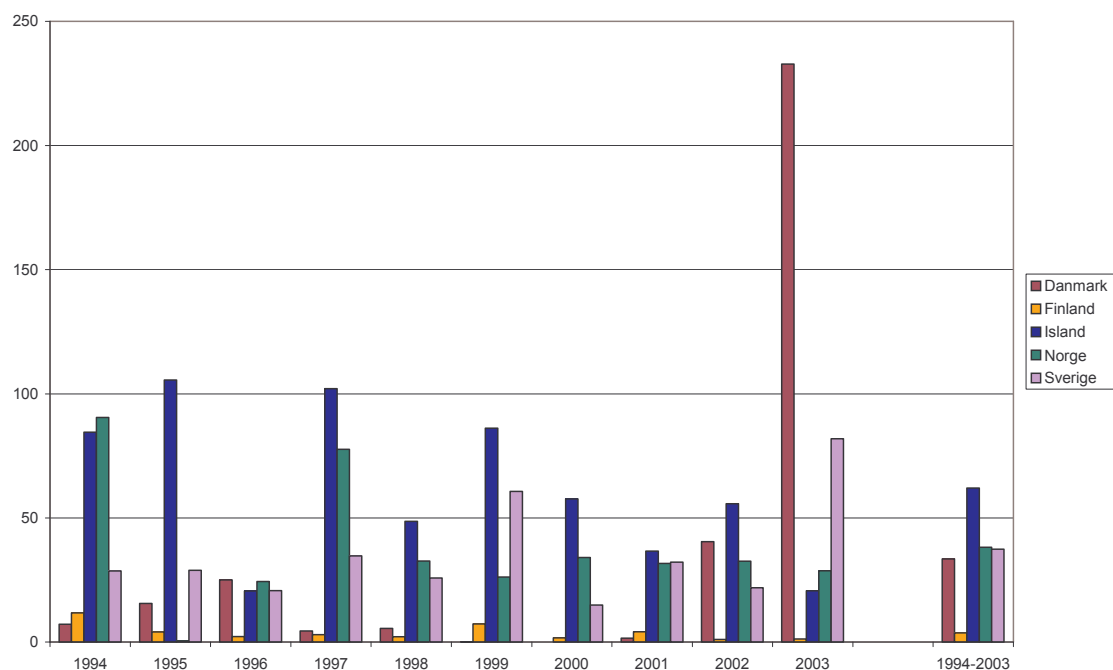
**Tabell 4.2 Icke levererad energi fördelat på anläggning**

Land	Förbrukning		Andel av förbrukningen		Uppdelning i % på anläggning för perioden 1994-2003			
	GWh 2003	ILE MWh 2003	ppm 2003	ppm 1994-2003	Luft- ledning	Kabel	Sta- tioner	Övriga
Danmark	34419	8014	232,84	33,50	11	0	17	71
Finland	67807	80	1,18	3,73	43	0	39	18
Island	8495	175,2	20,62	62,06	61	0	35	4
Norge	112198	3220,5	28,70	38,17	36	1	48	14
Sverige	145392	11902	81,86	37,42	22	8	59	10
Summa	368311	23391,7	63,51	31,78	29	4	49	19

ppm anger icke levererad energi i miljondelar av totalt förbrukning.



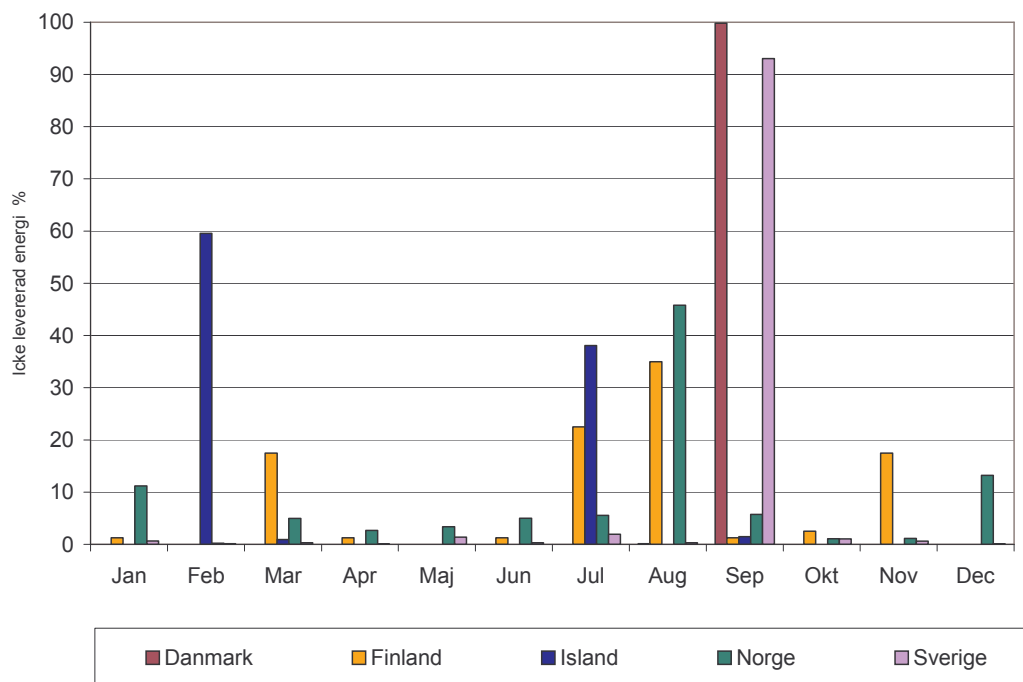
I figur 4.1 visas en översikt över utvecklingen av icke levererad energi under perioden 1994-2003. Det bör noteras att det förekommer en betydlig skillnad från år till år, vilket beror på enstaka händelser, såsom våldsamma oväder, vilket väsentligt påverkar respektive länders årsstatistik.



**Figur 4.1 Icke levererad energi i ppm. av förbrukning**

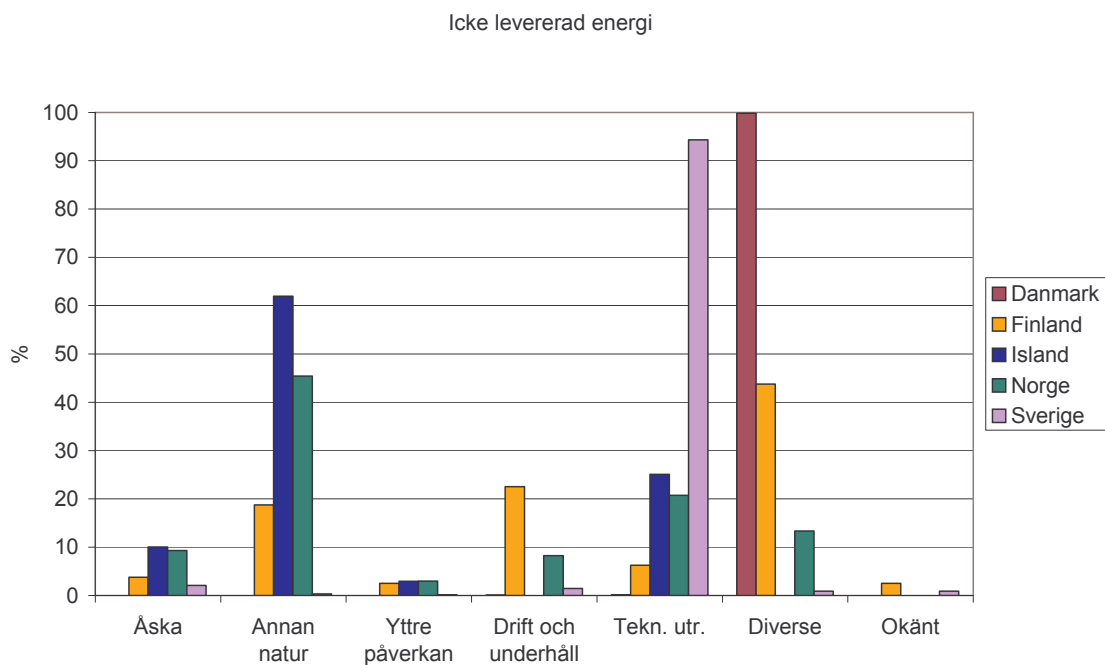
#### 4.1.1. Icke levererad energi för enskilda månader under år 2003

I figur 4.2 visas fördelning av icke levererad energi per månad i respektive land.



**Figur 4.2 Icke levererad energi per månad 2003**

Den stora mängden ILE under september i Danmark och Sverige berodde på störningen i Sverige den 23 september.



**Figur 4.3 Fördelningen av ILE på enskilda orsaker år 2003**

**Tabell 4.3 Procentuell fördelning av ILE per anläggningsdel**

Felställe	Danmark		Finland		Island		Norge		Sverige		Nordel	
	2000- 2003	2003	2000- 2003	2003	2000- 2003	2003	2000- 2003	2003	2000- 2003	2003	2000- 2003	2003
Luftledning	0,0	1,1	15,0	44,0	72,0	61,3	27,0	33,1	1,3	9,4	5,0	15,6
Kraftkablar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	13,8	0,1	6,6
<b>Summa ledningsfel</b>	0,0	1,1	15,0	44,0	72,0	61,3	27,0	33,2	1,5	23,2	5,1	22,3
Krafttransformatorer	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	1,4	0,7	0,4	1,2	11,5	0,7	5,8
Mättransformatorer	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,2	8,4	5,0	0,2	0,9	1,2	1,8
Effektbrytare	0,1	3,4	21,3	3,9	0,0	3,5	0,8	1,3	2,6	1,8	1,5	2,1
Frånskiljare	0,0	0,0	1,3	0,1	0,0	0,0	6,0	6,0	87,6	49,8	45,4	25,3
Avledare och gnistgap	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	1,8	0,0	0,2	0,3	0,6
Samlingsskena	0,0	0,1	0,0	1,8	0,0	18,2	6,0	2,0	0,5	0,7	1,1	1,3
Kontrollutrustningar	0,0	11,5	18,8	28,2	25,1	14,9	32,6	26,5	1,1	3,6	5,3	12,1
Gemensam hjälputrustning	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1
Övriga stationsfel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,3	2,2	0,2	1,6
<b>Summa stationsfel</b>	0,2	15,6	41,3	36,7	25,1	38,2	56,5	45,2	93,5	70,8	55,7	50,6
Shuntkondensator	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Seriekondensator	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reaktor	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SVC och STATCOM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Roterande faskompensator	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Summa kompensering</b>	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
Hela systemet	99,8	83,2	0,0	0,0	2,9	0,5	3,0	0,8	0,1	0,5	34,7	18,7
Andra områden	0,0	0,1	43,8	6,4	0,0	0,0	13,5	20,6	5,0	4,5	4,6	7,8
Okänt	0,0	0,0	0,0	12,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,6
<b>Summa övriga fel</b>	99,8	83,3	43,8	18,5	2,9	0,5	16,5	21,4	5,1	5,9	39,2	27,0

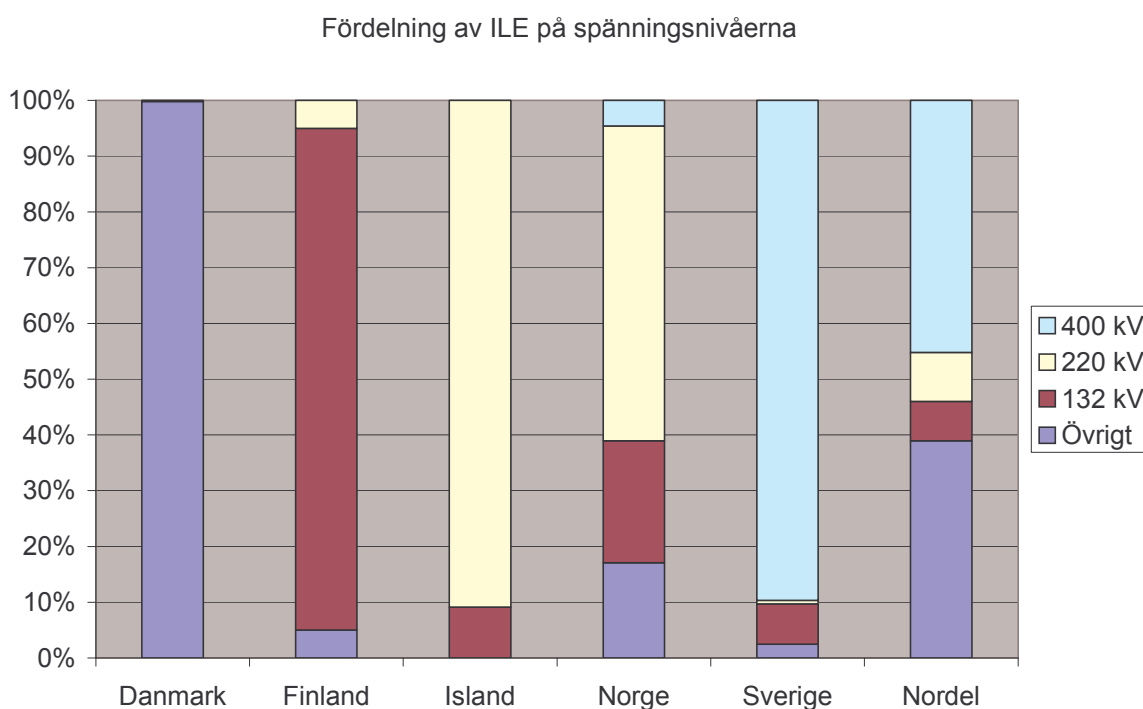
Notera att den angivna perioden endast omfattar 4 år (2000-2003).

Det bör noteras att några länder registrerar den totala mängden ILE vid en driftstörning på det inledande felet, vilket kan ge en felaktig bild. För Sverige är troligen andelen ILE för krafttransformatorer för stor. Se tabell 5.11.

**Tabell 4.4 ILE angivet i MWh**

	Danmark		Finland		Island		Norge		Sverige		Nordel	
<b>ILE</b>	2000- 2003	2003	2000- 2003	2003	2000- 2003	2003	2000- 2003	2003	2000- 2003	2003	2000- 2003	2003
MWh	8014	2403	80	191	175	245	3220	2924	11902	5246	23393	11008

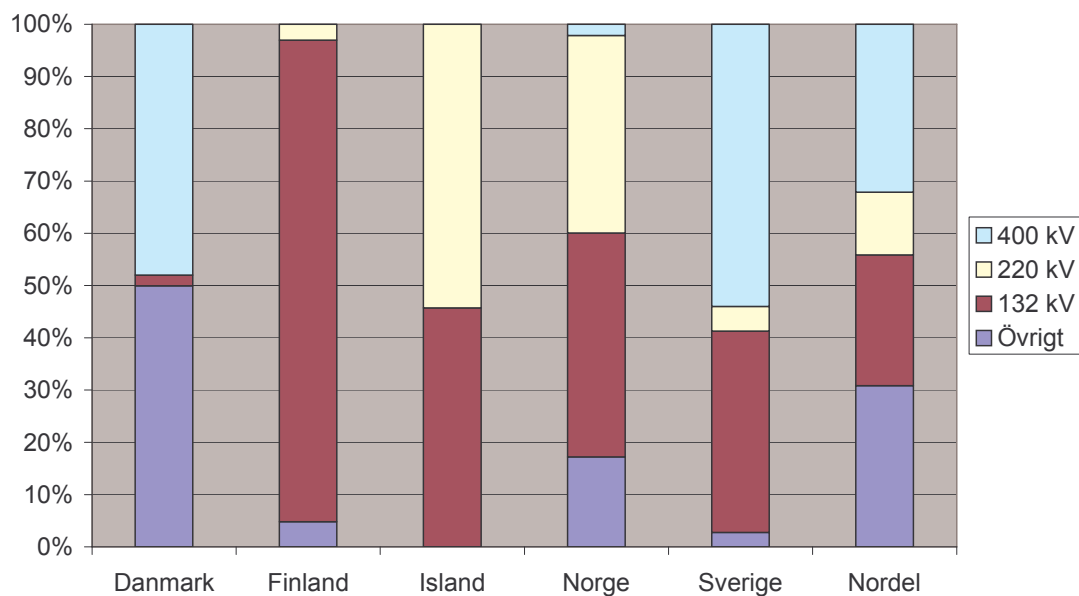
I figur 4.4 och i figur 4.5 är icke levererad energi summerad för respektive spänningsnivå i Nordelnätet. Spänningsnivån gäller det inledande felet för respektive driftstörning.



**Figur 4.4 Fördelningen av icke levererad energi under år 2003 på de enskilda spänningsnivåerna i Nordelsystemet**

I figuren 4.4 ser man att cirka 90 % av ILE under 2003 för Sverige berodde på fel på 400 kV, vilket förklaras av storstörningen den 23 september. Motsvarande gäller också för Danmark där 100 % av ILE berodde på störningen i Sverige.

Fördelning av ILE på spänningsnivåerna i perioden 2000-2003



**Figur 4.5 Fördelningen av icke levererad energi under perioden 2000- 2003 på de enskilda spänningsnivåerna i Nordelsystemet**

---

## 5. FEL PÅ ANLÄGGNINGSDELAR

Fel på en anläggningsdel är ett uttryck för att anläggningsdelen inte fungerar som avsett. Fel kan ha många orsaker, till exempel felaktig konstruktion i fabriken eller bristande underhåll från användarens sida. Vidare betraktas en anläggningsdel som felbehäftad vid ett övergående fel, till exempel åsknedslag på en ledning. Det är därför viktigt att man i analyser av felfrekvenser på olika anläggningsdelsgrupper också ser på orsaken till och konsekvensen av felen, till exempel har luftledningar normalt fler fel än kabelanläggningar. Däremot har kabelanläggningar normalt betydligt längre reparationstider än luftledningar. Det är inte möjligt att inom Nordelstatistiken ange detaljerade upplysningar, varför användare med krav på mer detaljuppgifter om anläggningsdelsfel, hänvisas till de nationella statistikerna.

Definition av fel:

*Tillstånd då en enhet saknar eller har nedsatt förmåga att utföra sin funktion [3, 4].*

Här redovisas först en översikt över antal registrerade fel för alla de anläggningsdelsgrupper som används inom Nordelstatistiken. Därefter presenteras mer detaljerad statistik för en rad utvalda anläggningsdelsgrupper.

### 5.1. Översikt över alla fel

Av tabell 5.1 framgår det att i de isländska och norska registreringarna förekommer en stor andel driftstörningar där det ingår fler än ett fel.

**Tabell 5.1 Antal fel och driftstörningar under 2003**

År 2003	Danmark	Finland	Island	Norge	Sverige
Antal fel	74	325	54	502	767
Antal driftstörningar	70	300	40	375	675
Förhållande mellan fel och driftstörningar	1,06	1,08	1,35	1,34	1,14

I tabell 5.2 visas antalet fel på anläggningsdelar i kategorierna i respektive land. Det bör noteras att inte alla länder har alla typer av anläggningsdelar i sina nät, till exempel SVC:er och STATCOM-anläggningar. Likaledes kan fördelningen av antalet anläggningsdelar variera från land till land, varför man skall vara varsam med att jämföra länderna.

**Tabell 5.2 Procentuell fördelning av fel per anläggningsdel**

Felställe	Danmark		Finland		Island		Norge		Sverige		Nordel	
	2000- 2003	2000- 2003	2000- 2003	2000- 2003	2000- 2003	2000- 2003	2000- 2003	2000- 2003	2000- 2003	2000- 2003	2000- 2003	
Luftledning	40,0	62,1	81,1	73,7	25,5	45,8	41,1	39,2	54,3	57,1	53,9	54,6
Kraftkablar	2,5	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,9	0,3	0,4	0,3	0,6
<b>Summa ledningsfel</b>	<b>42,5</b>	<b>64,8</b>	<b>81,1</b>	<b>73,7</b>	<b>25,5</b>	<b>45,8</b>	<b>41,3</b>	<b>40,1</b>	<b>54,6</b>	<b>57,5</b>	<b>54,2</b>	<b>55,1</b>
Krafttransformatorer	1,3	3,7	0,3	0,5	1,8	1,7	1,2	1,6	4,3	5,9	2,4	3,5
Mättransformatorer	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,8	2,0	2,0	1,2	0,8	1,1	1,0
Effektbrytare	16,3	6,5	2,5	1,5	16,4	10,4	2,6	3,2	7,5	3,7	5,8	3,6
Frånskiljare	2,5	2,1	0,9	0,3	0,0	0,0	1,0	1,4	0,8	0,5	0,9	0,8
Avledare och gnistgap	0,0	0,3	0,0	0,1	3,6	0,8	1,4	0,9	0,4	0,2	0,7	0,4
Samlingsskena	1,3	0,8	0,0	0,2	0,0	1,3	1,8	1,4	0,5	1,0	0,8	1,0
Kontrollutrustningar	10,0	9,1	9,6	11,9	34,5	28,3	30,7	32,4	14,0	12,6	18,5	18,5
Gemensam hjälputrustning	0,0	0,0	1,6	0,4	0,0	0,0	0,6	0,6	1,3	0,6	1,0	0,5
Övriga stationsfel	1,3	1,6	0,0	0,0	14,5	10,0	1,8	2,3	1,7	0,9	1,8	1,5
<b>Summa stationsfel</b>	<b>32,5</b>	<b>24,5</b>	<b>14,9</b>	<b>15,0</b>	<b>70,9</b>	<b>53,3</b>	<b>43,1</b>	<b>45,8</b>	<b>31,8</b>	<b>26,1</b>	<b>33,2</b>	<b>30,8</b>
Shuntkondensator	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	2,0	1,1	0,7	0,5	0,9	0,7
Seriekondensator	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,4	0,0	0,0	0,5	1,0	0,3	0,5
Reaktor	5,0	1,0	0,6	0,5	0,0	0,0	0,8	0,4	1,0	0,6	1,0	0,5
SVC och STATCOM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,9	0,9	0,7	0,5	0,6
Roterande faskompensator	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	0,3	0,3	0,2	0,3
<b>Summa kompensering</b>	<b>5,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0,6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,8</b>	<b>0,4</b>	<b>3,2</b>	<b>2,9</b>	<b>3,4</b>	<b>3,1</b>	<b>2,8</b>	<b>2,6</b>
Hela systemet	5,0	3,7	0,0	0,0	1,8	0,4	1,0	2,9	5,8	2,9	3,1	2,4
Andra områden	15,0	5,7	3,4	2,1	0,0	0,0	11,4	8,3	4,5	4,9	6,6	5,3
Okänt	0,0	0,3	0,0	7,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	0,0	3,8
<b>Summa övriga fel</b>	<b>20,0</b>	<b>9,7</b>	<b>3,4</b>	<b>9,9</b>	<b>1,8</b>	<b>0,4</b>	<b>12,4</b>	<b>11,2</b>	<b>10,2</b>	<b>13,3</b>	<b>9,8</b>	<b>11,5</b>

Notera att den angivna jämförelseperioden endast omfattar 4 år (2000-2003).

För Sverige är troligen andelen fel på krafttransformatorer för hög. Se tabell 5.11.

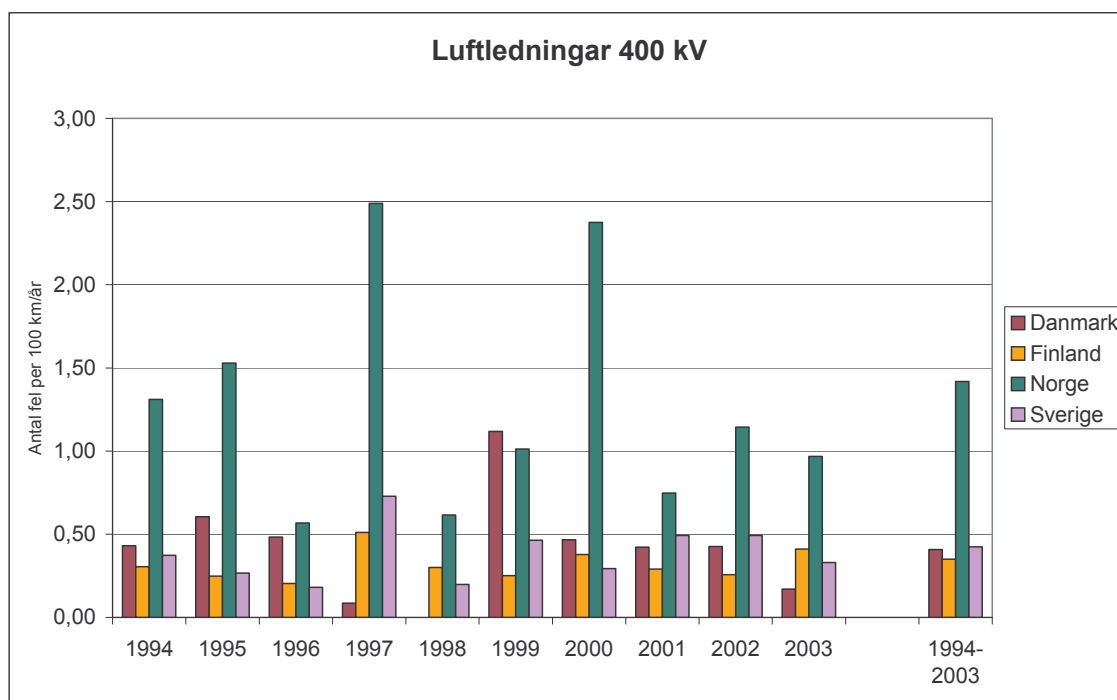
## 5.2. Fel på luftledningar

Eftersom luftledningar utgör en mycket stor del av transmissionsnätet inom Nordel, visas nedan en tabell med felfrekvenserna för år 2003 samt tioårsperioden 1994-2003. Dessutom visas för tioårsperioden en fördelning av fel per felorsak. Tillsammans med tabellerna visas fördelningen av felfrekvenserna för respektive år under perioden 1994-2003 grafiskt för alla spänningsnivåer.

### 5.2.1. Luftledningar 400 kV

**Tabell 5.3 Fördelning av fel per felorsak för 400 kV luftledningar**

Land	Antal km 2003	Antal Fel 2003	Antal fel per 100 km		Uppdelning i % på felorsak och typ för perioden 1994-2003								
			2003	1994-2003	Åska	Annan natur	Yttre påverkan	Drift och underhåll	Tekn utr.	Diverse	Okänt	Enfas-fel	Kvarst. fel
Danmark	1176	2	0,17	0,41	27,2	54,0	2,1	6,3	6,2	2,1	2,1	67	6
Finland	3895	16	0,41	0,35	83,7	4,0	0,0	4,1	1,6	3,3	3,3	66	9
Norge	2273	22	0,97	1,42	26,1	68,4	0,0	0,7	2,1	1,8	1,0	72	9
Sverige	10600	35	0,33	0,42	53,8	20,5	0,7	3,6	2,4	1,8	17,1	77	13
Nordel	17944	75	0,42	0,53	41,5	34,7	0,1	2,9	2,2	1,9	8,1	68	10



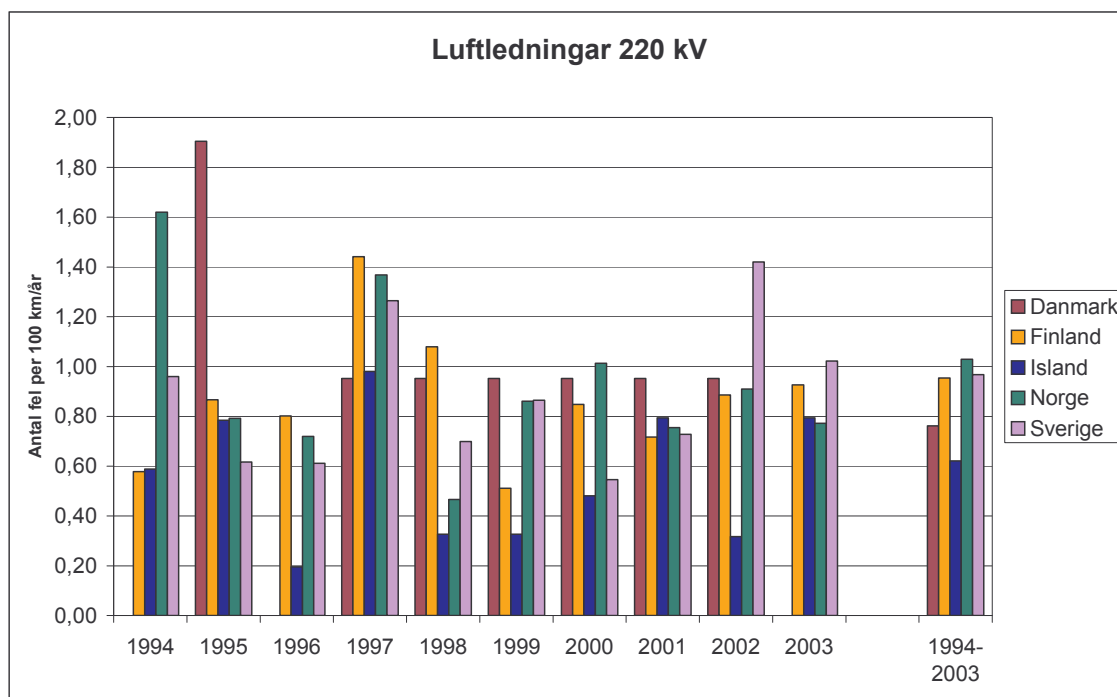
**Figur 5.1 Felfrekvenser för respektive år under perioden 1994-2003**



## 5.2.2. Luftledningningar 220 kV

**Tabell 5.4 Fördelning av fel per felorsak för 220 kV luftledningningar**

Land	Antal km 2003	Antal Fel 2003	Antal fel per 100 km		Uppdelning i % på felorsak och typ för perioden 1994-2003							Enfas-fel	Kvarst. fel
			2003	1994-2003	Åska	Annan natur	Yttre påverkan	Drift och underhåll	Tekn utr.	Diverse	Okänt		
Danmark	105	0	0,00	0,76	62,5	12,5	12,5	0,0	0,0	0,0	12,5	100	0
Finland	2375	22	0,93	0,95	47,0	4,1	1,4	0,0	0,5	0,5	46,6	73	3
	630	5	0,79	0,62	31,3	53,1	0,0	9,4	6,3	0,0	0,0	72	19
Norge	5825	45	0,77	1,03	50,6	40,3	0,2	0,1	1,5	2,8	4,6	67	7
Sverige	4502	46	1,02	0,97	74,9	4,8	1,0	3,8	1,5	0,8	13,2	58	7
Nordel	13437	118	0,88	0,97	57,7	21,8	0,8	1,6	1,4	1,6	15,2	66	7



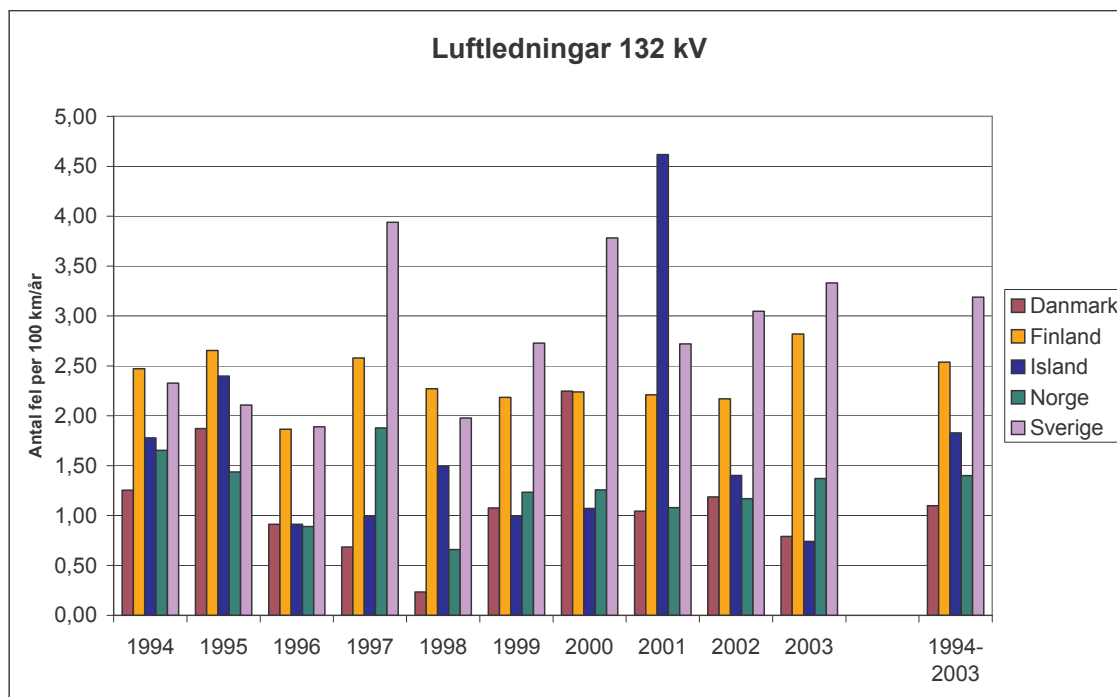
**Figur 5.2 Felfrekvenserna för respektive år under perioden 1994-2003**

### 5.2.3. Luftledningar 132 kV

**Tabell 5.5 Fördelning av fel per felorsak för 132 kV luftledningar**

Land	Antal km 2003	Antal Fel 2003	Antal fel per 100 km		Uppdelning i % på felorsak och typ för perioden 1994-2003								
			2003	1994-2003	Åska	Annan natur	Yttre påverkan	Drift och underhåll	Tekn utr.	Diverse	Okänt	Enfas-fel	Kvarst. fel
Danmark	3796	30	0,79	1,10	25,70	55,10	7,72	1,77	1,99	3,86	3,87	58	9
Finland	7906	223	2,82	2,54	48,14	7,94	0,70	0,09	0,13	0,36	42,64	73	2
	1213	9	0,74	1,83	1,57	90,94	0,50	1,01	3,99	0,00	1,99	60	15
Norge*	10134	139	1,37	1,40	53,65	34,06	1,01	0,89	6,21	3,64	0,54	15	16
Sverige	9998	333	3,33	3,19	64,60	6,23	1,88	1,89	2,57	1,73	21,10	41	5
Nordel	33047	734	2,22	2,21	53,32	16,90	1,70	1,12	2,41	1,71	22,84	49	6

\* innehåller även en andel från spoljordat luftledningssystem i Norge.



**Figur 5.3 Felfrekvenserna för respektive år under perioden 1994-2003**

### 5.3. Fel på kabelanläggningar

I tabellen nedan presenteras kabelfel för respektive spänningsnivå med felfrekvenser för år 2003 samt för tioårsperioden 1994-2003. Dessutom visas för tioårsperioden en fördelning av fel per felorsak. Den genomsnittliga felfrekvensen för 132 kV kablar visas grafiskt för respektive år för perioden 1994-2003. För mer detaljerade uppgifter hänvisas till de nationella statistikerna.

#### 5.3.1. Kablar 400 kV

**Tabell 5.6 Fördelning av fel per felorsak för 400 kV kablar**

Land	Antal km 2003	Antal fel 2003	Antal fel per 100 km		Uppdelning i % på felorsak för perioden 1994-2003						
			2003	1994-2003	Åska	Annan natur	Yttre påverkan	Drift och underhåll	Tekn. utr.	Diverse	Okänt
Danmark	145	1	0,69	1,57	0,0	22,3	0,0	11,1	33,3	11,1	22,1
Norge	24	0	0,00	0,34	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
Sverige	4	0	0,00	2,50	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nordel	173	1	0,58	1,27	0,0	33,4	0,0	8,3	33,3	8,3	16,6

#### 5.3.2. Kablar 220 kV

**Tabell 5.7 Fördelning av fel per felorsak för 220 kV kablar**

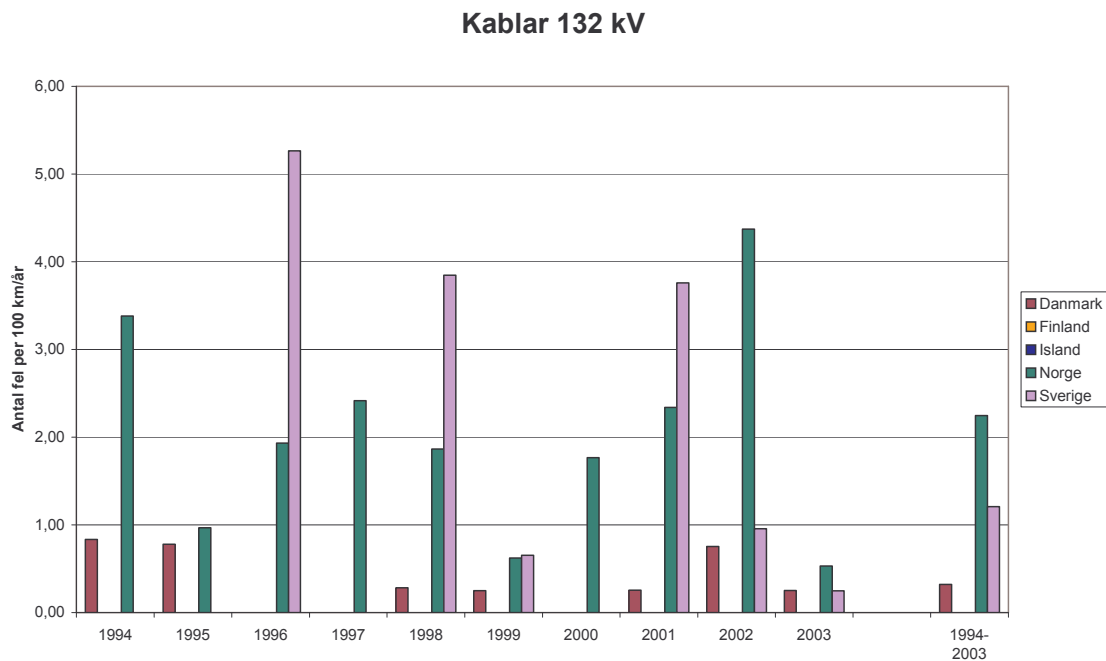
Land	Antal km 2003	Antal fel 2003	Antal fel per 100 km		Uppdelning i % på felorsak för perioden 1994-2003						
			2003	1994-2003	Åska	Annan natur	Yttre påverkan	Drift och underhåll	Tekn. utr.	Diverse	Okänt
Norge	450	0	0,00	0,47	0,0	60,0	0,0	20,0	20,0	0,0	0,0
Sverige	26	1	3,85	0,86	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
Nordel	476	1	0,21	0,54	0,0	42,9	0,0	14,3	42,9	0,0	0,0

### 5.3.3. Kablar 132 kV

**Tabell 5.8 Fördelning av fel per felorsak för 132 kV kablar**

Land	Antal km 2003	Antal fel 2003	Antal fel per 100 km		Uppdelning i % på felorsak för perioden 1994-2003						
			2003	1994-2003	Åska	Annan natur	Yttre påverkan	Drift och underhåll	Tekn. utr.	Diverse	Okänt
Danmark	398	1	0,25	0,32	8,3	25,0	16,7	8,3	33,3	0,0	8,3
Island	28	0	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Norge *	189	1	0,53	2,25	0,0	13,2	7,9	2,6	70,9	5,3	0,0
Sverige	403	1	0,25	1,21	0,0	7,7	15,4	7,7	30,8	30,8	7,7
Nordel	1018	3	0,29	0,93	1,6	14,3	6,3	4,8	55,5	9,5	3,2

\*Kablar i Norge omfattar spoljordade kablar



**Figur 5.4 Felfrekvenserna för respektive år under perioden 1994-2003**

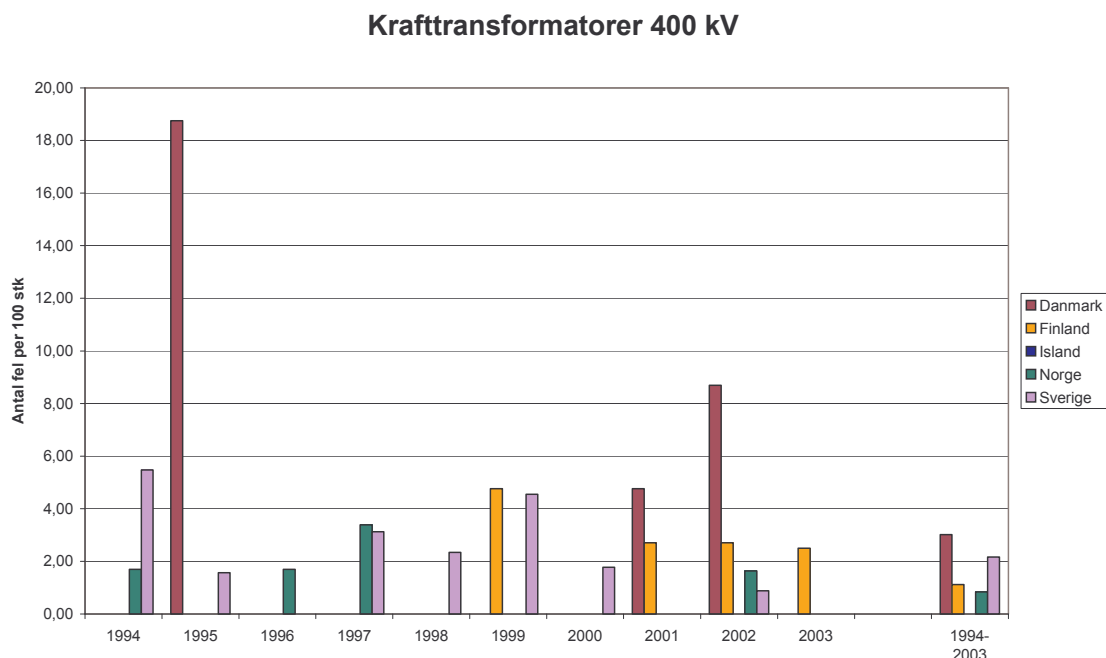
## 5.4. Fel på krafttransformatorer

För fel på krafttransformatorer för respektive spänningsnivå visas en tabell med felfrekvenser för år 2003 samt för tioårsperioden 1994-2003. Dessutom visas för tioårsperioden en fördelning av fel per felorsak. Den genomsnittliga felfrekvensen för alla spänningsnivåer visas grafiskt för respektive år för perioden 1994-2003. För mer detaljerade uppgifter hänvisas till de nationella statistikerna.

### 5.4.1. Krafttransformatorer 400 kV

**Tabell 5.9 Fördelning av fel per felorsak för 400 kV krafttransformatorer**

Land	Antal st. 2003	Antal fel 2003	Antal fel per 100 st.		Uppdelning i % på felens orsak för perioden 1994-2003						
			2003	1994-2003	Åska	Annan natur	Yttre påverkan	Drift och underhåll	Tekn. utr.	Diverse	Okänt
Danmark	23	0	0,00	3,02	16,7	33,2	0,0	16,5	0,0	17,0	16,7
Finland	40	1	2,50	1,11	0,0	20,0	0,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Norge	61	0	0,00	0,84	20,0	20,0	0,0	20,0	20,0	20,0	0,0
Sverige	28	0	0,00	2,17	7,9	4,0	0,0	16,0	51,9	20,2	0,0
Nordel	152	1	0,66	1,67	10,0	12,5	0,0	17,5	37,5	17,7	5,0

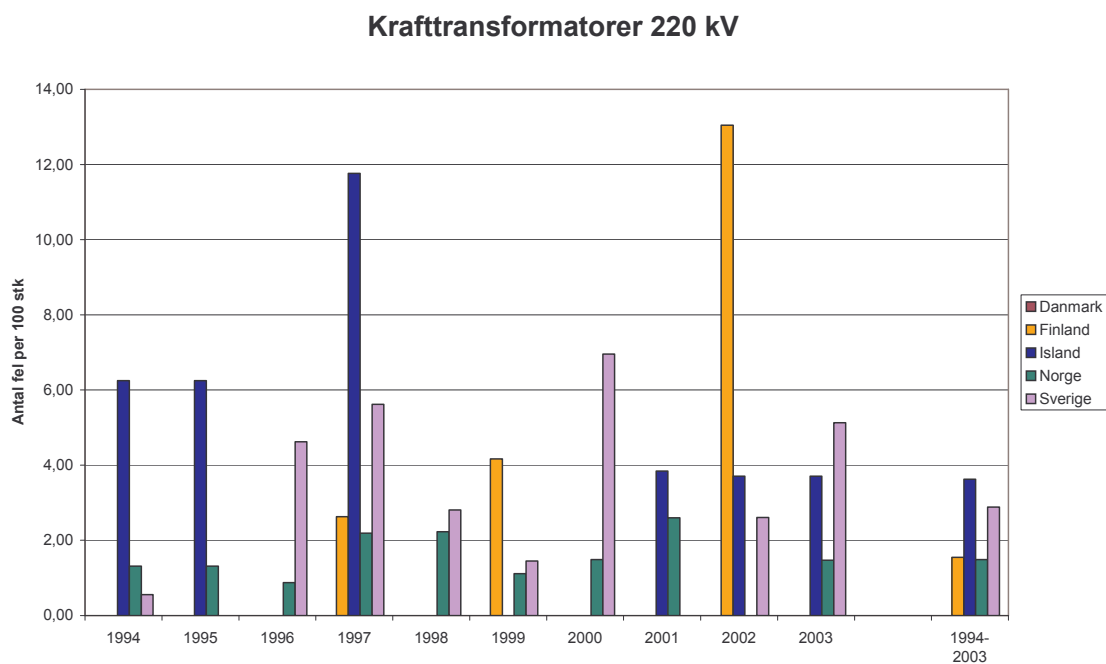


**Figur 5.5 Felfrekvenserna för respektive år under perioden 1994-2003**

## 5.4.2. Krafttransformatorer 220 kV

**Tabell 5.10 Fördelning av fel per felorsak för 220 kV krafttransformatorer**

Land	Antal st. 2003	Antal fel 2003	Antal fel per 100 st.		Uppdelning i % på felorsak för perioden 1994-2003						
			2003	1994-2003	Åska	Annan natur	Yttre påverkan	Drift och underhåll	Tekn. utr.	Diverse	Okänt
Danmark	2	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0
Finland	23	0	0,00	1,55	20,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	60,0
Island	27	1	3,70	3,63	0,0	14,3	0,0	28,6	42,9	14,3	0,0
Norge	272	4	1,47	1,49	5,4	0,0	2,7	37,8	40,5	13,5	0,0
Sverige	117	6	5,13	2,89	15,9	4,5	2,3	18,3	33,9	22,9	2,3
Nordel	441	11	2,49	2,03	10,9	2,2	2,2	21,8	39,0	18,6	5,4



**Figur 5.6 Felfrekvenserna för respektive år under perioden 1994-2003**

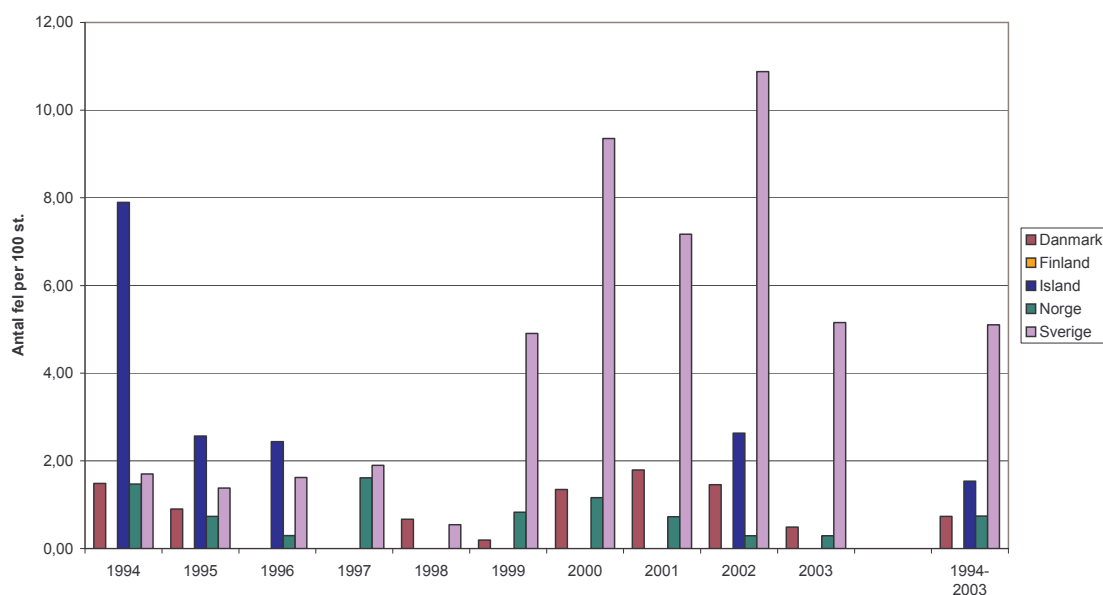
### 5.4.3. Krafttransformatorer 132 kV

**Tabell 5.11 Fördelning av fel per felorsak för 132 kV krafttransformatorer**

Land	Antal st. 2003	Antal fel 2003	Antal fel per 100 st.		Uppdelning i % på felorsak för perioden 1994-2003						
			2003	1994-2003	Åska	Annan natur	Yttre påverkan	Drift och underhåll	Tekn. utr.	Diverse	Okänt
Danmark	206	1	0,49	0,73	0,0	10,5	0,0	31,6	36,8	5,3	15,8
Finland	11	0	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Island	39	0	0,00	1,54	16,5	16,7	0,0	16,5	33,7	0,0	16,7
Norge	690	2	0,29	0,74	3,9	7,8	0,0	27,6	43,0	15,7	2,0
Sverige	524	27	5,15	5,10	17,3	4,8	3,0	14,3	29,7	19,5	11,3
Nordel	1470	30	2,04	1,99	14,4	6,0	2,3	15,1	31,6	20,5	10,0

Misstanke finns att krafttransformator felaktigt angivits som anläggningsdel vid klassificering av ett antal inträffade fel, vilket förklarar varför felfrekvensen för krafttransformatorer för Sverige i tabellen ovan är stor. Det troliga är att felen i stället skulle ha hänförts till fel på underliggande nät utanför statistikområdet.

**Krafttransformatorer 132 kV**



**Figur 5.7 Felfrekvenserna för respektive år under perioden 1994-2003**

Se förklarande text till tabell 5.11 angående felfrekvensen för 132 kV transformatorer i Sverige.

## 5.5. Fel på mättransformatorer

För fel på mättransformatorer på respektive spänningsnivå visas en tabell med felfrekvenser för år 2003 samt för tioårsperioden 1994-2003. Dessutom visas för tioårsperioden en fördelning av fel per felorsak. Det bör noteras att såväl ström- som spänningstransformatorer ingår bland mättransformatorer. Mättransformatorer räknas som en anläggningsdel per trefasig enhet. Där endast en enfasig enhet är installerad räknas denna också som en enhet. För mer detaljerade uppgifter hänvisas till de nationella statistikerna.

### 5.5.1. Mättransformatorer 400 kV

**Tabell 5.12 Fördelning av fel per felorsak för 400 kV mättransformatorer**

Land	Antal st 2003	Antal fel 2003	Antal fel per 100 st.		Uppdelning i % på felorsak för perioden 1994-2003						
			2003	1994- 2003	Åska	Annan natur	Yttre påver- kan	Drift och underhåll	Tekn. utr.	Diverse	Okänt
Danmark	393	0	0,00	0,26	0,0	40,0	0,0	0,0	60,0	0,0	0,0
Finland	326	0	0,00	0,11	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
Norge	681	0	0,00	0,15	0,0	11,1	0,0	0,0	33,3	44,4	11,1
Sverige	651	2	0,31	0,09	7,1	0,0	0,0	28,6	64,3	0,0	0,0
Nordel	2051	2	0,10	0,12	2,9	8,8	0,0	11,8	61,8	11,8	2,9

### 5.5.2. Mättransformatorer 220 kV

**Tabell 5.13 Fördelning av fel per felorsak för 220 kV mättransformatorer**

Land	Antal st. 2003	Antal fel 2003	Antal fel per 100 st.		Uppdelning i % på felorsak för perioden 1994-2003						
			2003	1994- 2003	Åska	Annan natur	Yttre påver- kan	Drift och underhåll	Tekn. utr.	Diverse	Okänt
Danmark	12	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Finland	152	0	0,00	0,03	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
Island	372	0	0,00	0,08	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
Norge	2579	4	0,16	0,12	0,0	10,7	0,0	10,7	46,5	25,0	7,1
Sverige	830	0	0,00	0,06	0,0	0,0	0,0	25,0	62,5	12,5	0,0
Nordel	3945	4	0,10	0,09	0,0	7,7	0,0	12,8	53,9	20,5	5,1



### 5.5.3. Mättransformatorer 132 kV

**Tabell 5.14 Fördelning av fel per felorsak för 132 kV mättransformatorer**

Land	Antal st. 2003	Antal fel 2003	Antal fel per 100 st.		Uppdelning i % på felorsak för perioden 1994-2003						
			2003	1994- 2003	Åska	Annan natur	Yttre påverkan	Drift och underhåll	Tekn. utr.	Diverse	Okänt
Danmark	4573	0	0,00	0,04	12,8	37,4	0,0	0,0	25,0	24,9	0,0
Finland	847	0	0,00	0,02	33,3	0,0	0,0	0,0	66,7	0,0	0,0
Island	517	0	0,00	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
Norge	8645	6	0,07	0,08	11,7	0,0	0,0	8,3	39,9	35,1	5,0
Sverige	5208	7	0,13	0,12	18,6	5,1	0,0	5,1	54,3	15,3	1,7
Nordel	19790	13	0,07	0,07	15,6	4,7	0,0	6,2	47,6	25,1	0,8

### 5.6. Fel på effektbrytare

För fel på effektbrytare på respektive spänningsnivå visas en tabell med felfrekvenser för år 2003 samt för tioårsperioden 1994-2003. Dessutom visas för tioårsperioden en fördelning av fel per felorsak. För mer detaljerade uppgifter hänvisas till de nationella statistikerna.

#### 5.6.1. Effektbrytare 400 kV

**Tabell 5.15 Fördelning av fel per felorsak för 400 kV effekt- och lastbrytare**

Land	Antal st. 2003	Antal fel 2003	Antal fel per 100 st.		Uppdelning i % på felorsak för perioden 1994-2003						
			2003	1994- 2003	Åska	Annan natur	Yttre påverkan	Drift och underhåll	Tekn. utr.	Diverse	Okänt
Danmark	121	0	0,00	0,69	0,0	14,3	0,0	43,0	28,6	14,1	0,0
Finland	180	0	0,00	0,22	0,0	0,0	0,0	33,3	66,7	0,0	0,0
Norge	236	0	0,00	1,61	0,0	0,0	0,0	35,2	53,0	5,9	5,9
Sverige	408	3	0,74	1,82	0,0	1,5	0,0	2,9	70,2	22,4	3,0
Nordel	945	3	0,32	1,36	0,0	1,8	0,0	16,2	62,2	16,2	3,6

Driftstörningar orsakade av felkopplingar i nätet registreras som fel på effektbrytare, med drift och underhåll som orsak.

## 5.6.2. Effektbrytare 220 kV

**Tabell 5.16 Fördelning av fel per felorsak för 220 kV effekt- och lastbrytare**

Land	Antal st. 2003	Antal fel 2003	Antal fel per 100 st.		Uppdelning i % på felorsak för perioden 1994-2003							
			2003	1994-2003	Åska	Annan natur	Yttre påverkan	Drift och underhåll	Tekn. utr.	Diverse	Okänt	
Danmark	2	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Finland	94	1	1,06	0,56	0,0	0,0	0,0	19,8	60,2	20,0	0,0	0,0
Island	63	9	14,3	6,28	0,0	3,4	0,0	13,8	72,4	0,0	10,3	0,0
Norge	689	4	0,58	1,56	1,1	2,1	0,0	32,2	56,1	7,5	1,1	0,0
Sverige	382	4	1,05	1,63	0,0	0,0	0,0	7,8	84,5	7,7	0,0	0,0
Nordel	1230	18	1,46	1,69	0,6	1,1	0,0	22,0	67,4	6,7	2,3	0,0

Driftstörningar orsakade av felkopplingar i nätet registreras som fel på effektbrytare, med drift och underhåll som orsak.

Det stora antalet fel på effektbrytare på Island under 2003 berodde på en och samma brytare drabbades av fel fem gånger på grund av gasläckage.

## 5.6.3. Effektbrytare 132 kV

**Tabell 5.17 Fördelning av fel per felorsak för 132 kV effekt- och lastbrytare**

Land	Antal st. 2003	Antal fel 2003	Antal fel per 100 st.		Uppdelning i % på felorsak för perioden 1994-2003							
			2003	1994-2003	Åska	Annan natur	Yttre påverkan	Drift och underhåll	Tekn. utr.	Diverse	Okänt	
Danmark	776	13	1,68	0,59	0,0	11,7	0,0	31,3	35,5	21,5	0,0	0,0
Finland	644	7	1,09	0,48	25,8	3,2	0,0	12,9	48,4	6,5	3,2	0,0
Island	113	0	0,00	1,21	0,0	0,0	0,0	24,9	66,8	0,0	8,3	0,0
Norge	1992	9	0,45	0,71	0,0	1,7	0,0	50,0	43,4	3,3	1,6	0,0
Sverige	1441	50	3,47	1,24	19,3	2,7	0,7	15,2	53,0	2,8	6,2	0,0
Nordel	4966	79	1,59	0,80	10,0	3,6	0,3	29,3	47,4	5,8	3,6	0,0

Driftstörningar orsakade av felkopplingar i nätet registreras som fel på effektbrytare, med drift och underhåll som orsak.

## 5.7. Fel på kontrollutrustning

För fel på kontrollutrustning på respektive spänningsnivå visas en tabell med felfrekvenser för år 2003 samt för tioårsperioden 1994-2003. Dessutom visas för tioårsperioden en fördelning av fel per felorsak. För mer detaljerade uppgifter hänvisas till de nationella statistikerna.

Eftersom antalet kontrollutrustningsenheter kan vara svårt att definiera, har antalet satts lika med antal effektbrytare. Det kan dessutom råda tvivel om ett fel är registrerat på kontrollutrustningen eller på en felaktig enhet, när en del av kontrollutrustningen är integrerad i enheten. Fel på kontrollutrustning som är integrerad del av annan anläggningsdel skall normalt räknas som fel på denna anläggningsdel. Denna definition har inte tillämpas av alla länder. För närmare definition hänvisas till riktlinjerna för statistiken.

### 5.7.1. Kontrollutrustning 400 kV

**Tabell 5.18 Fördelning av fel per felorsak för 400 kV kontrollutrustning**

Land	Antal st. 2003	Antal fel 2003	Antal fel per 100 st.		Uppdelning i % på felorsak för perioden 1994-2003						
			2003	1994-2003	Åska natur	Annan	Yttre påverkan	Drift och underhåll	Tekn. utr.	Diverse	Okänt
Danmark	103	4	3,88	1,97	5,3	5,3	0,0	26,3	15,8	26,3	21,1
Finland	180	10	5,56	9,21	0,0	0,0	0,0	22,0	34,1	34,1	9,8
Norge	236	22	9,32	14,37	0,4	2,0	0,3	30,4	40,9	14,7	11,2
Sverige	377	50	13,26	11,14	0,5	1,3	0,0	16,8	74,1	5,5	1,7
Nordel	896	86	9,60	10,56	0,5	1,5	0,1	22,6	55,1	13,4	6,7

### 5.7.2. Kontrollutrustning 220 kV

**Tabell 5.19 Fördelning av fel per felorsak för 220 kV kontrollutrustning**

Land	Antal st. 2003	Antal fel 2003	Antal fel per 100 st.		Uppdelning i % på felorsak för perioden 1994-2003						
			2003	1994-2003	Åska natur	Annan	Yttre påverkan	Drift och underhåll	Tekn. utr.	Diverse	Okänt
Danmark	2	0	0,00	5,00	0,0	0,0	0,0	26,8	58,6	7,3	7,3
Finland	94	10	10,6	4,58	4,1	13,7	0,0	39,8	42,4	0,0	0,0
Island	63	16	25,4	15,80	1,0	1,3	0,4	31,5	41,8	14,2	9,7
Norge	687	68	9,90	11,52	0,5	0,5	0,5	27,3	42,4	27,1	1,8
Sverige	382	27	7,07	6,42	1,1	1,0	0,3	31,4	43,1	15,8	7,3
Nordel	1228	121	9,85	9,39	0,0	0,0	0,0	26,8	58,6	7,3	7,3

### 5.7.3. Kontrollutrustning 132 kV

**Tabell 5.20 Fördelning av fel per felorsak för 132 kV kontrollutrustning**

Land	Antal st. 2003	Antal fel 2003	Antal fel per 100 st.		Uppdelning i % på felorsak för perioden 1994-2003						
			2003	1994-2003	Åska	Annan natur	Yttre påverkan	Drift och underhåll	Tekn. utr.	Diverse	Okänt
Danmark	589	4	0,68	0,79	1,7	3,1	0,0	31,9	38,1	22,1	3,2
Finland	644	11	1,71	2,55	0,0	2,5	0,6	34,5	23,7	27,7	10,9
Island	113	3	2,65	5,06	0,0	4,0	0,0	50,0	46,0	0,0	0,0
Norge	1973	64	3,24	4,05	1,4	1,9	0,3	34,2	36,5	14,7	10,9
Sverige	1439	32	2,22	1,34	5,9	0,0	0,0	42,4	31,1	11,8	8,8
Nordel	4758	114	2,40	2,51	1,8	9,5	0,2	36,3	34,6	16,0	9,8

### 5.8. Fel på kompenseringssystem

Från och med 2000 har riktlinjerna för kompenseringssystem ändrats, varför följande fyra kategorier används: reaktorer, seriekompensering, shuntkompensering och SVC-anläggningar.

**Tabell 5.21 Fördelning av fel per felorsak för reaktorer**

Land	Antal st. 2003	Antal Fel 2003	Antal fel per 100 st.		Uppdelning i % på felorsak för perioden 2000-2003						
			2003	2000-2003	Åska	Annan natur	Yttre påverkan	Drift och underhåll	Tekn. utr.	Diverse	Okänt
Danmark	17	4	23,53	5,88	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	50,0	0,0
Finland	58	2	3,45	2,73	-	-	-	-	-	-	-
Norge	36	4	11,11	7,34	0,0	0,0	0,0	37,5	37,5	12,5	12,5
Sverige	45	8	17,78	12,50	0,0	28,6	4,8	9,5	47,6	4,8	4,8
Nordel	156	18	11,54	5,84	0,0	3,0	9,1	36,4	39,4	12,1	0,0

**Tabell 5.22 Fördelning av fel per felorsak för seriekompensering**

Land	Antal st. 2003	Antal fel 2003	Antal fel per 100 st.		Uppdelning i % på felorsak för perioden 2000-2003						
			2003	2000-2003	Åska	Annan natur	Yttre påverkan	Drift och underhåll	Tekn. utr.	Diverse	Okänt
Finland	7	0	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Island	1	1	100	25,00	0	0	0	0	100,0	0	0
Norge	3	0	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Sverige	12	4	33,3	66,67	0,0	0,0	0,0	0,0	40,6	34,4	25,0
Nordel	23	5	21,7	38,82	0,0	0,0	0,0	0,0	42,4	33,3	24,2

**Tabell 5.23 Fördelning av fel per felorsak för shuntkompensering**

Land	Antal st. 2003	Antal fel 2003	Antal fel per 100 st.		Uppdelning i % på felorsak för perioden 2000-2003						
			2003	2000- 2003	Åska	Annan natur	Yttre påver- kan	Drift och underhåll	Tekn. utr.	Diverse	Okänt
Danmark	57	0	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Finland	26	0	0,00	11,43	0,0	25,0	25,0	0,0	8,3	33,3	8,3
Island	9	0	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Norge	187	10	5,35	3,10	0,0	0,0	0,0	8,7	43,5	47,8	0,0
Sverige	66	5	7,58	9,20	6,3	0,0	6,3	18,8	31,3	0,0	37,5
Nordel	345	15	4,35	3,74	2,1	0,0	8,3	10,4	33,3	31,3	14,6

**Tabell 5.24 Fördelning av fel per felorsak för SVC-anläggningar**

Land	Antal st. 2003	Antal fel 2003	Antal fel per 100 st.		Uppdelning i % på felorsak för perioden 2000-2003						
			2003	2000- 2003	Åska	Annan natur	Yttre påver- kan	Drift och underhåll	Tekn. utr.	Diverse	Okänt
Norge	12	1	8,33	39,58	0,0	10,5	0,0	5,3	63,2	5,3	15,8
Sverige	4	7	175	35,29	0,0	8,3	0,0	20,8	58,3	0,0	12,5
Nordel	16	8	50	35,34	0,0	4,9	0,0	14,6	63,4	2,4	14,6

---

## 6. DRIFTAVBROTT

Presentation av driftavbrott på kraftsystemenheter infördes i Nordelstatistiken år 2000. I detta kapitel redovisas statistik endast för år 2003.

Definition av kraftsystemenhet:

*En grupp anläggningsdelar som är avgränsade av en eller flera brytare [2].*

Definition av driftavbrott (norska: utfall):

*Utlösning, påtvungen eller obefogat utkoppling som medför att en kraftsystemenhet inte transporterar eller levererar elektrisk energi [5].*

### 6.1. Driftavbrott på kraftsystemenheter

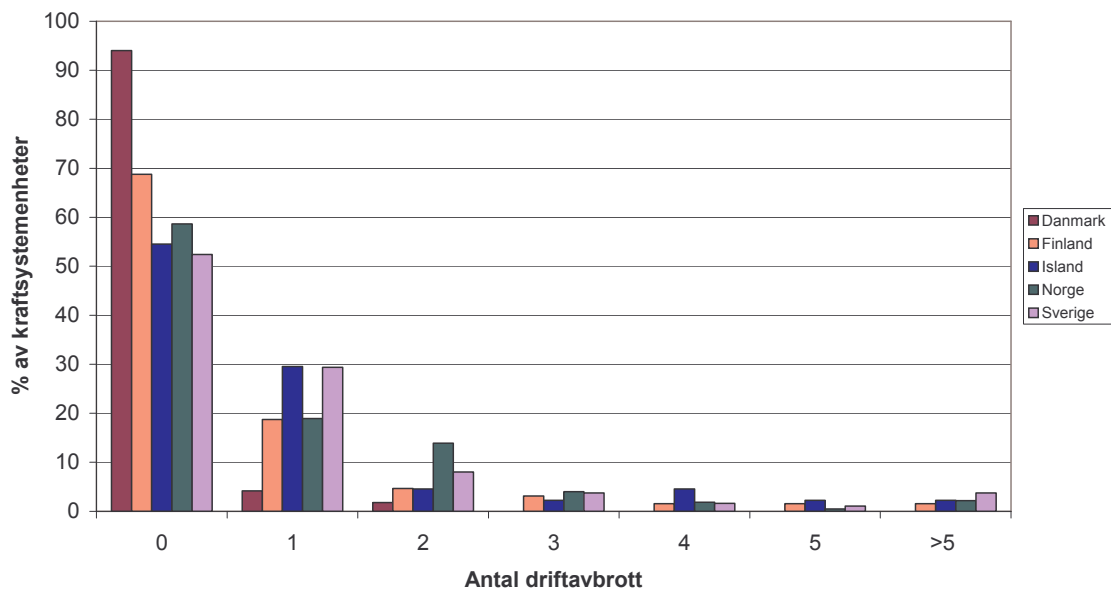
Driftavbrotten för Sverige gäller 220 kV och 400 kV och en del av 130 kV nätet. Driftavbrott för Danmark gäller endast Västdanmark (Eltra). Det ger en något felaktigt bild av driften i Danmark under 2003, då hela det område som drabbades av störstörningen den 23 september inte ingår i siffrorna för driftavbrott på kraftsystemenheter.

**Tabell 6.1 Driftavbrott för ledning 2003**

Ledning		Antal driftavbrott						
	Antal	Inget driftavbrott	1	2	3	4	5	>5
Danmark	167	157	7	3	0	0	0	0
Finland*	64	44	12	3	2	1	1	1
Island	44	24	13	2	1	2	1	1
Norge	597	350	113	83	24	11	3	13
Sverige	187	98	55	15	7	3	2	7

\*Driftavbrott för ledning i Finland gäller 400 kV och 220 kV.

### Driftavbrott för ledning



Figur 6.1 visar driftavbrott för ledning för alla länder

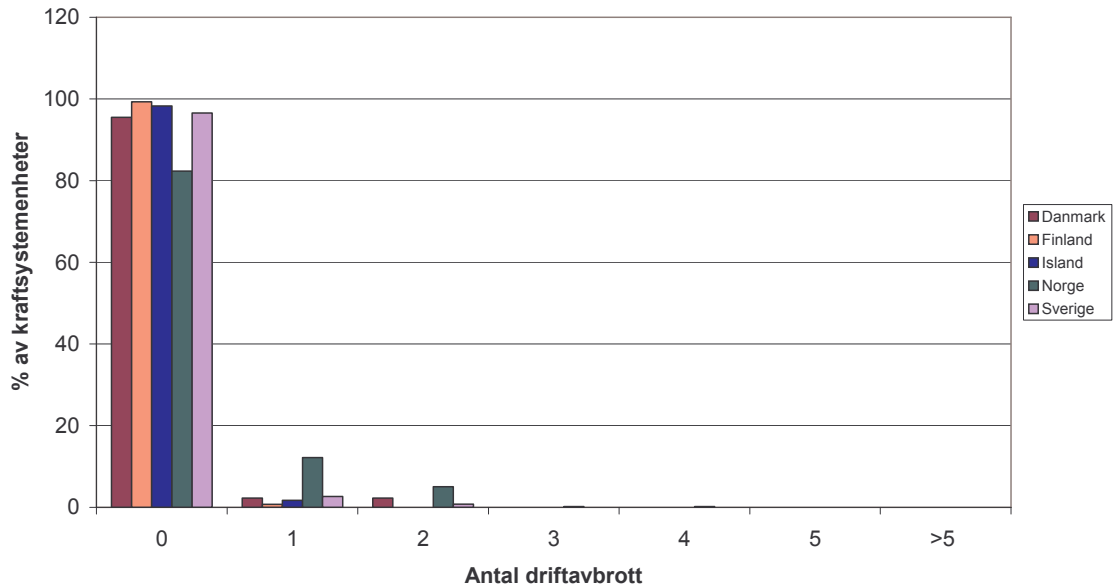
Tabell 6.2 Driftavbrott för reaktor 2003

Reaktor	Antal driftavbrott							
	Antal	Inget driftavbrott	1	2	3	4	5	>5
Danmark	12	11	1	0	0	0	0	0
Finland	58	53	5	0	0	0	0	0
Island	-	-	-	-	-	-	-	-
Norge	24	18	2	3	1	0	0	0
Sverige	43	30	6	3	3	0	1	0

Tabell 6.3 Driftavbrott för samlingskena 2003

Samlingsskena	Antal driftavbrott							
	Antal	Inget driftavbrott	1	2	3	4	5	>5
Danmark	89	85	2	2	0	0	0	0
Finland	139	138	1	0	0	0	0	0
Island	176	173	3	0	0	0	0	0
Norge	492	405	60	25	1	1	0	0
Sverige	261	252	7	2	0	0	0	0

### Driftavbrott för samlingskena



Figur 6.2 visar driftavbrott för samlingskena för alla länder

Tabell 6.4 Driftavbrott för shuntkondensator 2003

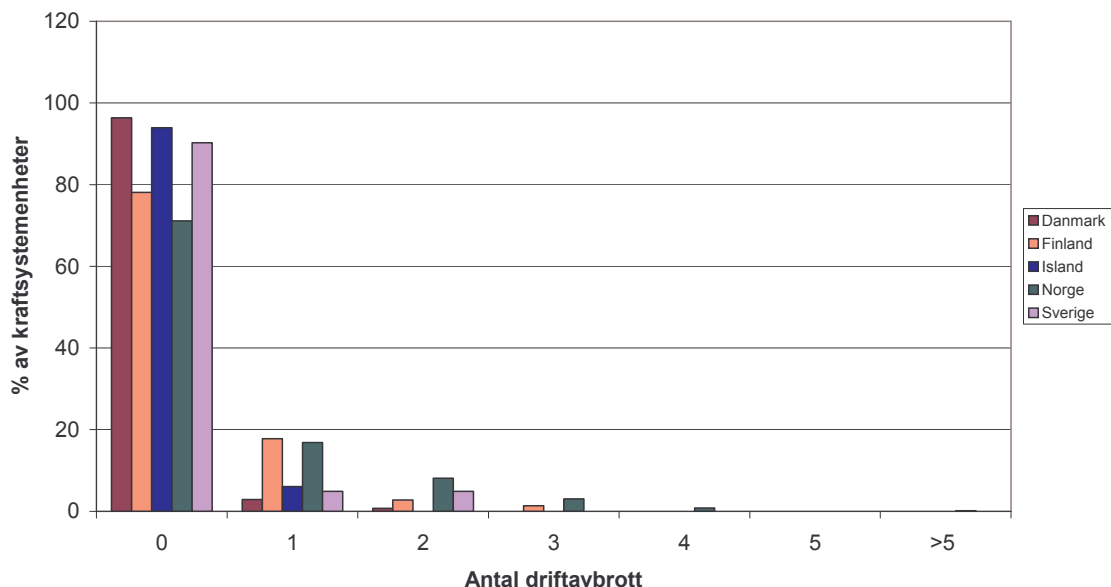
Shuntkondensator		Antal driftavbrott						
	Antal	Inget driftavbrott	1	2	3	4	5	>5
Danmark	13	13	0	0	0	0	0	0
Finland	26	26	0	0	0	0	0	0
Island	9	6	1	0	0	1	1	0
Norge	151	128	12	4	2	0	1	4
Sverige	4	0	0	0	0	0	0	0

Tabell 6.5 Driftavbrott för transformator 2003

Transformator		Antal driftavbrott						
	Antal	Inget driftavbrott	1	2	3	4	5	>5
Danmark	137	133	2	2	0	0	0	0
Finland	73	57	13	2	1	0	0	0
Island	66	62	4	0	0	0	0	0
Norge	730	519	123	59	22	6	0	1
Sverige	41	37	2	2	0	0	0	0



### Driftavbrott för transformator



Figur 6.3 visar driftavbrott för transformator för alla länder

## 6.2. Driftavbrottstid för kraftsystemenheter

Vid registrering av driftavbrottstiden för kraftsystemenheter registreras tiden från driftavbrottets början till att kraftsystemenheten är klar för att tas i drift. Om driftsättningen skjuts upp av frivilliga orsaker, så räknas den frivilliga väntetiden inte med i driftavbrottstiden.

Tabell 6.6 Driftavbrottstid för ledning 2003

Ledning	Driftavbrottstid, minuter								
	Inget driftavbrott	<3	3-10	10-30	30-60	60-120	120-240	240-480	>480
Danmark	157	0	2	2	3	1	0	1	1
Finland*	44	16	1	0	1	1	1	0	0
Island	24	2	5	3	5	3	0	2	0
Norge	350	40	26	44	26	50	14	11	36
Sverige	98	39	9	9	3	12	6	3	8

\* Driftavbrottstid för ledning i Finland gäller 400 kV och 220 kV.

**Tabell 6.7 Driftavbrottstid för reaktor 2003**

Reaktor	Driftavbrottstid, minuter								
	Antal kraftsystemenheter under respektive kategori								
	Inget driftavbrott	<3	3-10	10-30	30-60	60-120	120-240	240-480	>480
Danmark	11	1	0	0	0	0	0	0	0
Finland	53	1	0	0	0	1	0	2	1
Island	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Norge	18	3	0	2	0	0	0	1	0
Sverige	30	0	1	0	1	2	3	2	4

**Tabell 6.8 Driftavbrottstid för samlingskena 2003**

Samlingsskena	Driftavbrottstid, minuter								
	Antal kraftsystemenheter under respektive kategori								
	Inget driftavbrott	<3	3-10	10-30	30-60	60-120	120-240	240-480	>480
Danmark	85	1	0	1	0	2	0	0	0
Finland	138	0	0	0	0	1	0	0	0
Island	172	0	0	2	1	0	0	0	0
Norge	405	17	8	23	18	13	4	1	3
Sverige	252	2	0	1	0	3	1	0	2

**Tabell 6.9 Driftavbrottstid för shuntkondensator 2003**

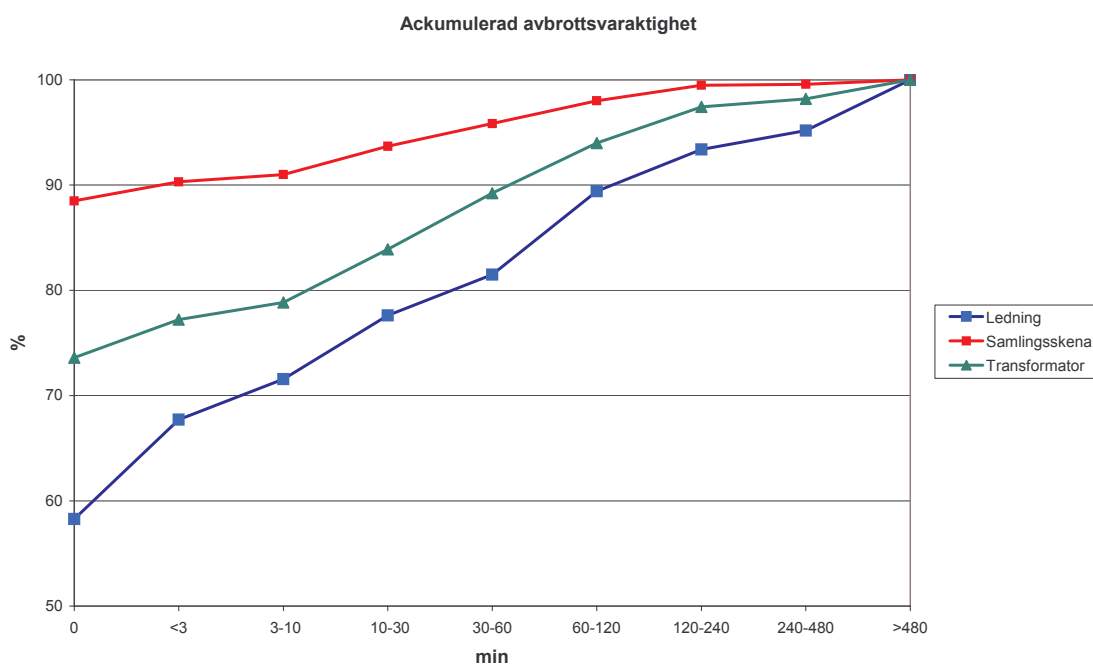
Shuntkondensator	Driftavbrottstid, minuter								
	Antal kraftsystemenheter under respektive kategori								
	Inget driftavbrott	<3	3-10	10-30	30-60	60-120	120-240	240-480	>480
Danmark	13	0	0	0	0	0	0	0	0
Finland	26	0	0	0	0	0	0	0	0
Island	6	0	0	0	1	1	1	0	0
Norge	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Sverige	4	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabell 6.10 Driftavbrottsd tid för transformator 2003**

Transformator	Driftavbrottsd tid, minuter								
	Antal kraftsystemenheter under respektive kategori								
	Inget driftavbrott	<3	3-10	10-30	30-60	60-120	120-240	240-480	>480
Danmark	98	1	0	1	0	2	0	0	0
Finland	57	1	0	5	5	2	1	0	2
Island	61	0	0	0	4	0	3	0	0
Norge	519	36	17	39	39	36	22	7	15
Sverige	37	0	0	1	1	2	0	0	0

### 6.3. Ackumulerad avbrottsvaraktighet på utvalda kraftsystemenheter

I figur 6.4 visas den ackumulerade avbrottsvaraktigheten för följande kraftsystemenheter: ledning, samlingskena och transformator.



**Figur 6.4 Ackumulerad avbrottsvaraktighet på utvalda kraftsystemenheter**

Det framgår av figur 6.4 att cirka 58 % av ledningarna och mer än 88 % av samlingskenorna inte har drabbats av driftavbrott under år 2003.

---

## 7. REFERENSER

- Ref. 1: Nordels riktlinjer: <http://www.nordel.org/Content/Default.asp?PageID=159>
- Ref. 2: Energibedriftenes Landsforening, Norges Vassdrags- og energidirektorat, Statnett og Sintef Energiforskning - Definisjoner knyttet til feil og avbrudd i det elektriske kraftsystemet - Versjon 2, 2001.
- Ref. 3: IEC 50(191-05-01): International Electrotechnical Vocabulary, Dependability and quality of service
- Ref. 4: EN 13306: Maintenance terminology
- Ref. 5: IEEE Standard Terms for Reporting and Analyzing Outage Occurrence and Outage States of Electrical Transmission Facilities (IEEE Std 859-1987)

---

## Bilaga 1: Bilaga om icke levererad energi

Beräkning av icke levererad energi (ILE) görs på olika sätt:

I Danmark beräknas ILE från transmissionsnätet med hjälp av den bortkopplade effekten då avbrottet inträffade samt avbrottstiden. Det är omöjligt att avgöra om några slutförbrukare återfår elförsörjning före detta sker på transmissionsnätet.

I Finland räknas ILE för transmissionsnätet för de fel som orsakat avbrott i en leveranspunkt. Med en leveranspunkt avses högspänningssidan på en transformator. ILE räknas individuellt för alla leveranspunkter och knyts till felet som orsakat avbrottet. ILE beräknas som avbrottstid gånger effekt före felet. Avbrottstid är den tid som leveranspunkten är utan spänning, eller tid till dess leverans till kunden kan ske via annan transmissionsförbindelse.

På Island är ILE för transmissionsnätet hänfört till leverans från transmissionsnätet. ILE beräknas i leveranspunkt från systemet (220 kV eller 132 kV). ILE knyts till fel som har orsakat avbrottet. I data till Nordelstatistiken har ILE som orsakats av produktions- och distributionssystem borträknats. I distributionssystem registreras även avbrott i transmissions- och distributionssystem som har påverkan på slutförbrukare och ILE. På Island används gemensamma regler, av alla nät, för registrering av fel och ILE

I Norge är ILE refererat till slutförbrukare. ILE beräknas i leveranspunkt som ligger på nedsidan av fördelningstransformator (1 kV) eller annat ställe där slutförbrukare är direkt ansluten. All ILE hänförs till felet som har förorsakat avbrottet. ILE beräknas efter en standardiserad metod, vilken har fastlagts av myndigheten.

I Sverige beräknas ILE från transmissionsnätet med hjälp av den bortkopplade effekten då avbrottet inträffade samt avbrottstiden. Då den bortkopplade effekten ofta ej är känd använder vissa företag istället leveranspunktens märkeffekt (abonnemang) gånger avbrottstiden.

---

## Bilaga 2: Kontaktpersoner i de olika länderna

	Telefon	Telefax
Danmark:		
Hans Peter Elmer I/S Eltra Fjordvej 1-11 DK-7000 Fredericia e-mail: hpe@eltra.dk	+45 7622 4000	+45 7624 5180
Jan Havsager Elkraft System Lautruphøj 7 DK-2750 Ballerup e-mail: hag@elkraft.dk	+45 4487 3508	+45 4487 3510
Finland:		
Matti Lahtinen FINGRID OYJ P.O.Box 530 Arkadiankatu 23 B FIN-00101 Helsinki e-mail: matti.lahtinen@fingrid.fi	+358 30 395 5133	+358 30 395 5199
Island:		
Nils Gústavsson Landsvirkjun Háaleitisbraut 68 IS-103 Reykjavik e-mail: nils@lv.is	+354 515 9159	+354 515 9008
Norge:		
Rune Kristian Mork STATNETT SF Postboks 5192, Maj NO-0302 Oslo e-mail: rune.mork@statnett.no	+47 22 52 74 60	+47 22 52 70 01

---

	Telefon	Telefax
Sverige:		
Thomas Thor	+46 8 7397987	+46 8 7397599
Svenska Kraftnät		
Box 526		
SE-162 15 Vällingby		
e-mail: thomas.thor@svk.se		
Framtagning av rapporten:		
Jørgen S. Christensen	+45 35 300 780	+45 35 300 771
DEFU a.m.b.a.		
Rosenørns Allé 9		
DK-1970 Frederiksber C		
e-mail: jsc@defu.dk		

---

## Bilaga 3: Hänvisning angående statistik för distributionsnät

Nordel sammanfattar inte någon statistik för distributionsnät (spänning < 100 kV). Det existerar emellertid mer eller mindre utvecklade nationella statistikformer för dessa spänningsnivåer.

För närmare upplysningar om dessa hänvisas till:

	Telefon:	Telefax:
För Danmark:		
Morten Mølle Jensen	+45 35 300 781	+45 35 300 771
DEFU a.m.b.a.		
Rosenørns Allé 9		
DK-1970 Frederiksber C		
e-mail: mmj@defu.dk		
För Finland:		
Elina Lehtomäki	+358 9 5305 2406	+358 9 5305 2100
Sähköenergialiitto ry SENER		
Mannerheimintie 76 A		
PL 100		
SF-00101 Helsinki		
e-mail: elina.lehtomaki@energia.fi		
För Island:		
Nils Gústavsson	+354 515 9145	+354 515 9008
Landsvirkjun		
Háaleitisbraut 68		
IS-103 Reykjavik		
e-mail: nils@lv.is		
För Norge:		
EBL Kompetanse	+47 23 20 57 00	+47 23 20 57 49
Sørkedalsveien 10 B		
Postboks 7123 Majorstua		
N-0307 Oslo		
E-post: post@ebl-kompetanse.no		
Internet:www.ebl.no		



---

För Sverige:

Matz Tapper  
Svensk Energi  
SE-101 53 Stockholm

Telefon

+46-8-677 27 26

Telefax

+46-8-677 25 48