

# Årsstatistikk 2016

## Driftsforstyrrelser og feil i 33-420 kV-nettet

### Innholdsfortegnelse

Forord .....	1
Sammendrag .....	2
1. Innledning .....	3
2. Driftsforstyrrelser .....	4
2.1 Antall driftsforstyrrelser og Ikke levert energi (ILE) .....	4
2.2 Antall driftsforstyrrelser og ILE fordelt på utløsende årsak .....	7
2.2.1 Driftsforstyrrelser fordelt på hhv. produksjons- og nettanlegg .....	9
2.2.2 Antall driftsforstyrrelser og ILE med utløsende årsak omgivelser .....	10
2.3 Antall driftsforstyrrelser fordelt på avbruddsvarighet (nettanlegg) .....	13
2.4 Antall driftsforstyrrelser og ILE fordelt på år, uke og døgn .....	14
3. Feil .....	19
3.1 Feil som medfører ILE .....	19
3.2 Fordeling av feil per anlegg og anleggsdel .....	19
3.3 Feil på kraftledning .....	22
3.3.1 Feilfrekvens fordelt på år .....	22
3.3.2 Feilfrekvens fordelt på årstid .....	23
3.3.3 Årsak til feil på kraftledning .....	25
3.4 Feil på kabel .....	26
3.5 Feil på krafttransformator .....	27
3.6 Feil på effektbryter .....	29
3.7 Feil på vern .....	31
3.7.1 Feilfrekvens for vern for kraftledning og kabel .....	32
3.7.2 Feilfrekvens for vern for krafttransformator .....	34
3.7.3 Feil på vern for produksjonsanlegg .....	35
Vedlegg 1 Definisjoner .....	36
Vedlegg 2 Antall anleggsdeler .....	40

## Forord

Årsstatistikken er utarbeidet av Statnett SF, avdeling Feilanalyse. Statistikken er basert på data om driftsforstyrrelser forårsaket av feil i nettanlegg med systemspenning  $\geq 33$  kV, og i tilknyttede produksjonsanlegg. Krav om innrapportering av driftsforstyrrelser er hjemlet i Forskrift om systemansvaret i kraftsystemet, §22, der det heter at *konsesjonær skal analysere og rapportere til systemansvarlig alle driftsforstyrrelser i eget regional- og transmisjonsnett, og i tilknyttede produksjonsenheter. Analysen skal omfatte nødvendige undersøkelser for å avklare hendelsesforløp, årsaker og konsekvenser, og om aktuelle vern og kontrollfunksjoner har fungert tilfredsstillende. Systemansvarlig skal koordinere analysen der hvor flere konsesjonærer er involvert. Systemansvarlig skal etteranalysere og kontrollere alle hendelser rapportert etter første ledd.*

Ansvarlig for registrering og rapportering er eier av feilbefengt anleggsdel, og registreringene skal være foretatt i godkjent FASIT programvare iht. vedtatte definisjoner og retningslinjer for FASIT. Systemansvarlig kontrollerer alle rapporter på disse spenningsnivåene, og ved behov koordinerer analyser der flere konsesjonærer er involvert. Systemansvarlig har også ansvar for å distribuere analyseresultater, samt utarbeide og distribuere statistikk over rapporterte driftsforstyrrelser.

Det utarbeides årlig tre landsdekkende statistikker for det norske kraftsystemet:

- 1 *Driftsforstyrrelser, feil og planlagte utkoplinger i 1-22 kV-nettet*  
Statistikken utgis av Statnett
- 2 *Driftsforstyrrelser og feil i 33-420 kV-nettet (inkl. driftsforstyrrelser pga. produksjonsanlegg)*  
Statistikken utgis av Statnett
- 3 *Avbruddsstatistikk*  
Statistikken utgis av NVE

Statistikkene er basert på samme struktur og definisjoner. Etter som definisjonene legger premisser for innholdet i statistikken, må de som bidrar med data være godt kjent med disse. Også brukere av statistikken bør sette seg inn i definisjonene som statistikken bygger på. Historisk har det vært et skille mellom utarbeidelse av feilstatistikk og avbruddsstatistikk. Statistikkene har noe forskjellig anvendelsesområde samtidig som de utfyller hverandre. Feilstatistikk er system- og komponentorientert, og beskriver alle driftsforstyrrelser i nettet uavhengig av om sluttbruker blir berørt eller ikke. Denne type statistikk er først og fremst beregnet på nettplanleggere, driftspersonell og øvrige fagfolk innen elektrisitetsforsyningen. Avbruddsstatistikk er sluttbrukerorientert, og vil ha større interesse for nettkunder og øvrige samfunnsaktører.

*Referansegruppe for feil og avbrudd*, med representanter fra Statnett, NVE, Energi Norge, SINTEF Energi og tre nettselskap, har som målsetting å utvikle innrapportering, innhold og distribusjon av statistikkene. Gruppen har bl.a. gjort et arbeid med å systematisere og sammenstille sentrale definisjoner knyttet til feil og avbrudd i kraftsystemet. Gjeldende versjon av disse ble utgitt i 2001, og kan lastes ned fra internettsiden [www.fasit.no](http://www.fasit.no). Samme sted finnes også annen informasjon om FASIT og *Referansegruppe for feil og avbrudd*, bl.a. kan tidligere årsstatistikker fra Statnett og NVE lastes ned fra siden.

Oslo, 30. juni 2017

Statnett SF  
Avdeling Feilanalyse  
PB 4904 Nydalen  
0423 Oslo  
tlf. 23 90 34 06  
e-post: [feilanalyse@statnett.no](mailto:feilanalyse@statnett.no)

## Sammendrag

Publikasjonen gir en oversikt over driftsforstyrrelser og feil i 33-420 kV nettet for 2016. Både overføringsanlegg og produksjonsanlegg inngår i statistikken. I tillegg forklares observasjoner og utvikling på et overordnet nivå for å gi leseren noe mer innblikk i statistikkunderlaget.

Det ble i 2016 registrert 812 driftsforstyrrelser, som er lavere antall enn foregående 3 år. Den viktigste forklaringer til dette er påvirkning fra omgivelsene totalt sett har vært noe lavere enn foregående 3 år. Antall rapporterte driftsforstyrrelser i produksjonsanlegg har stabilisert seg noe etter de tiltak NVE og Statnett igangsatte for å øke rapporteringsgraden i 2013.

De vanligste utløsende årsaker finner vi i hovedgruppene *omgivelser* og *teknisk utstyr*, som til sammen er registrert i ca. 60% av driftsforstyrrelsene. Når det gjelder konsekvenser for sluttbrukere er *teknisk utstyr* den største årsaksgruppen med 41 % av ikke levert energi (ILE) i 2016.

Driftsforstyrrelser kan bestå av én eller flere feil. Statistikken for 2016 omfatter til sammen 895 feil, hvorav 468 var *forbigående* og 427 var *varige*. Dette er en nedgang fra 2015, men er på nivå med gjennomsnittlig registrerte feil pr år siste 8 år. Hovedgrunnen til nedgangen i antallet feil på kraftledningsanlegg relateres til færre antall ekstremvær i 2016 enn de siste 3 årene. Flest feil ble registrert på anleggsdelene *kraftledning* (32,4 %), *vern* (13,8 %), *måle- og meldesystem* (7,0 %) og *turbinregulator* (6,1 %).

Feil på spenningsnivåene 33-420 kV medførte til sammen 2087 MWh ILE, noe som er lavere enn i 2015, og godt under gjennomsnittet for siste 8 år. På disse spenningsnivåene vil ILE variere en god del fra år til år, først og fremst som en følge av påvirkning fra ekstremvær og enkelthendelser som rammer store sluttbrukere.

## 1. Innledning

Denne årsstatistikken gir oversikt over driftsforstyrrelser og feil i overføringsanlegg og produksjonsanlegg i det norske 33-420 kV-nettet for 2016. I tillegg inneholder den tilsvarende statistikk fra tidligere år som synliggjør historisk utvikling.

Statistikken er inndelt i to hovedkategorier:

- Driftsforstyrrelser, inkl. ikke levert energi (ILE)
- Feil på anleggsdeler som har medført driftsforstyrrelser, inkl. feilfrekvenser og utløsende årsak for utvalgte anleggsdeler

Vedlegg 1 presenterer en oversikt over definisjoner som ligger til grunn for statistikken. Vedlegg 2 inneholder en oversikt over antall anleggsdeler fordelt på spenningsnivå for utvalgte anleggsdeler.

Av større nasjonale driftsforstyrrelser i 2016 nevnes spesielt følgende:

- Under ekstremværet Tor 29. – 30. januar var det utfall av ca. 25 kraftledninger i transmisjons- og regionalnettet én eller flere ganger, hvorav noen gav avbrudd i forsyningen. Mange tusen var uten strøm som følge av feil på lavere spenningsnivå. 300 kV-ledning Modalen-Refsdal falt ut under uværet og ble liggende ute i en måned.
- Dårlig vær førte til utfall av Viklandet-Ørskog 2. februar. Avbrudd i forsyningen fra Ørskog til Grov og Ålesund, med ILE på til sammen 53 MWh.
- Havareert strømtrafo førte til brann i Halden stasjon 9. mars. 420 kV-ledning Hasle-Halden ble koblet ut i forbindelse med slukkingen. Etter ca. 4 timer var brannen slukket og ledningen innkoblet.
- Det oppstod brann i Viklandet transformator T2 20. mars. Forbruket på Hydro Aluminium Sunndalsøra og Nyhamna falt samtidig ut men kunne laste opp etter ca. 1 time. Reservetransformator ble koblet inn 29.april.
- Feil på en jordkniv medførte utkobling av hele Øvre Årdal stasjon 15. juni. Årdalstangen holdt inne i separatudrift mens Øvre Årdal mistet all produksjon og forbruk. Hydro Årdal var helt uten forsyning i ca. 1,5 timer og delvis uten forsyning i ca. 4 timer. Dette medførte til sammen 541 MWh ILE.
- I starten av november ble Sørlandet og kysten av Telemark og Vestfold utsatt for et værssystem som ga tung snø- og islast på kraftledninger i regionen. Dette medførte flere langvarige avbrudd i forsyningen.
- Ekstremværet Urd rammet Sør-Norge om ettermiddagen 2. juledag. Det var få utfall i transmisjonsnettet men mange sluttbrukere ble strømløse som følge av feil i underliggende nett.
- Om kvelden 30. desember opplevde store deler av Helgeland forsyningsavbrudd på grunn av feil i 132 kV-nettet. Under sterk vind førte trefall til stående jordfeil i nettet. Følgefeil i kontrollanlegg i Nedre Røssåga medførte uønsket vernfrakopling, slik at separatnettet som oppsto fikk effektunderskudd og brøt sammen. Sluttbrukere tilknyttet nettet mellom Sjona og Glomfjord fikk avbrudd i inntil 1 time, til sammen 20 MWh ILE.

## 2. Driftsforstyrrelser

I dette kapitlet presenteres en oversikt over driftsforstyrrelser i 2016 sammenlignet med gjennomsnittet for de siste 8 år (10 år i et par tabeller og figurer). Med driftsforstyrrelse menes *utløsning, påtvungen eller utilsiktet utkobling eller mislykket innkobling som følge av feil i kraftsystemet*. En driftsforstyrrelse kan bestå av én eller flere feil (se definisjoner i Vedlegg 1). Angitt spenningsnivå refererer til nominell systemspenning i nettet der driftsforstyrrelsens primærfeil inntraff (f.eks. 300 kV hvis feilen var på et produksjonsanlegg tilknyttet 300 kV-nettet). Ikke levert energi (ILE) presenteres også i flere tabeller og figurer, og ILE er definert som *beregnet mengde elektrisk energi som ville ha blitt levert til sluttbruker dersom svikt i leveringen ikke hadde inntruffet*.

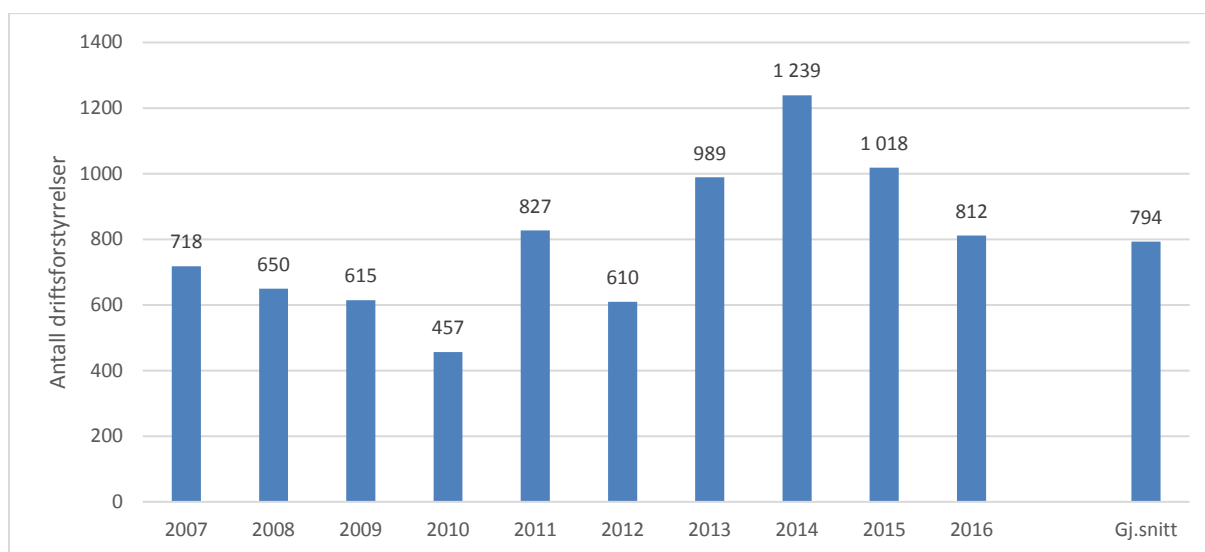
### 2.1 Antall driftsforstyrrelser og Ikke levert energi (ILE)

Det var 812 registrerte driftsforstyrrelser på disse spenningsnivåene i 2016, som til sammen medførte ikke levert energi (ILE) på 2057 MWh. Det er lavere antall enn foregående 2 år, men ligger fortsatt noe over snittet siste 10 år. ILE-mengden var omtrent 50 % lavere i 2016 enn i 2015, og ca. 63 % lavere enn snittet siste 8 år. Året var spesielt preget av ekstremværene *Tor* i slutten av januar og *Urd* i desember som rammet hhv. kysten fra Trøndelag til Vestlandet og Vestlandet/Sørlandet. Lynaktiviteten i 2016 var lav med relativt få driftsforstyrrelser i sommermånedene.

Tabell 2.1 Driftsforstyrrelser med tilhørende ILE fordelt på spenningsnivå

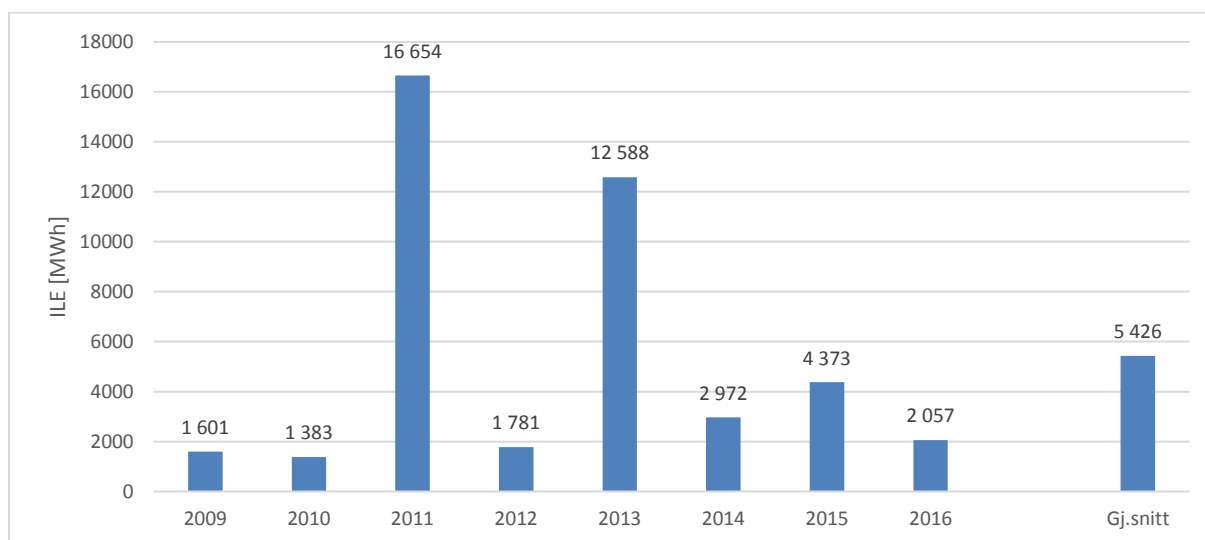
Spenningsnivå ref. primærfeil	Antall driftsforstyrrelser				ILE pga. driftsforstyrrelser			
	Antall		Andel		MWh		Andel	
	2016	Årsgj.snitt 2007-2016	2016	Årsgj.snitt 2007-2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016
<b>420 kV</b>	<b>90</b>	<b>77</b>	<b>11,1 %</b>	<b>9,8 %</b>	<b>76</b>	<b>2 545</b>	<b>3,7 %</b>	<b>46,9 %</b>
Ingen avbrudd	87	73	10,7 %	9,1 %				
Kortvarige avbrudd	0	1	0,0 %	0,1 %	0	7	0,0 %	0,1 %
Langvarige avbrudd	3	4	0,4 %	0,5 %	76	2 538	3,7 %	46,8 %
<b>300-220 kV</b>	<b>130</b>	<b>129</b>	<b>16,0 %</b>	<b>16,2 %</b>	<b>64</b>	<b>253</b>	<b>3,1 %</b>	<b>4,7 %</b>
Ingen avbrudd	121	115	14,9 %	14,5 %				
Kortvarige avbrudd	1	5	0,1 %	0,6 %	0	32	0,0 %	0,6 %
Langvarige avbrudd	8	9	1,0 %	1,1 %	64	221	3,1 %	4,1 %
<b>132 kV</b>	<b>284</b>	<b>251</b>	<b>35,0 %</b>	<b>31,6 %</b>	<b>976</b>	<b>1 474</b>	<b>47,4 %</b>	<b>27,2 %</b>
Ingen avbrudd	217	176	26,7 %	22,1 %				
Kortvarige avbrudd	24	22	3,0 %	2,7 %	21	154	1,0 %	2,8 %
Langvarige avbrudd	43	54	5,3 %	6,8 %	955	1 320	46,4 %	24,3 %
<b>110-33 kV</b>	<b>308</b>	<b>337</b>	<b>37,9 %</b>	<b>42,4 %</b>	<b>941</b>	<b>1 154</b>	<b>45,7 %</b>	<b>21,3 %</b>
Ingen avbrudd	139	136	17,1 %	17,1 %				
Kortvarige avbrudd	73	72	9,0 %	9,1 %	115	64	5,6 %	1,2 %
Langvarige avbrudd	96	129	11,8 %	16,2 %	826	1 090	40,1 %	20,1 %
<b>Sum</b>	<b>812</b>	<b>794</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>2 057</b>	<b>5 426</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

Som Figur 2.1 viser, var antall rapporterte driftsforstyrrelser i 2016 på høyde med snittet siste 10-årsperiode. Her er det verdt å merke seg økt rapporteringsgrad fra kraftprodusenter de siste årene, som i stor grad påvirker de høye tallene mot slutten av perioden. (Se mer om dette i Figur 2.3.)



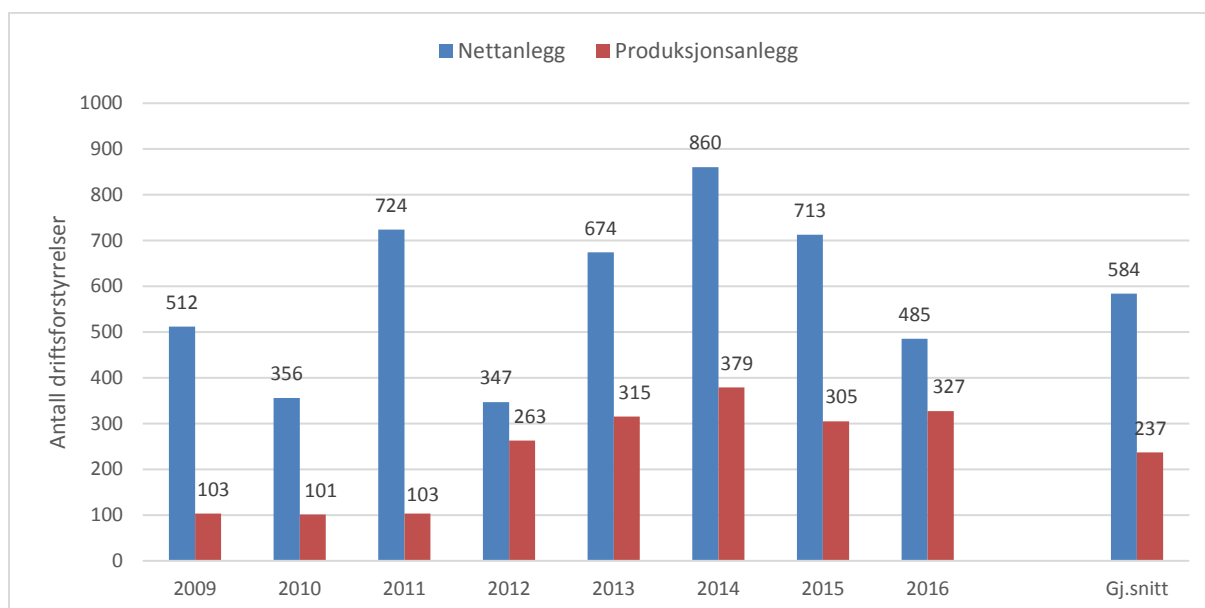
Figur 2.1 Antall driftsforstyrrelser per år i perioden 2007-2016

Figur 2.2 viser ILE i MWh for årene 2009-2016. Mengden i 2016 var relativt lav i forhold til snittet siste 8 år og markant lavere enn 2011 (ekstremværet Dagmar) og 2013 (én enkelt driftsforstyrrelse medførte ILE på over 8500 MWh).



Figur 2.2 ILE per år i perioden 2009-2016

I Figur 2.3 er antall driftsforstyrrelser siste åtte år vist oppdelt på nettanlegg og produksjonsanlegg. Her ser vi tydelig den tidligere omtalte økningen i rapporterte driftsforstyrrelser i produksjonsanlegg de siste fem årene. Det ser imidlertid ut som antall driftsforstyrrelser har flatet ut nå, noe som kan tyde på at 300-400 driftsforstyrrelser i året er et korrekt nivå for produksjonsanlegg. Foreløpig er det relativt få år å basere dette på, så vi må se an trenden de neste par årene før vi kan trekke en mer sikker konklusjon.



Figur 2.3 Antall driftsforstyrrelser per år i perioden 2009-2016, fordelt på hhv. Nettanlegg<sup>1</sup> og Produksjonsanlegg

<sup>1</sup> Nettanlegg omfatter alt unntatt produksjonsanlegg, dvs. følgende typer: HVDC-, kabel-, kompensering-, kraftledning-, samleskinne- og transformatoranlegg

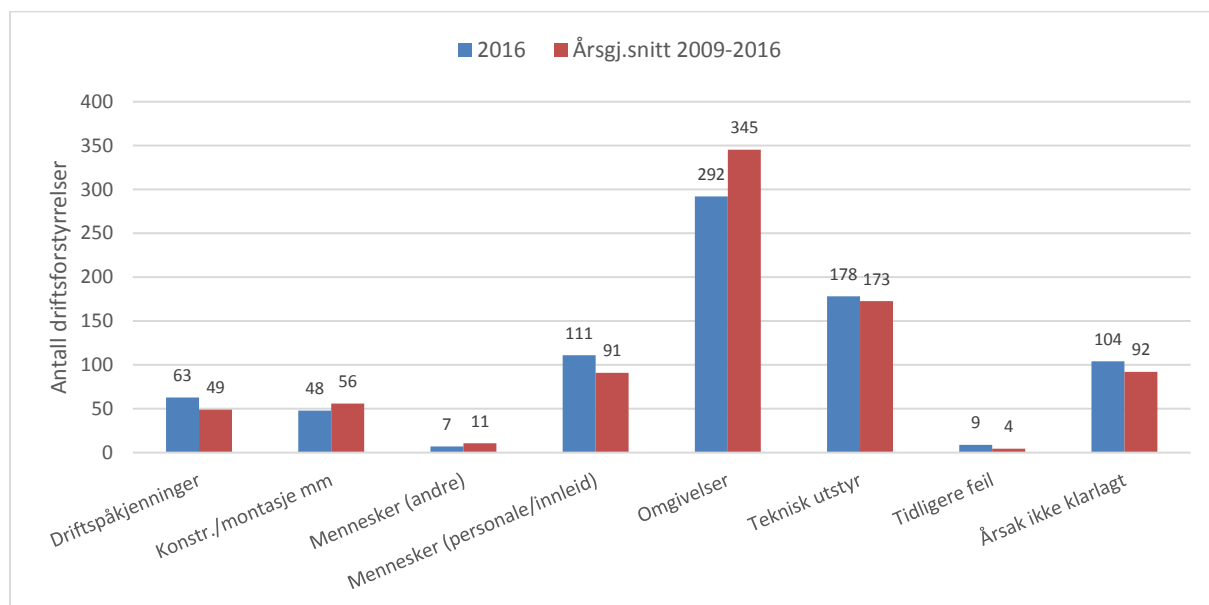
## 2.2 Antall driftsforstyrrelser og ILE fordelt på utløsende årsak

Hovedgruppene *Omgivelser* og *Teknisk utstyr* er de mest vanlige utløsende årsakene, og i 2016 er nær 60% av driftsforstyrrelsene registrert på disse, se Tabell 2.2 og Figur 2.4. Dette samsvarer godt med gjennomsnittet for siste 8 år. Tilsvarende svarer disse to gruppene for over 75 % av ILE, se Figur 2.5.

Tabell 2.2 Driftsforstyrrelser fordelt på utløsende årsak

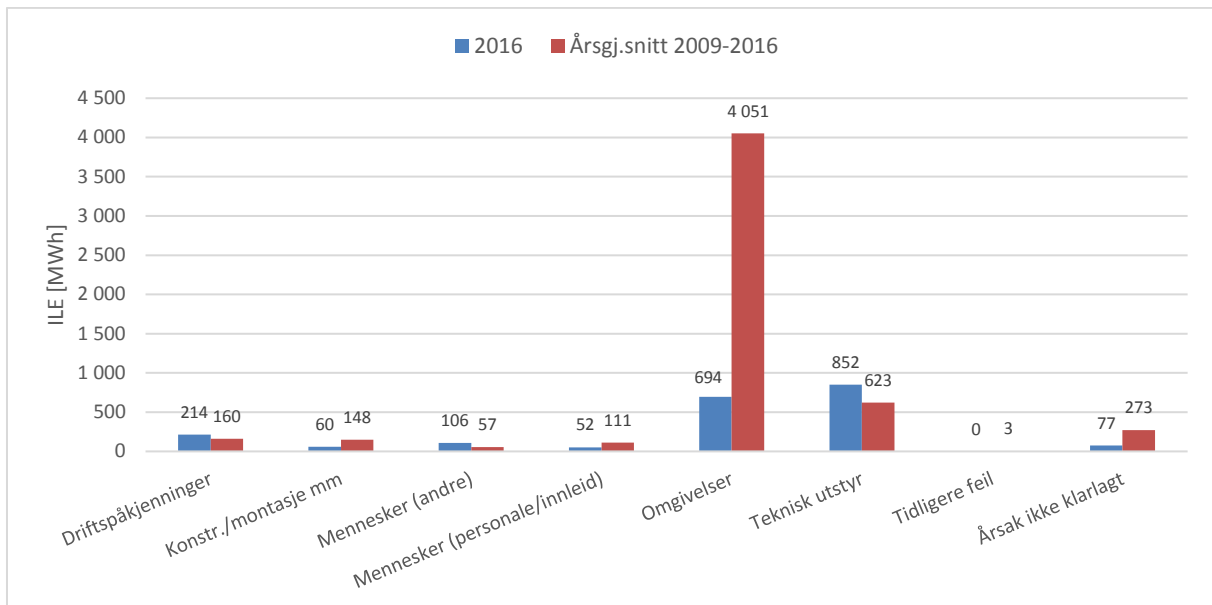
Utløsende årsak (hovedgruppe)	Antall driftsforstyrrelser				ILE pga. driftsforstyrrelser			
	Antall		Andel		MWh		Andel	
	2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016
Driftspåkjenninger	63	49	7,8%	6,0%	214	160	10,4%	3,0%
Konstr./montasje mm	48	56	5,9%	6,8%	60	148	2,9%	2,7%
Mennesker (andre)	7	11	0,9%	1,3%	106	57	5,2%	1,0%
Mennesker (personale/innleid)	111	91	13,7%	11,1%	52	111	2,5%	2,0%
Omgivelser	292	345	36,0%	42,1%	694	4 051	33,7%	74,7%
Teknisk utstyr	178	173	21,9%	21,0%	852	623	41,4%	11,5%
Tidligere feil	9	4	1,1%	0,5%	0	3	0,0%	0,1%
Årsak ikke klarlagt	104	92	12,8%	11,2%	77	273	3,7%	5,0%
<b>Sum</b>	<b>812</b>	<b>821</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>2 057</b>	<b>5 426</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

I 2016 er antall registrerte driftsforstyrrelser innenfor alle hovedårsaker nær gjennomsnittet for siste 8 år.



Figur 2.4 Antall driftsforstyrrelser fordelt på utløsende årsak

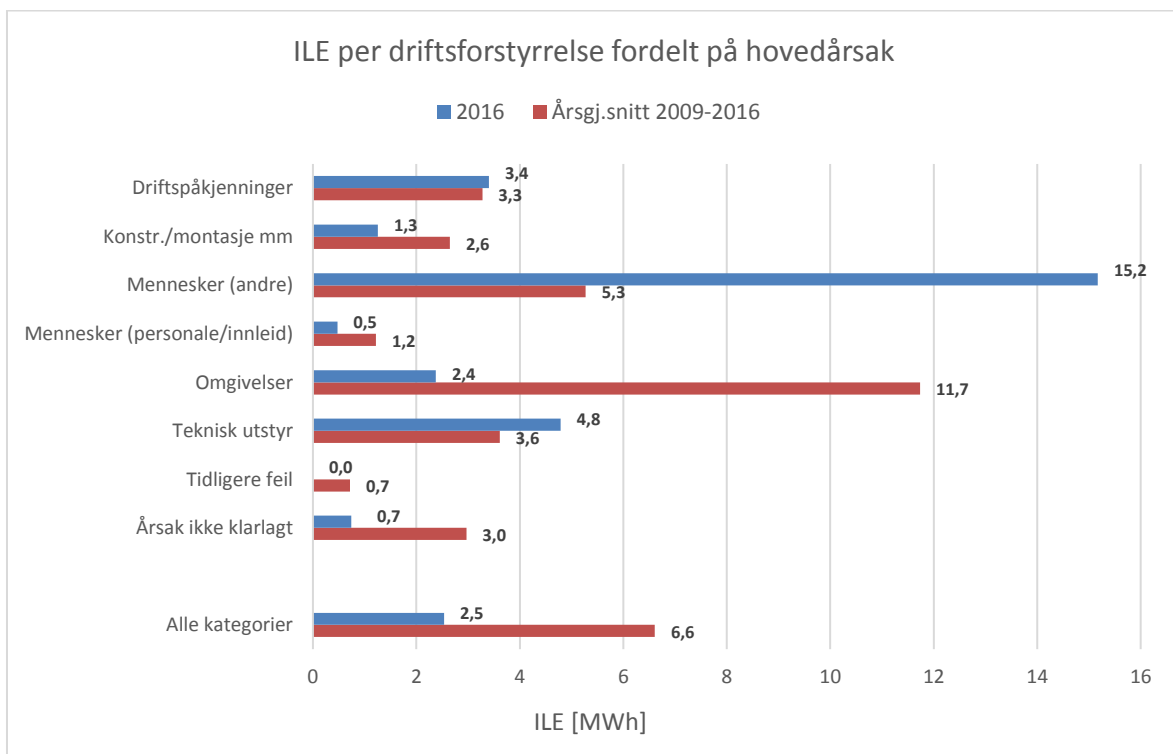




Figur 2.5 ILE fordelt på utløsende årsak

ILE per driftsforstyrrelse fordelt på primærfeilens utløsende årsak er vist i Figur 2.6. Dataunderlaget for denne figuren er alle driftsforstyrrelser, også de som ikke har medført ILE. I 2016 har gruppen *Mennesker (andre)* høyest ILE per driftsforstyrrelse, mot vanligvis gruppen *omgivelser*. Dette skyldes at det er få primærfeil registrert med *Mennesker (andre)* som utløsende årsak (3), og at en av disse har relativt høy ILE (89,2 MWh).

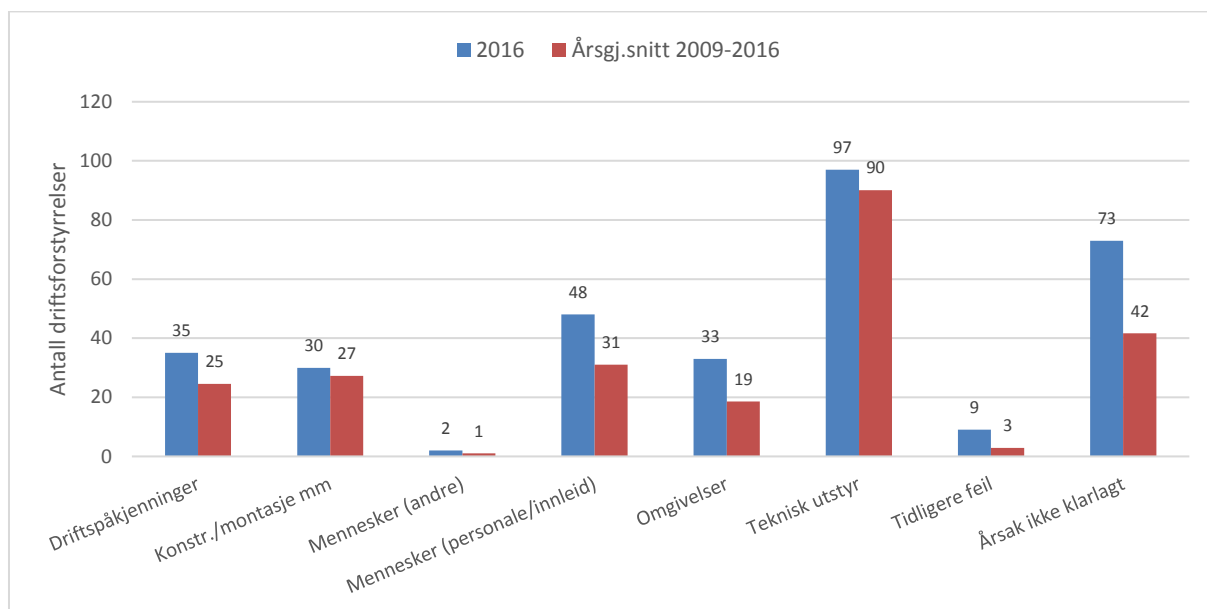
Nederste søyle i figuren viser gjennomsnittlig ILE for alle driftsforstyrrelser, og som vi ser var 2016 et år med lite ILE.



Figur 2.6: Gjennomsnittlig ILE per driftsforstyrrelse fordelt på primærfeilens utløsende årsak (Datagrunnlag er alle driftsforstyrrelser, også de som ikke har medført avbrudd)

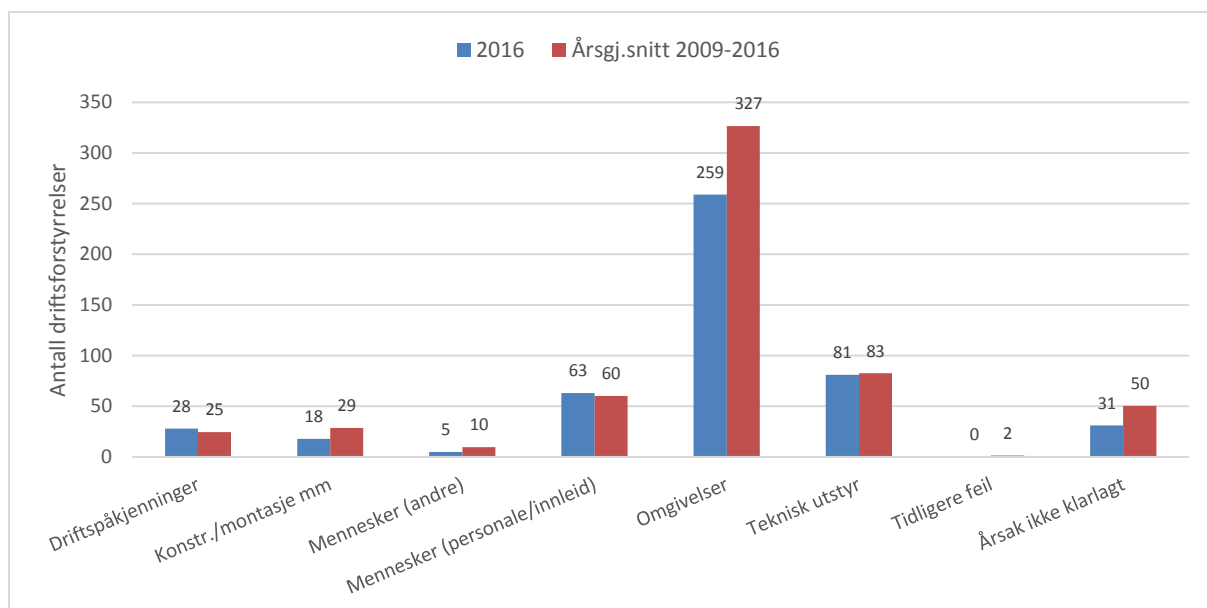
## 2.2.1 Driftsforstyrrelser fordelt på hhv. produksjons- og nettanlegg

Figur 2.7 og Figur 2.8 viser antall driftsforstyrrelser for hhv. produksjon- og nettanlegg. Produksjonsanleggene følger trenden for perioden 2009-2016, men med noe høyere verdier i nesten alle kategorier (først og fremst pga. lavt antall rapporterte driftsforstyrrelser de tre første årene i perioden). *Teknisk utstyr* er dominerende årsak, sammen med *årsak ikke klarlagt*.



Figur 2.7 Antall driftsforstyrrelser på **produksjonsanlegg** fordelt på utløsende årsak

Driftsforstyrrelser i nettanlegg i 2016 følger også tilnærmet trenden for 2009-2016, med *omgivelser* som den dominerende årsaksgruppen. For disse anleggene er det færre driftsforstyrrelser i 2016 enn gjennomsnittet for 2009-2016.



Figur 2.8 Antall driftsforstyrrelser på **nettanlegg** fordelt på utløsende årsak

## 2.2.2 Antall driftsforstyrrelser og ILE med utløsende årsak omgivelser

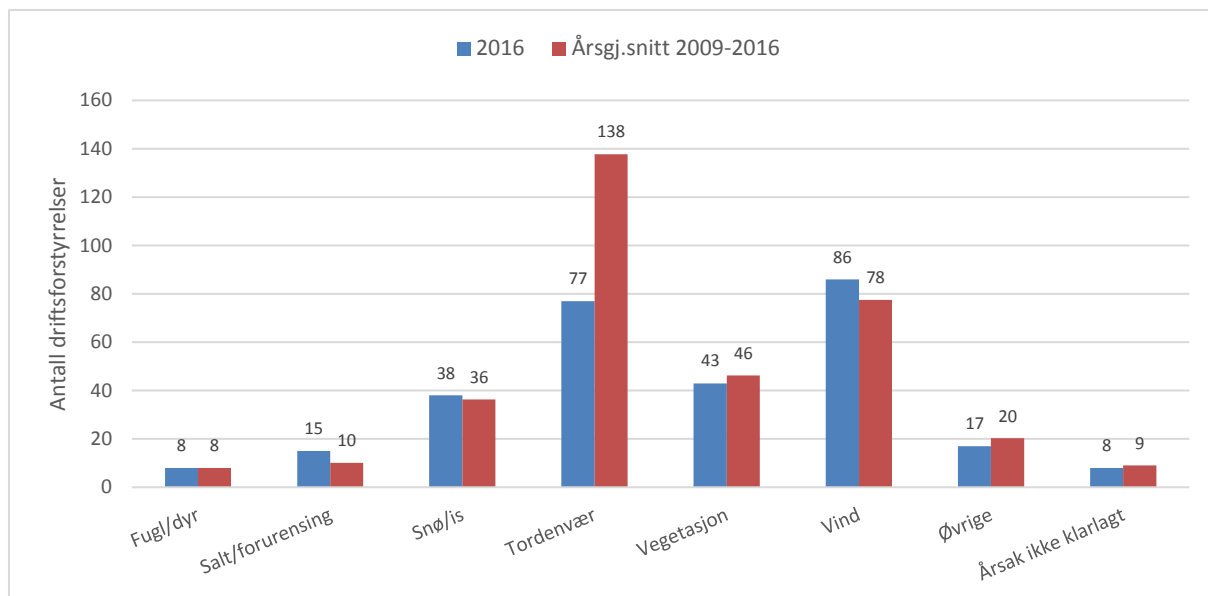
Omgivelser er som vanlig den dominerende utløsende årsaksgruppen for driftsforstyrrelser, se Tabell 2.2. Innenfor denne gruppen var *vind* den hyppigste enkeltårsaken i 2016, etterfulgt av *tordenvær*, *vegetasjon* og *snø/is*, som vist i Tabell 2.3. *Snø/is* er den dominerende utløsende årsak når det gjelder konsekvenser i form av ILE. I tabellen er ILE for hele driftsforstyrrelsen fordelt på utløsende årsak for primærfeilen. Kategorien *årsak ikke klarlagt* består av *ukjent* eller *ikke registrert* detaljårsak. Gruppen *øvrige* er resterende detaljårsaker under omgivelser, og som vi ser forårsaket disse en svært liten andel av driftsforstyrrelsene i 2016 (5,8 %), og begrenset mengde ILE (4,9 %).

Tabell 2.3 Driftsforstyrrelser fordelt på utløsende årsak i hovedgruppe omgivelser

Utløsende årsak: Omgivelser	Antall driftsforstyrrelser				ILE pga. driftsforstyrrelser			
	Antall		Andel		MWh		Andel	
	2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016
Fugl/dyr	8	8	2,7 %	2,3 %	1	10	0,1 %	0,2 %
Salt/forurensing	15	10	5,1 %	2,9 %	7	21	1,0 %	0,5 %
Snø/is	38	36	13,0 %	10,5 %	223	145	32,1 %	3,6 %
Tordenvær	77	138	26,4 %	39,9 %	120	232	17,4 %	5,7 %
Vegetasjon	43	46	14,7 %	13,4 %	156	589	22,4 %	14,5 %
Vind	86	78	29,5 %	22,4 %	127	2 900	18,4 %	71,6 %
Øvrige	17	20	5,8 %	5,9 %	34	123	4,9 %	3,0 %
Årsak ikke klarlagt	8	9	2,7 %	2,6 %	26	32	3,7 %	0,8 %
<b>Sum</b>	<b>292</b>	<b>345</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>694</b>	<b>4 051</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

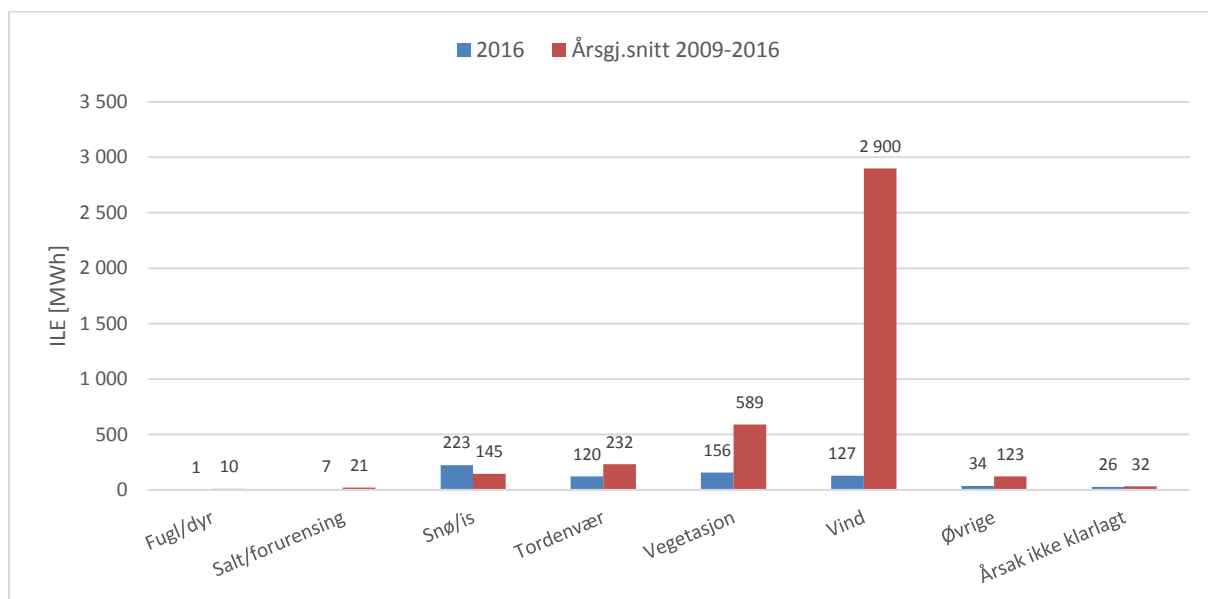
Den relativt høye ILE-mengden i gruppen *Snø/is* i 2016 skyldes i hovedsak én hendelse hos Agder Energi lørdag 5. november, der store snømengder førte til kortslutning på kraftledning. (se Kap. 1 for mer informasjon om driftsforstyrrelsen).

I Figur 2.9 ser vi en halvering i antall driftsforstyrrelser som følge av *tordenvær* i 2016 sammenlignet med gjennomsnittet for siste 8 år. For *vind* ser vi derimot en økning av antallet, mye grunnet ekstremvær i januar og desember.



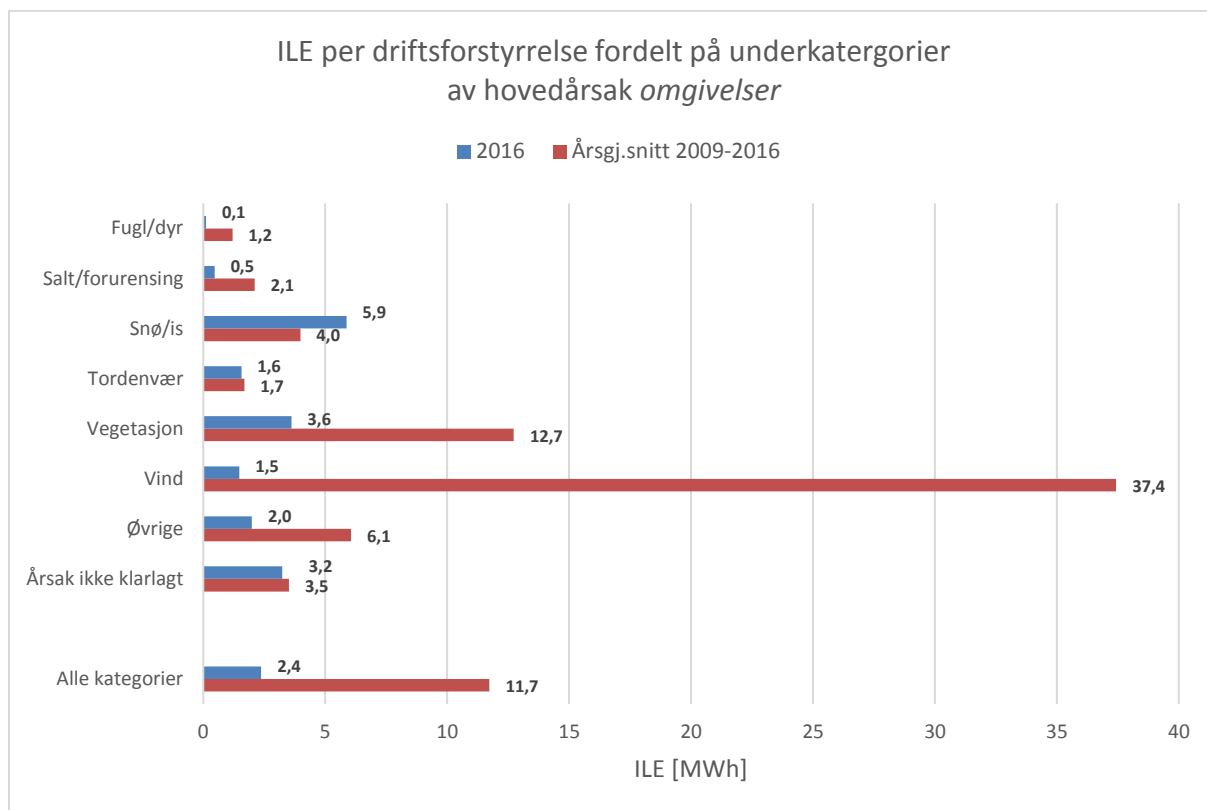
Figur 2.9 Antall driftsforstyrrelser fordelt på utløsende årsak innen hovedgruppe omgivelser

Fordelingen av ILE på utløsende årsak under hovedgruppe *Omgivelser*, som vist i Figur 2.10, viser at *snø/is* medførte mest ILE i 2016. ILE pga. *vind* og *vegetasjon* var en god del mindre enn gjennomsnittet for 2009-2016. Dette skyldes i første rekke at gjennomsnittet er sterkt påvirket av enkelthendelser/ekstremvær. Det er spekulert i om ekstremvær i 2016 kan ha medført mindre konsekvenser enn vanlig på grunn av mer gunstige vindretninger.



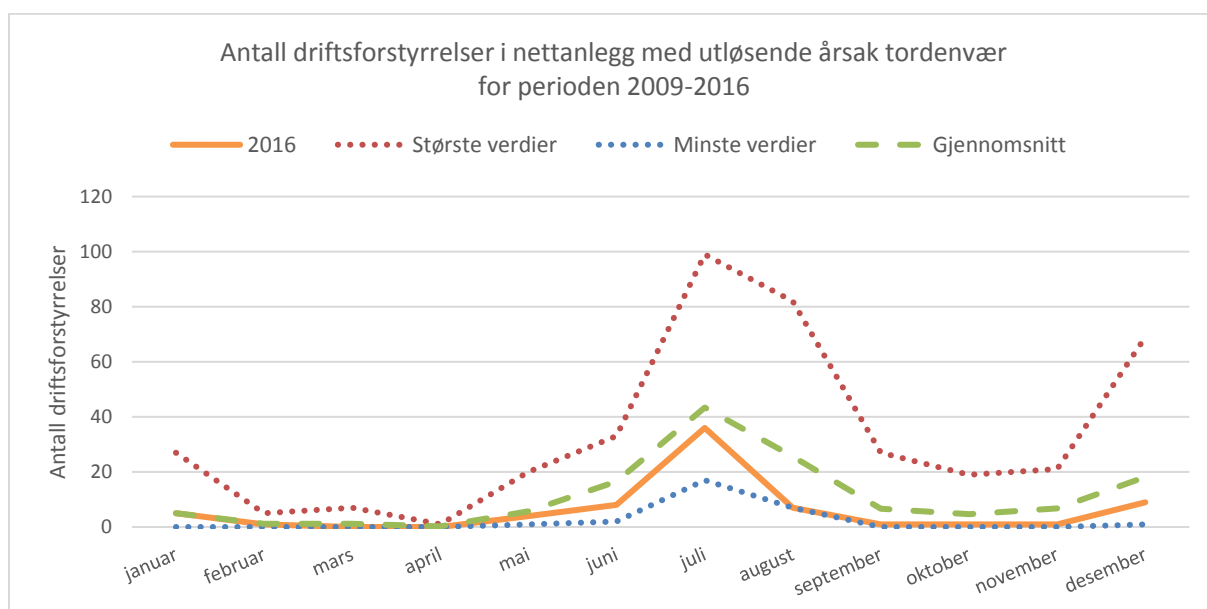
Figur 2.10 ILE fordelt på utløsende årsak innen hovedgruppe omgivelser

Figur 2.11 viser at en driftsforstyrrelse i 2016 i gjennomsnitt medførte 2,4 MWh ILE på disse spenningsnivåene, mot 11,7 MWh i gjennomsnitt for perioden 2009-2016. Den høye verdien for kategorien *Snø/is* i 2016 skyldes som tidligere nevnt i hovedsak driftsforstyrrelser knyttet til det store snøfallet 5. november i Sør-Norge.



Figur 2.11 Gjennomsnittlig ILE per driftsforstyrrelse fordelt på utløsende årsak innen hovedgruppe omgivelser. (Datagrunnlag er alle driftsforstyrrelser, også de som ikke har medført avbrudd).

Figur 2.12 viser hvordan utløsende årsak *tordenvær* har påvirket antall driftsforstyrrelser per måned i perioden 2009-2016. De høye verdiene i juli, august og desember (rød stiplet kurve) er fra 2014.



Figur 2.12 Utløsende årsak tordenvær fordelt over året for nettanlegg i perioden 2009-2016

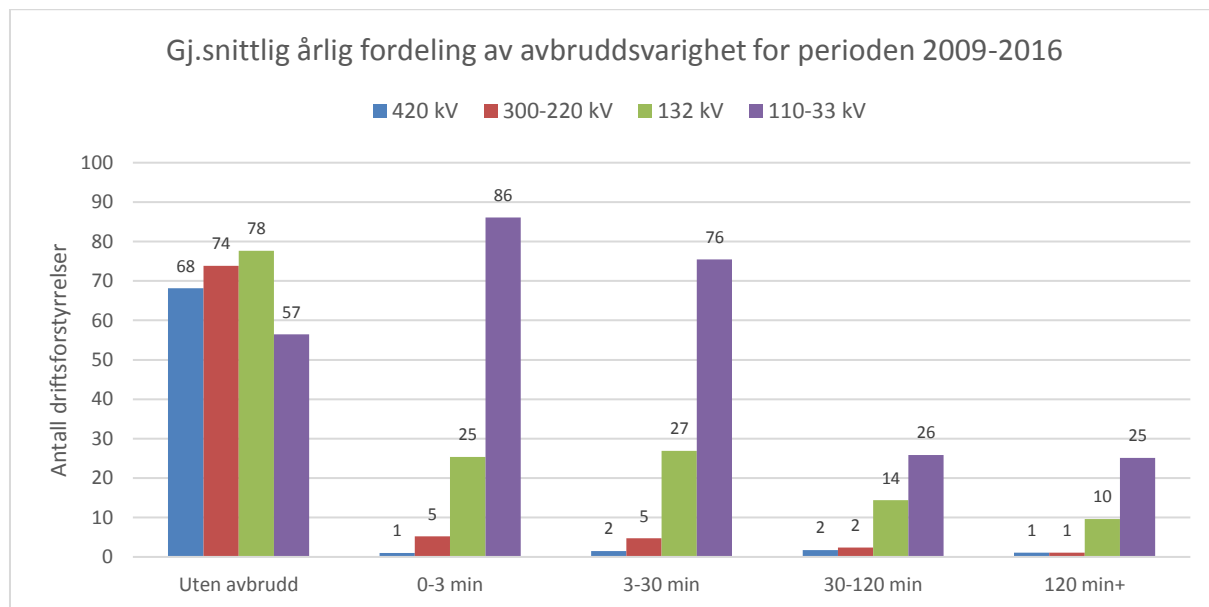
### 2.3 Antall driftsforstyrrelser fordelt på avbruddsvarighet (nettanlegg)

Av totalt 485 driftsforstyrrelser på nettanlegg med systemspenning 33-420 kV medførte 239 (49 %) ikke avbrudd i 2016. Dette er litt høyere enn gjennomsnittet for årene 2009-2016 (47 %). Av driftsforstyrrelser som medførte avbrudd er det omtrent samme fordeling mellom ulike varigheter i 2016 som i gjennomsnittet for perioden 2009-2016. Det vil si at det relativt høye antallet driftsforstyrrelser i 2016 har medført færre avbrudd enn gjennomsnittet for siste 8 år. Til sammenligning førte 99 % av alle driftsforstyrrelser til avbrudd i 1-22 kV-nettet.

Tabell 2.4 Driftsforstyrrelser fordelt på total avbruddsvarighet for **nettanlegg**

Varighet	Antall		Andel	
	2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016
Uten avbrudd	239	276	49,3 %	47,3 %
0-3 min	98	118	20,2 %	20,2 %
3-30 min	85	109	17,5 %	18,6 %
30-120 min	32	44	6,6 %	7,6 %
120 min+	31	37	6,4 %	6,3 %
<b>Sum</b>	<b>485</b>	<b>584</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

Hvis vi ser på gjennomsnittlig antall driftsforstyrrelser med ulik avbruddsvarighet for 2009-2016 fordelt på ulike spenningsnivå, ser vi tydelig i Figur 2.13 at avbruddsvarigheten per driftsforstyrrelse øker med synkende spenningsnivå. Dette er en naturlig følge av at redundansen i nettet som regel er høyest på de høyeste spenningsnivåene. Merk for øvrig at spenningsnivå i Figur 2.13 er referert primærfeilens systemspenning, og ikke nødvendigvis spenningsnivået til den feilen i driftsforstyrrelsen som medførte avbrudd.



Figur 2.13 Antall driftsforstyrrelser fordelt på avbruddsvarighet for **nettanlegg**

Kun 8 % av driftsforstyrrelsene med primærfeil på 420 kV-nivå medførte avbrudd i perioden 2009-2016, mens for 132 kV og 33-110 kV var tilsvarende tall hhv. 50 % og 79 %.

## 2.4 Antall driftsforstyrrelser og ILE fordelt på år, uke og døgn

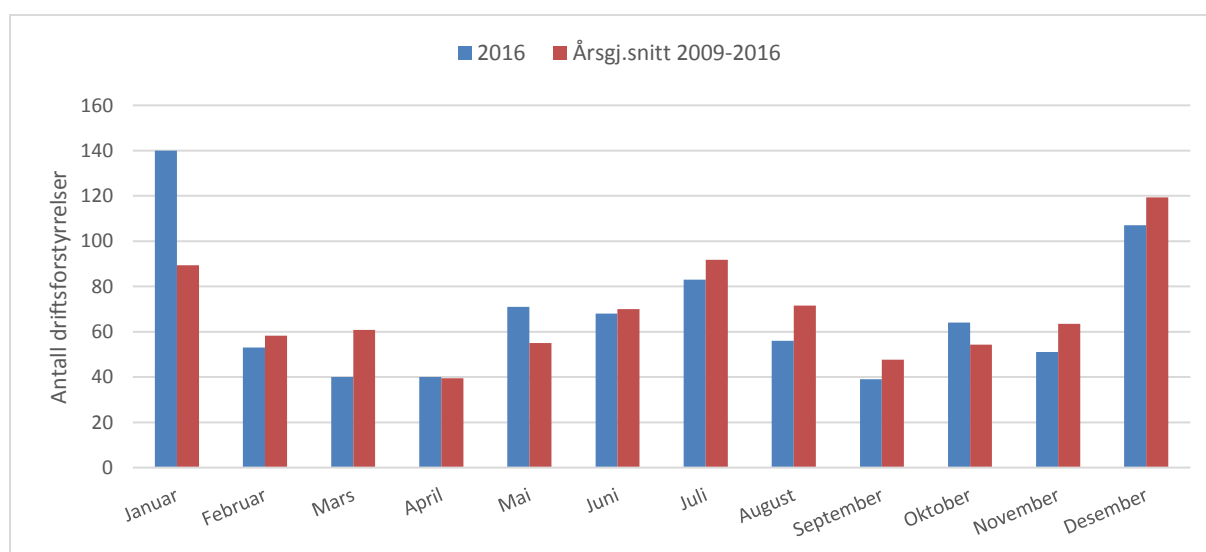
Alle tall i dette kapitlet refererer til det tidspunktet driftsforstyrrelsene startet, dvs. at ILE forårsaket av en driftsforstyrrelse som varer i flere timer i sin helhet er «bokført» på det tidspunktet driftsforstyrrelsen startet.

Fordelingen av antall driftsforstyrrelser over året viser tydelig at vintermånedene januar og desember var måneder med mye dårlig vær i 2016. Antall feil i januar var over 50% høyere enn gjennomsnittet for 2009-2016, se Figur 2.14. I 2016 skyldtes over 60 % av all ILE driftsforstyrrelser i januar, juni og desember, som var sterkt preget av blant annet ekstremværene Tor og Urd (se Figur 2.15).

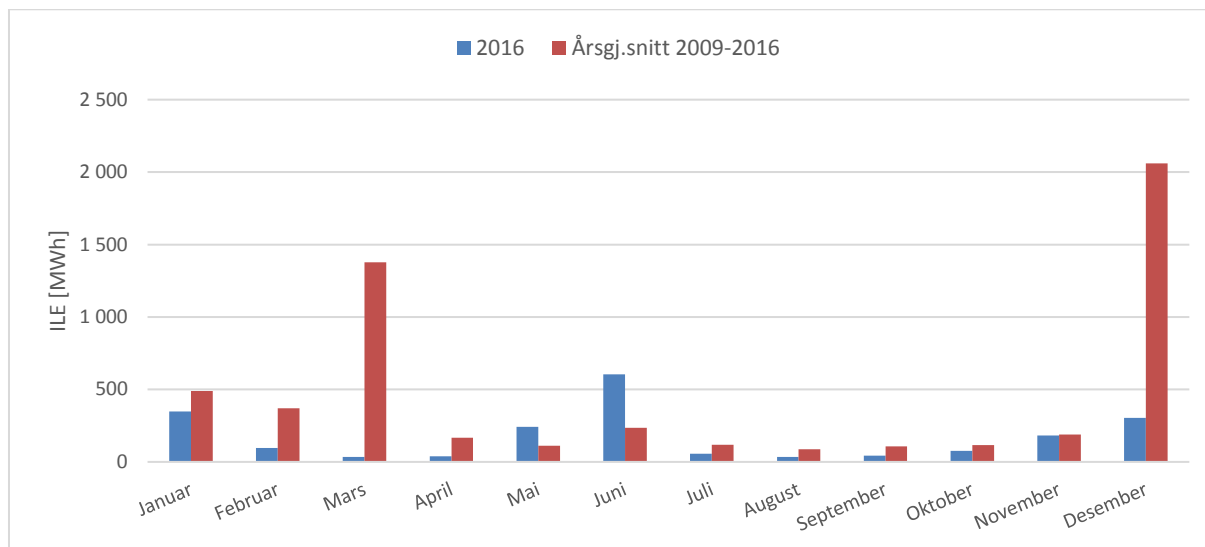
Gjennomsnittstallene for ILE er fortsatt preget av store enkelthendelser/ekstremvær i mars 2013 og desember 2011.

Tabell 2.5 Fordeling av antall driftsforstyrrelser og ILE over året

Måned	Antall driftsforstyrrelser				ILE pga. driftsforstyrrelser			
	Antall		Andel		MWh		Andel	
	2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016
Januar	140	89	17,2 %	10,9 %	348	490	16,9 %	9,0 %
Februar	53	58	6,5 %	7,1 %	96	369	4,6 %	6,8 %
Mars	40	61	4,9 %	7,4 %	34	1 377	1,7 %	25,4 %
April	40	40	4,9 %	4,8 %	40	167	1,9 %	3,1 %
Mai	71	55	8,7 %	6,7 %	242	111	11,8 %	2,0 %
Juni	68	70	8,4 %	8,5 %	603	236	29,3 %	4,4 %
Juli	83	92	10,2 %	11,2 %	56	119	2,7 %	2,2 %
August	56	72	6,9 %	8,7 %	34	88	1,6 %	1,6 %
September	39	48	4,8 %	5,8 %	43	106	2,1 %	2,0 %
Oktober	64	54	7,9 %	6,6 %	76	117	3,7 %	2,2 %
November	51	64	6,3 %	7,7 %	182	188	8,8 %	3,5 %
Desember	107	119	13,2 %	14,5 %	304	2 059	14,8 %	37,9 %
<b>Sum</b>	<b>812</b>	<b>821</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>2 057</b>	<b>5 426</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

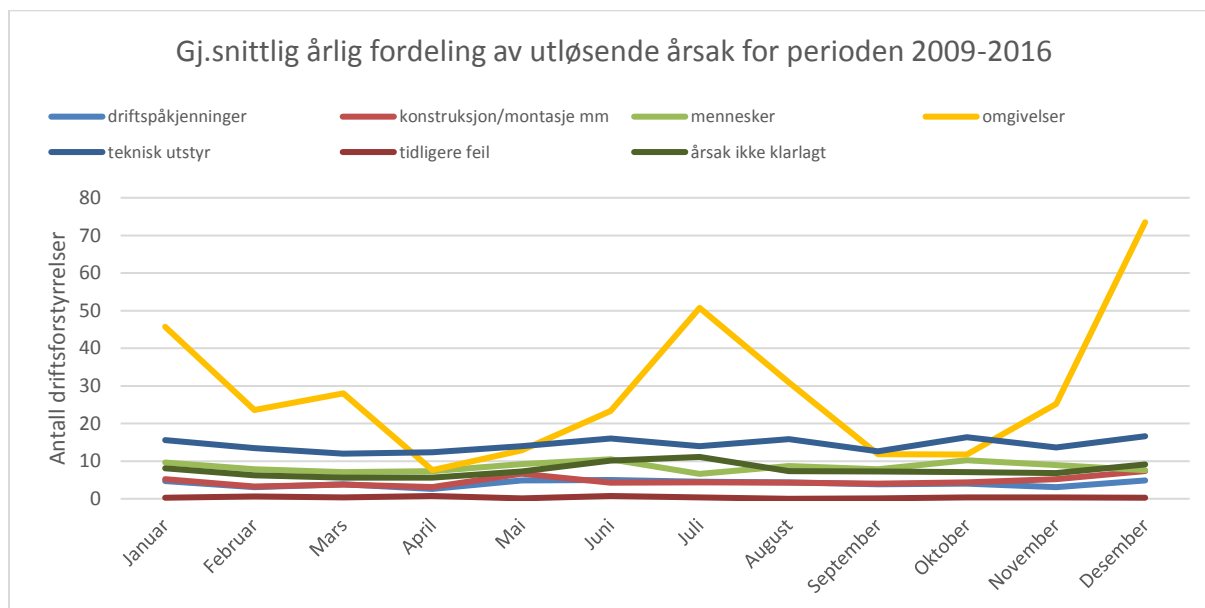


Figur 2.14 Fordeling av driftsforstyrrelser over året



Figur 2.15 Fordeling av ILE som følge av driftsforstyrrelser over året

I Figur 2.16 er det vist hvordan gjennomsnittlig antall driftsforstyrrelser i perioden 2009-2016 fordeler seg over året, fordelt på primærfeilens utløsende årsak (hovedgruppe). Som vi ser er alle årsaksgrupper unntatt *Omgivelser* relativt upåvirket av årstid. Driftsforstyrrelser pga. *Omgivelser* viser derimot en stor variasjon knyttet i hovedsak til uvær (vinter) og lynaktivitet (sommer).



Figur 2.16 Fordeling av utløsende årsak for driftsforstyrrelser over året

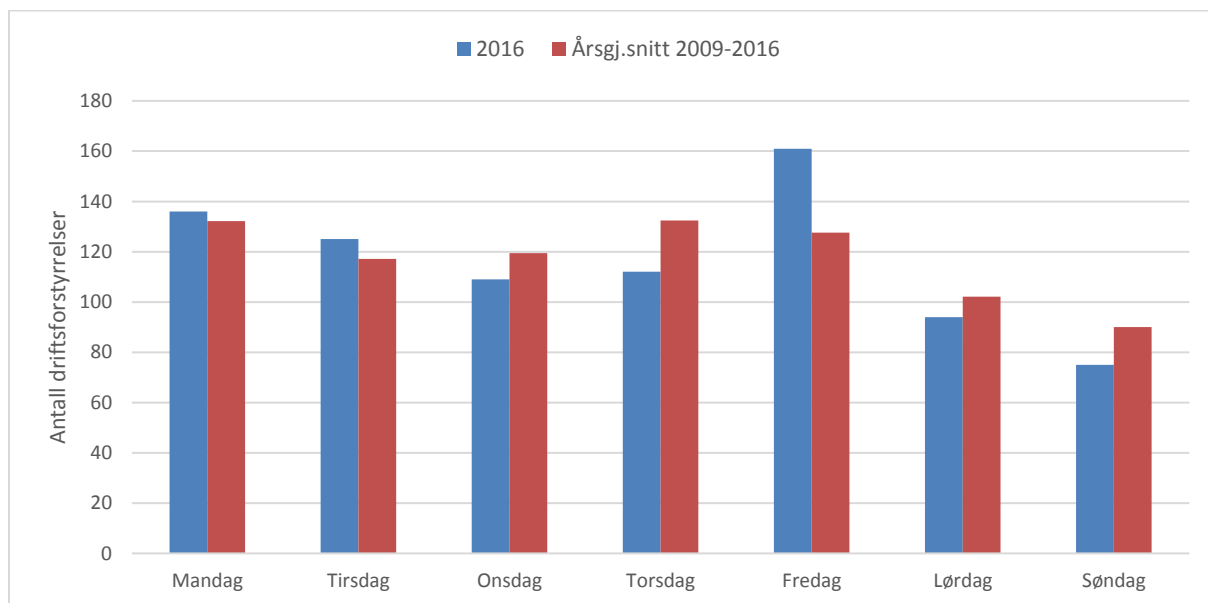
Antall driftsforstyrrelser i 2016 fordelte seg forholdsvis jevnt over ukedagene, med en topp på fredag (se Tabell 2.6 og Figur 2.17). Dette er forholdsvis uvanlig, og årsaken er utelukkende at ekstremværet Tor herjet fredag 29. januar og forårsaket 40% av alle driftsforstyrrelser registrert på fredag i 2016. Ekstremværet Urd inntraff på en mandag, og forårsaket nesten 15 % av alle driftsforstyrrelser på mandag.



Forklaringen på de høye ILE-andelen lørdag og søndag i gjennomsnittet for 2009-2016 er store enkelthendelser og ekstremvær som tilfeldigvis inntraff på disse ukedagene.

Tabell 2.6 *Fordeling av antall driftsforstyrrelser og ILE over uka*

Ukedag	Antall driftsforstyrrelser				ILE pga. driftsforstyrrelser			
	Antall		Andel		MWh		Andel	
	2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016
Mandag	136	132	16,7 %	16,1 %	166	380	8,1 %	7,0 %
Tirsdag	125	117	15,4 %	14,3 %	170	358	8,3 %	6,6 %
Onsdag	109	120	13,4 %	14,6 %	639	461	31,0 %	8,5 %
Torsdag	112	132	13,8 %	16,1 %	174	570	8,4 %	10,5 %
Fredag	161	128	19,8 %	15,5 %	599	304	29,1 %	5,6 %
Lørdag	94	102	11,6 %	12,4 %	217	1 539	10,5 %	28,4 %
Søndag	75	90	9,2 %	11,0 %	93	1 815	4,5 %	33,5 %
<b>Sum</b>	<b>812</b>	<b>821</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>2 057</b>	<b>5 426</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>



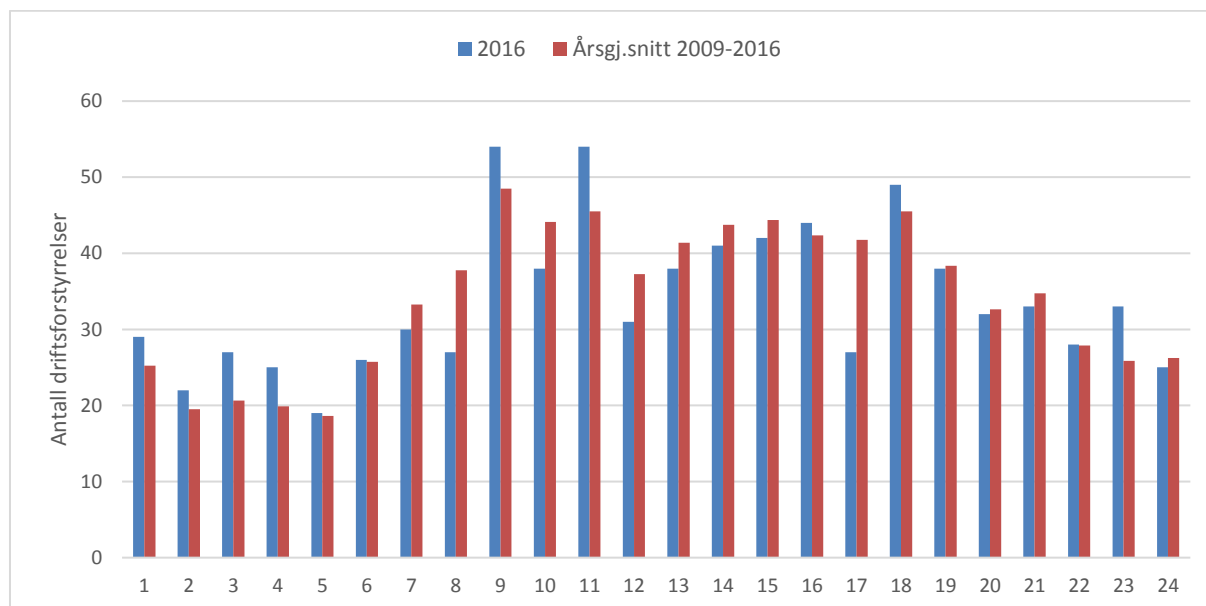
Figur 2.17 *Fordeling av antall driftsforstyrrelser over uka*

Tabell 2.7 og Figur 2.18 viser at fordelingen av antall driftsforstyrrelser over døgnet som vanlig gjenspeiler aktiviteten i samfunnet. Vi ser en klar økning i morgentimene fram til ca. kl. 11 der antall driftsforstyrrelser stabiliserer seg fram til arbeidslutten, for så å synke utover kvelden og natten. I 2016 ser vi også en topp i antall driftsforstyrrelser i time 18, som kan spores tilbake til ekstremværet Tor. Den store ILE-mengden i time 20 i 2016 skyldes til gjengjeld feilen på jordkniv 15. juni kl. 1958, som er omtalt i Kapittel 1.

Tabell 2.7 Fordeling av antall driftsforstyrrelser og ILE over døgnet

Time	Antall driftsforstyrrelser				ILE pga. driftsforstyrrelser			
	Antall		Andel		MWh		Andel	
	2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016
1	29	25	3,6 %	3,1 %	17	53	0,8 %	1,0 %
2	22	20	2,7 %	2,4 %	41	45	2,0 %	0,8 %
3	27	21	3,3 %	2,5 %	4	68	0,2 %	1,3 %
4	25	20	3,1 %	2,4 %	13	107	0,6 %	2,0 %
5	19	19	2,3 %	2,3 %	49	83	2,4 %	1,5 %
6	26	26	3,2 %	3,1 %	46	64	2,3 %	1,2 %
7	30	33	3,7 %	4,1 %	61	79	3,0 %	1,5 %
8	27	38	3,3 %	4,6 %	28	116	1,3 %	2,1 %
9	54	49	6,7 %	5,9 %	23	102	1,1 %	1,9 %
10	38	44	4,7 %	5,4 %	48	54	2,4 %	1,0 %
11	54	46	6,7 %	5,5 %	148	71	7,2 %	1,3 %
12	31	37	3,8 %	4,5 %	78	161	3,8 %	3,0 %
13	38	41	4,7 %	5,0 %	11	90	0,5 %	1,7 %
14	41	44	5,0 %	5,3 %	52	107	2,5 %	2,0 %
15	42	44	5,2 %	5,4 %	44	1 143	2,2 %	21,1 %
16	44	42	5,4 %	5,2 %	27	211	1,3 %	3,9 %
17	27	42	3,3 %	5,1 %	17	174	0,8 %	3,2 %
18	49	46	6,0 %	5,5 %	152	154	7,4 %	2,8 %
19	38	38	4,7 %	4,7 %	99	359	4,8 %	6,6 %
20	32	33	3,9 %	4,0 %	600	429	29,2 %	7,9 %
21	33	35	4,1 %	4,2 %	64	1 178	3,1 %	21,7 %
22	28	28	3,4 %	3,4 %	9	235	0,5 %	4,3 %
23	33	26	4,1 %	3,2 %	270	150	13,1 %	2,8 %
24	25	26	3,1 %	3,2 %	153	191	7,5 %	3,5 %
<b>Sum</b>	<b>812</b>	<b>821</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>2 057</b>	<b>5 426</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

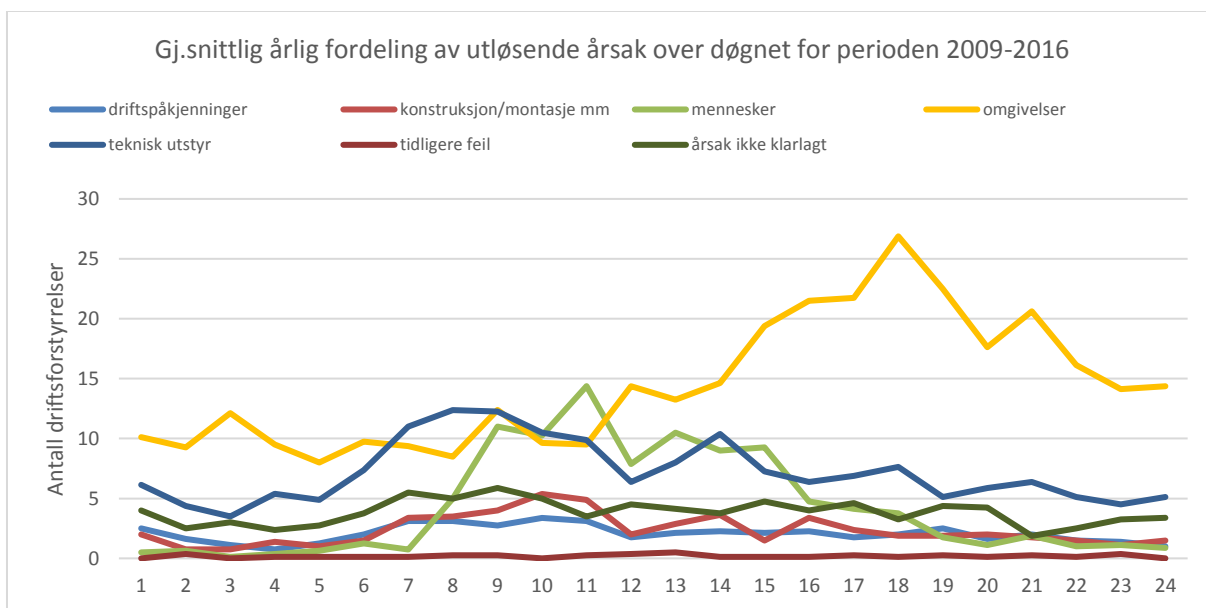
\* Time 1 representerer tidsintervallet fra kl. 00:00:00 til og med kl. 01:00:00, time 2 fra kl. 01:00:00 til og med kl. 02:00:00, osv.



Figur 2.18 Fordeling av driftsforstyrrelser over døgnet  
(Time 1 representerer tidsintervallet fra kl. 00:00:00 til og med kl. 01:00:00, time 2 fra kl. 01:00:00 til og med kl. 02:00:00, osv.)

I Figur 2.19 er det vist hvordan gjennomsnittlig antall driftsforstyrrelser i perioden 2009-2016 fordeler seg over døgnet, fordelt på primærfeilens utløsende årsak (hovedgruppe). Vi ser at *teknisk utstyr* har en økning om morgenen, som sannsynligvis kan forklares med økt belastning og oppstart/innkopling av anleggsdeler i denne perioden. Videre har gruppen *mennesker* en klar økning innenfor arbeidstiden, noe som gjenspeiler at et høyere aktivitetsnivå i samfunnet også påvirker kraftsystemet.

Mer overraskende er det muligens at *omgivelser* har en så markant økning utover ettermiddagen og kvelden. Dette kan sannsynligvis forklares med høy tordenværsaktivitet, som i stor grad er et ettermiddagsfenomen.



Figur 2.19 Fordeling av driftsforstyrrelser over døgnet fordelt på utløsende årsak for perioden 2009-2016 (Time 1 representerer tidsintervallet fra kl. 00:00:00 til og med kl. 01:00:00, time 2 fra kl. 01:00:00 til og med kl. 02:00:00, osv.)

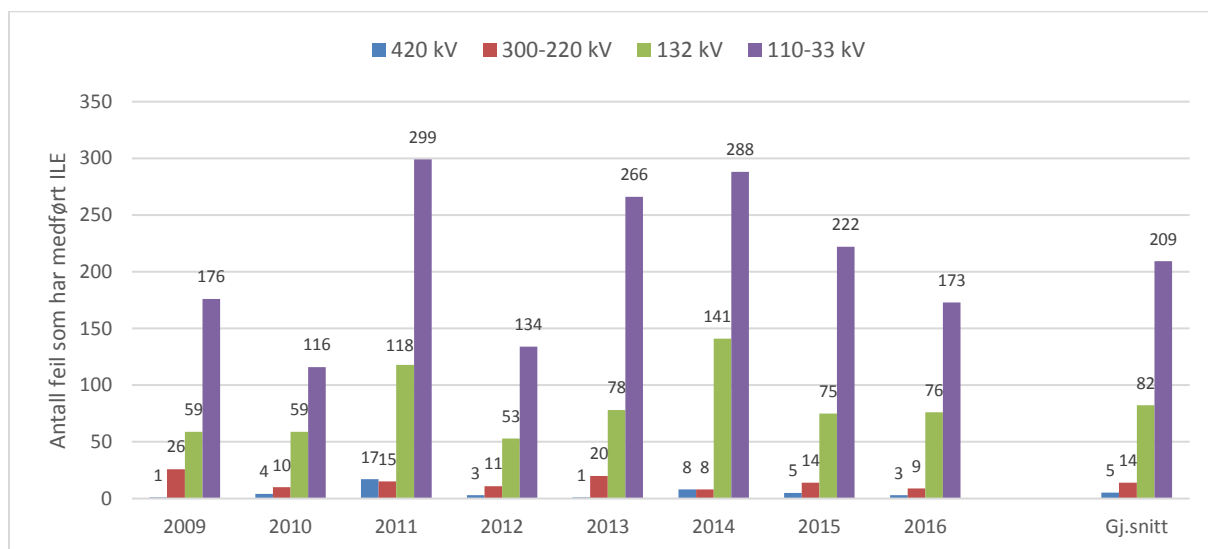
### 3. Feil

I dette kapitlet presenteres registrerte feil under driftsforstyrrelser. Feil betyr at en anleggsdel har manglende eller nedsatt evne til å utføre sin funksjon, og i denne publikasjonen er det kun feil som utløser eller utvider en driftsforstyrrelse (se definisjon i vedlegg 1) som er med i datagrunnlaget. Det skilles mellom forbigående og varige feil. En varig feil er definert som *feil hvor korrigerende vedlikehold (reparasjon) er nødvendig*, mens en forbigående feil er *feil hvor korrigerende vedlikehold ikke er nødvendig*.

Kapittelet gir først en oversikt over antall feil som har medført ILE de siste årene. Videre presenteres en oversikt over feil fordelt på type anlegg og anleggsdel, etterfulgt av feilfrekvens og utløsende årsak for utvalgte anleggsdeler.

#### 3.1 Feil som medfører ILE

I 2016 var det totalt 261 antall feil som medførte ILE. Dette er en nedgang fra 2015 hvor det var 316 feil som medførte ILE og under gjennomsnittet på 309 feil per år for perioden 2009-2016. Figur 3.1 viser en oversikt over antall feil som har medført ILE fordelt på år og spenningsnivå. Antall feil som medførte ILE ligger under gjennomsnittet, noe som kan forklares ut fra en nedgang i totalt antall feil. Dette vises nærmere i kapittel 3.2. Fordelingen i Figur 3.1 viser at størst andel av feil som medfører ILE er forårsaket av anlegg på spenningsnivå 33-110 kV, noe som også er naturlig grunnet mer radiell drift på dette spenningsintervallet.



Figur 3.1 Antall feil som har medført ILE fordelt på år og spenningsnivå for feil

#### 3.2 Fordeling av feil per anlegg og anleggsdel

Tabell 3.1 viser en oversikt over antall feil med tilhørende ILE fordelt på ulike anlegg for 2016 og gjennomsnittet for 2009-2016. Et anlegg avgrenses normalt av effektbrytere. Som eksempel er vanlig praksis at en feil på samleskinne tilhører samleskinneanlegg, mens feil på effektbryter eller ledning er en del av et kraftledningsanlegg. Det var til sammen 895 feil i 2016, hvorav 468 forbigående og 427 varige feil. Dette er lavere enn 2015 med 1139 feil, men nærme gjennomsnittet for perioden 2009-2016 med 921 feil. I 2016 var det flest feil på kraftledningsanlegg og produksjonsanlegg, med hhv 316 og 327 feil. Flere feil i nyere tid kan forklares ut fra forbedrede rutiner for rapportering av feil på produksjonsanlegg (se Figur 2.3).

I tillegg har antall feil på kompenseringer anlegg økt de siste årene, hvor feilene i stor grad fordeler seg på noen få anlegg. Ekstremvær i 2016, spesielt Tor og Urd, påvirker i stor grad antall feil på kraftledning, som for 2016 ligger under gjennomsnittet for perioden. På grunn av lite tordenvær ser vi en nedgang i antall forbigående feil fra 2015 (370) mens det for varige feil er lite endring.

Mengden ILE for feil på kraftledningsanlegg var lavere i 2016 enn gjennomsnittet på grunn av to tidligere år (2011 og 2013) med spesielt høy ILE (tidligere vist i Figur 2.2). Tilsvarende gjelder for kabelanlegg, der én hendelse i 2011 drar opp gjennomsnittet. Når det gjelder andel ILE, var det i 2015 en nedgang for kraftledningsanlegg, mens det var en økning for samleskinneanlegg sammenlignet med tidligere år. ILE på grunn av feil på samleskinneanlegg i 2016 var 29,6 MWh per feil, mot 10,5 MWh per feil i gjennomsnitt for 2009-2016. Dette skyldes særlig enkelthendelsen i Øvre Årdal der en feil på anleggsdel *skillebryter* medførte 59% av ILE-mengden på samleskinneanlegg i 2016.

Tabell 3.1 Fordeling av feil og tilhørende ILE på anlegg

Anlegg	Forbigående feil		Varige feil		Alle feil		ILE pga. feil					
	2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016	MWh		Andel		MWh/feil	
							2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016
HVDC-anlegg	2	4	2	3	4	8	0	0	0,0 %	0,0 %	0,0	0,0
Kabelanlegg	4	5	11	10	15	15	58	86	2,8 %	1,6 %	3,9	5,7
Kompenseringer anlegg	36	32	8	11	44	43	0	5	0,0 %	0,1 %	0,0	0,1
Kraftledningsanlegg	230	308	119	109	349	417	844	4 315	40,5 %	79,9 %	2,4	10,3
Produksjonsanlegg	120	101	227	156	347	256	18	42	0,9 %	0,8 %	0,1	0,2
Samleskinneanlegg	16	20	15	17	31	37	916	385	43,9 %	7,1 %	29,6	10,5
Transformatoranlegg	37	62	38	44	75	106	218	455	10,5 %	8,4 %	2,9	4,3
Annet	23	21	7	6	30	26	32	65	1,5 %	1,2 %	1,1	2,5
Ukjent	0	12	0	0	0	13	0	47	0,0 %	0,9 %	0,0	3,7
<b>Sum</b>	<b>468</b>	<b>565</b>	<b>427</b>	<b>355</b>	<b>895</b>	<b>921</b>	<b>2 087</b>	<b>5 400</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>2,3</b>	<b>5,9</b>

Tabell 3.2 viser en oversikt over feil fordelt på spesifikke anleggsdeler. Flest feil var det på anleggsdelene kraftledning og vern. Feilfrekvens for spesifikke anleggsdeler blir presentert mer detaljert fra kapittel 3.3 til 3.7. Enkelthendelser i 2016 medførte betydelig større ILE enn gjennomsnittet for anleggsdeler som strømtransformator, vern, og som tidligere nevnt skillebryter. For avleder og effektbryter er årets tall betydelig lavere enn gjennomsnittet og begrunnes med enkelthendelser i henholdsvis 2013 og 2010. Dette gjelder også for anleggsdel kabel, som nevnt i forbindelse med Tabell 3.1. Mindre ILE enn gjennomsnittet for transformatoranlegg i 2016 skyldes nedgang for selve anleggsdelen transformator, som vist i Tabell 3.2.

Tilsvarende gjelder for kraftledningsanlegg hvor mindre ILE enn gjennomsnittet på anlegget skyldes nedgang i ILE på anleggsdel kraftledning. Større ILE på vern i forhold til tidligere år skyldes i hovedsak én hendelse i Øvre Årdal der et skillebryterfelt i koblingsanlegget blåste ut (se omtale i Kapittel 1).

Det er verdt å merke seg at ILE knyttet til produksjonsanlegg nesten alltid er knyttet til mislykket overgang til separatnett. Dette skyldes som regel uønskede vernutløsninger eller at feil i turbinregulator gir stopp av aggregatet.

**Tabell 3.2 Fordeling av feil og tilhørende ILE på anleggsdel**

Anleggsdel	Antall km / anl.del 2016	Forbigående feil			Varige feil			Alle feil			ILE pga. feil			
		Antall feil 2016	Feil pr. 100 anl.del / år		Antall feil 2016	Feil pr. 100 anl.del / år		Antall feil 2016	Feil pr. 100 anl.del / år		MWh		MWh/feil	
			2016	Årsgj.snitt 2009-2016		2016	Årsgj.snitt 2009-2016		2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016
		2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	2016	Årsgj.snitt 2009-2016	2016	2009-2016	2016	2009-2016
Anleggsdeler i vannvei	-	5			11			16			0	0	0,0	0,0
Avleder	-	2			8			10			67	149	6,7	17,0
Brannteknisk anlegg	-	2			1			3			0	3	0,0	0,6
Datautstyr	-	1			6			7			0	3	0,0	0,3
Effektbryter	7 002	18	0,26	0,28	6	0,09	0,18	24	0,34	0,46	37	78	1,5	2,6
Fjernstyring	-	2			2			4			3	11	0,8	2,3
Generator	659	11	1,67	1,50	19	2,88	2,45	30	4,55	3,95	0	0	0,0	0,0
Hf-sperre	-	0			0			0			0	0	0,0	0,0
1) HVDC, øvrig	-	0			2			2			0	0	0,0	0,0
2) Kabel	1 731	2	0,12	0,12	14	0,81	0,79	16	0,92	0,91	77	149	4,8	11,7
Kjølevannsanlegg	-	2			25			27			0	0	0,0	0,0
Kondensatorbatteri	-	1			2			3			0	3	0,0	0,7
Koplingsutstyr	-	2			12			14			25	73	1,8	4,2
2) Kraftledning	30 954	201	0,65	0,86	89	0,29	0,27	290	0,94	1,13	675	3 760	2,3	11,0
Magnetiseringsutstyr	659	7	1,06	0,53	2	0,30	0,87	9	1,37	1,40	0	0	0,0	0,0
Måle- og meldesystem	-	19			44			63			10	30	0,2	0,7
Reaktor	-	1			0			1			0	2	0,0	1,1
Roterende fasekompensator	-	2			0			2			0	0	0,0	0,0
Samleskinne/føring	-	1			10			11			174	204	15,9	17,9
SF6-anlegg	-	0			0			0			0	2	0,0	4,8
Signaloverføring	-	11			12			23			4	122	0,2	11,2
Sikring	-	0			0			0			0	0	0,0	0,0
3) Skillebryter	-	5			3			8			546	117	68,3	12,3
Slukkespole	-	0			1			1			18	5	18,1	4,5
Smøreoljesystem	-	0			9			9			0	0	0,0	0,0
Spenningsregulator	-	2			2			4			0	10	0,0	2,3
Spenningstransformator	-	2			5			7			56	93	8,1	9,6
Stasjonsforsyning	-	7			3			10			0	2	0,0	0,1
Strømtransformator	-	1			9			10			53	32	5,3	4,2
SVC	-	7			2			9			0	0	0,0	0,0
Systemfeil	-	19			5			24			13	60	0,5	2,8
Transformator	2 942	4	0,14	0,36	12	0,41	0,51	16	0,54	0,87	52	150	3,2	6,3
Trykkluftanlegg	-	0			1			1			0	0	0,0	0,0
Turbin	659	5	0,76	0,80	12	1,82	1,50	17	2,58	2,30	0	0	0,0	0,0
Turbinregulator	659	22	3,34	2,18	33	5,01	2,92	55	8,35	5,11	0	32	0,0	1,0
Tømme- og lenseanlegg	-	0			1			1			0	0	0,0	0,0
Ventilsystem	659	1	0,15	0,15	0	0,00	0,57	1	0,15	0,72	0	0	0,0	0,0
Vern	-	69			55			124			268	215	2,2	1,9
Anleggsdel ikke identifisert	-	34			9			43			7	93	0,2	1,6
<b>Sum</b>		<b>468</b>			<b>427</b>			<b>895</b>			<b>2 087</b>	<b>5 400</b>	<b>2,3</b>	<b>5,9</b>

1) Gjelder anleggsdeler som er særegne for HVDC-anlegg, gjelder ikke anleggsdeler som finnes i øvrige anlegg som f.eks. reaktor og kondensatorbatteri.

2) Antall anleggsdeler for kraftledning og kabel er oppgitt i km. Feil per 100 anleggsdel / år er oppgitt som feil per 100 km/år.

3) Gjelder kun magnetiseringsutstyr tilknyttet produksjonsanlegg

4) Skillebryter inkluderer lastskillebryter.

5) Tidligere navn "SVC (TCR)". SVC skiller seg fra konvensjonell reaktor og kondensatorbatteri ved at kompenseringssystemet styres ved hjelp av kraftelektronikk.

6) Systemfeil er definert som "Tilstand karakterisert ved at en eller flere kraftsystemparametere har overskredet gitte grenseverdier uten at det har oppstått feil på bestemte enheter".

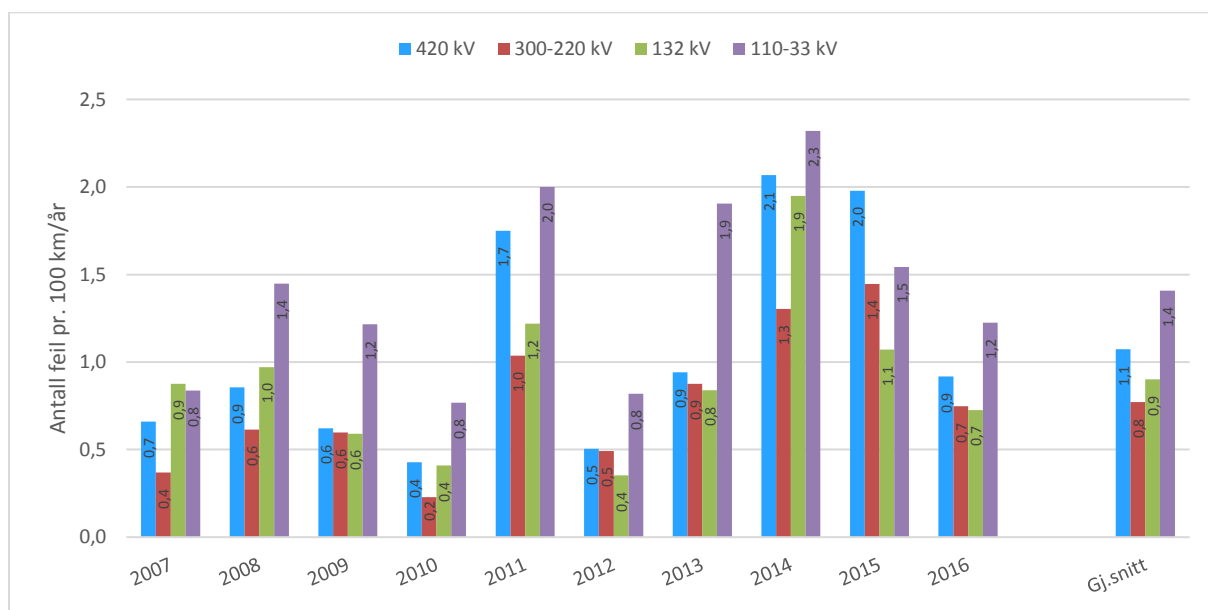
### 3.3 Feil på kraftledning

Tabell 3.2 fra forrige kapittel viser at det til sammen var 290 feil på anleggsdelen kraftledning i 2016, fordelt på hhv 201 forbigående og 89 varige feil. Dette er en nedgang fra 2015 hvor antall feil på kraftledning til sammen var 431.

Det er store sesongvariasjoner i feil på kraftledning. Av alle spenningsintervall i rapporten har 420 kV den høyeste feilfrekvensen for forbigående feil i vintermånedene. Lavere spenningsnivå har relativt høy feilfrekvens fordelt over både sommer- og vintermånedene. Hvis man ser hele året under ett er det høyest feilfrekvensen på 33-110 kV, etterfulgt av 420 kV. *Omgivelser* dominerer som utløsende årsak til feil på kraftledning, fordelt videre på underkategoriene *tordenvær*, *vind*, *snø/is* og *vegetasjon*.

#### 3.3.1 Feilfrekvens fordelt på år

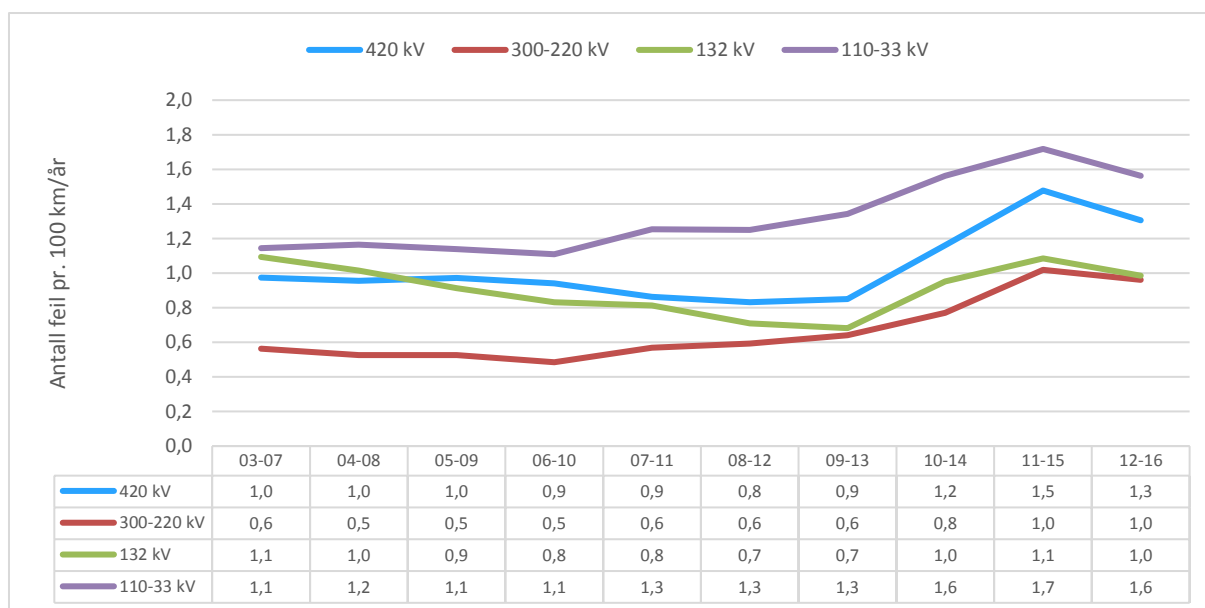
Figur 3.2 viser feilfrekvens fordelt på spenningsnivå og år. Samtlige spenningsnivå presentert i figuren viser en nedgang i feilfrekvens i 2016 i forhold til 2015. Feilfrekvensen for 2016 ligger under gjennomsnittet for perioden 2007-2016. Figur 3.2 viser også stor variasjon fra år til år. Dette fordi antall feil på kraftledning i stor grad er påvirket av omgivelsesrelaterte årsaker, gjerne som følge av ekstremvær og lynaktivitet.



Figur 3.2 Feilfrekvens for kraftledning fordelt på år og spenningsnivå

For å glatte ut årlige variasjoner, gi en mer riktig trend og en bedre tilpasning til Entso-E Nordic-statistikken<sup>2</sup>, er det i Figur 3.3 vist et glidende gjennomsnitt for 5-årsperioder siden 2003. Ekstremvær og tordenvær fra tidligere år har medført en stigende trend når det gjelder feilfrekvens for kraftledning på alle spenningsnivå. For 2016 ser vi at feilfrekvensen synker for alle spenningsnivå, noe som henger sammen med få feil i kombinasjon med at toppåret 2011 utgår. Høyest feilfrekvens over tid har kraftledning på 33-110 kV og 420 kV.

<sup>2</sup> <https://www.entsoe.eu/publications/system-operations-reports/nordic/Pages/default.aspx>



Figur 3.3 Feilfrekvens for kraftledning vist som glidende 5 års gjennomsnitt

### 3.3.2 Feilfrekvens fordelt på årstid

Tabell 3.3 viser feilfrekvens på kraftledning for perioden 2009-2016 fordelt på årstider hvor fordelingen er som følger: Vinter (desember, januar, februar), vår (mars, april, mai), sommer (juni, juli, august) og høst (september, oktober, november). Innhold i Tabell 3.3 er vist grafisk i Figur 3.4 og Figur 3.5.

Tabell 3.3 Feilfrekvens for kraftledning fordelt på årstid

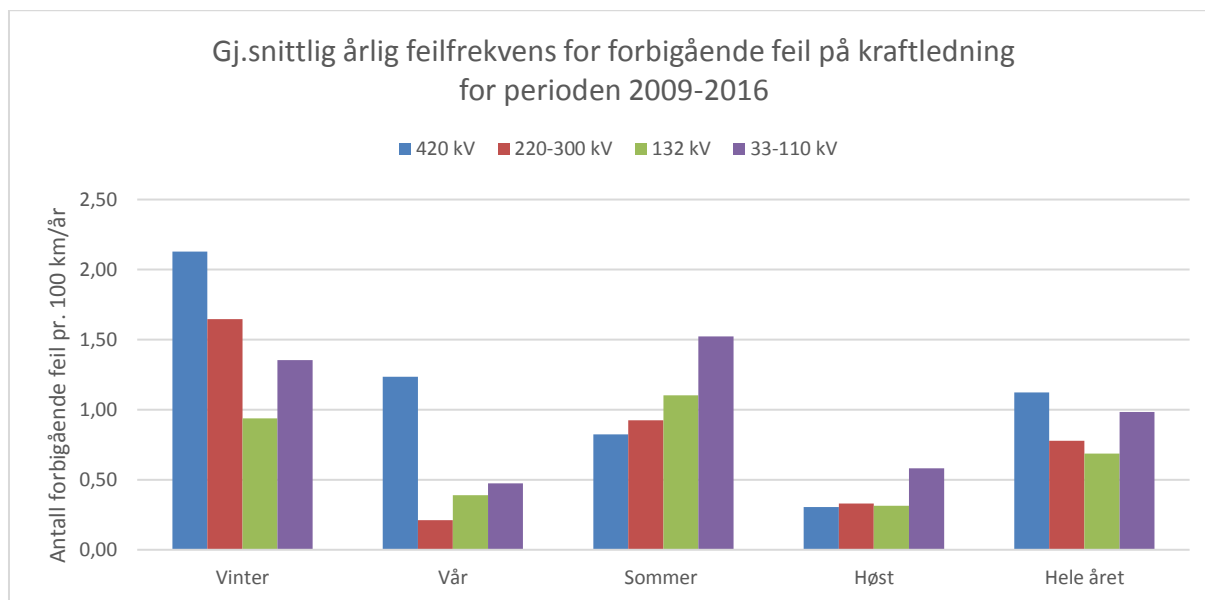
Feilfrekvens per 100 km kraftledning for perioden 2009-2016												
Årstid	420 kV			220-300 kV			132 kV			33-110 kV		
	Forbigående	Varig	Totalt	Forbigående	Varig	Totalt	Forbigående	Varig	Totalt	Forbigående	Varig	Totalt
Vinter	2,13	0,13	2,25	1,65	0,11	1,76	0,94	0,41	1,35	1,35	1,02	2,38
Vår	1,23	0,05	1,29	0,21	0,02	0,23	0,39	0,12	0,51	0,47	0,28	0,75
Sommer	0,82	0,00	0,82	0,92	0,07	1,00	1,10	0,15	1,26	1,52	0,28	1,80
Høst	0,30	0,04	0,34	0,33	0,00	0,33	0,31	0,14	0,46	0,58	0,39	0,97
<b>Hele året</b>	<b>1,12</b>	<b>0,05</b>	<b>1,18</b>	<b>0,78</b>	<b>0,05</b>	<b>0,83</b>	<b>0,69</b>	<b>0,21</b>	<b>0,89</b>	<b>0,98</b>	<b>0,49</b>	<b>1,47</b>

For 420 kV kraftledning oppstår flest feil vinterstid etterfulgt av våren. Når man ser hele året under ett, er det vind som forårsaker flest feil på dette spenningsnivået, som vist i Figur 3.7. Det bør tas med i betraktningen at feil kan skyldes en kombinasjon av flere årsaker. Eksempelvis vil trefall over kraftledning som følge av vind ha utløsende årsak *vegetasjon* med medvirkende årsak *vind*.

For 220-300 kV fordeler flest feil seg på vinter og sommer, hovedsakelig som følge av årsakene *vind* og *tordenvær*. Feil på 132 kV kraftledning fordeler seg også hovedsakelig mellom vinter og sommer, med flest feil registrert med *tordenvær* som utløsende årsak etterfulgt av *vind* og *vegetasjon*.

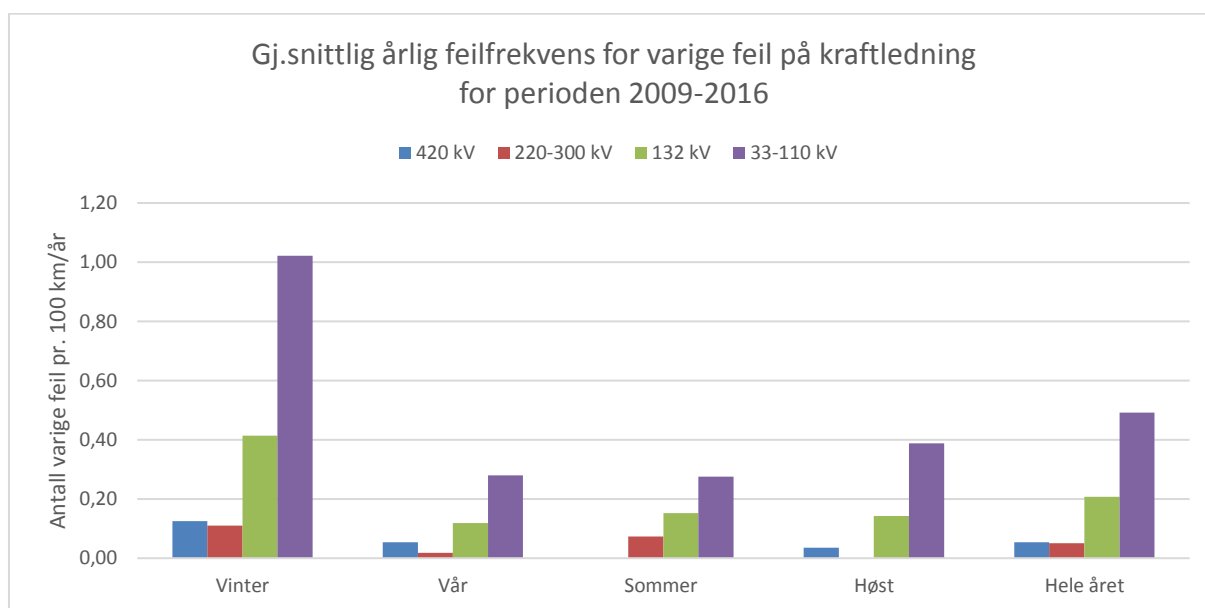


Feilfrekvens for forbigående feil på kraftledning (Figur 3.4) varierer relativt lite med spenningsnivå når vi ser hele året under ett. Ser vi på årstidene hver for seg, observerer vi at 420 kV-ledninger har høyere feilfrekvens for forbigående feil om vinteren og våren, mens 132 kV og 33-110 kV har flest feil om sommeren. Dette har sammenheng med at *tordenvær*, som typisk medfører forbigående feil, er hyppigste utløsende feilårsak på de laveste spenningsnivåene, mens *vind*, som oftere gir varig feil, forårsaker flest feil på de høyeste spenningsnivåene.



Figur 3.4 Gjennomsnittlig årlig feilfrekvens for forbigående feil på kraftledning fordelt på årstid for perioden 2009-2016

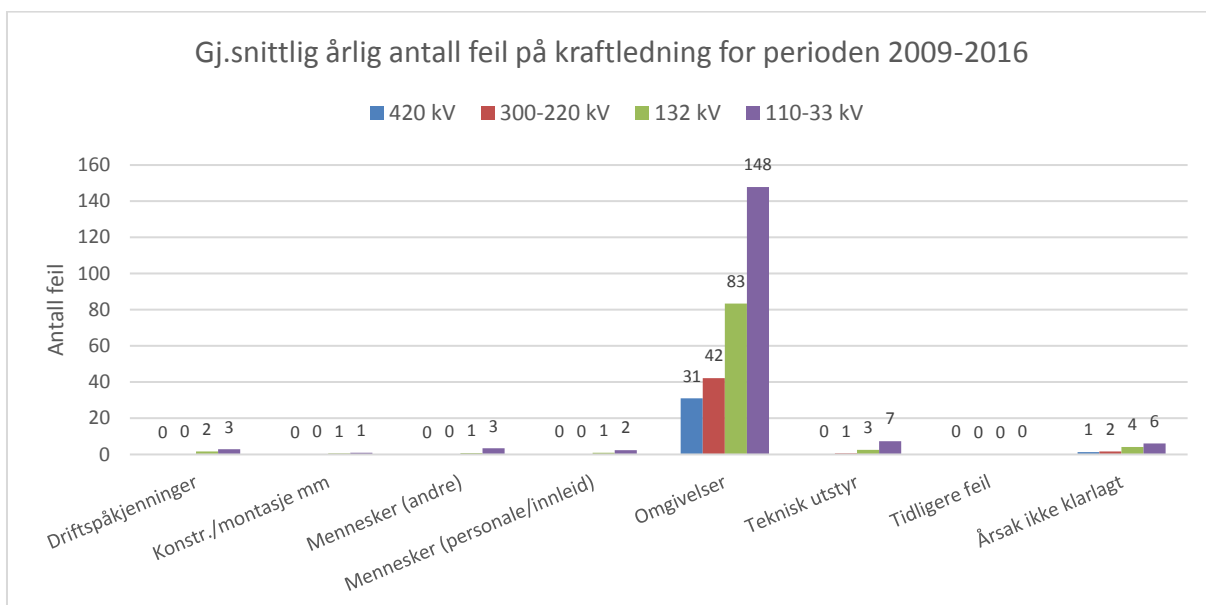
For systemspenning 33-100 kV er det en større andel varige feil på vinterstid i forhold til de andre spenningsnivåene. Dette kan ha en sammenheng med at feil på grunn av *vegetasjon* i kombinasjon med *vind* er vanligere på spenningsnivåene 33-110 kV, som vist i Figur 3.7. Feilfrekvens på 33-110 kV er også totalt sett vesentlig høyere enn på 132 kV, noe som kan forklares med mindre avstand til bakken, snevrere ryddebelte og at kraftledninger på lavere spenningsnivå i større grad går gjennom skogsterreng enn ledninger med høyere spenning.



Figur 3.5 Gjennomsnittlig årlig feilfrekvens for varige feil på kraftledning fordelt på årstid for perioden 2009-2016

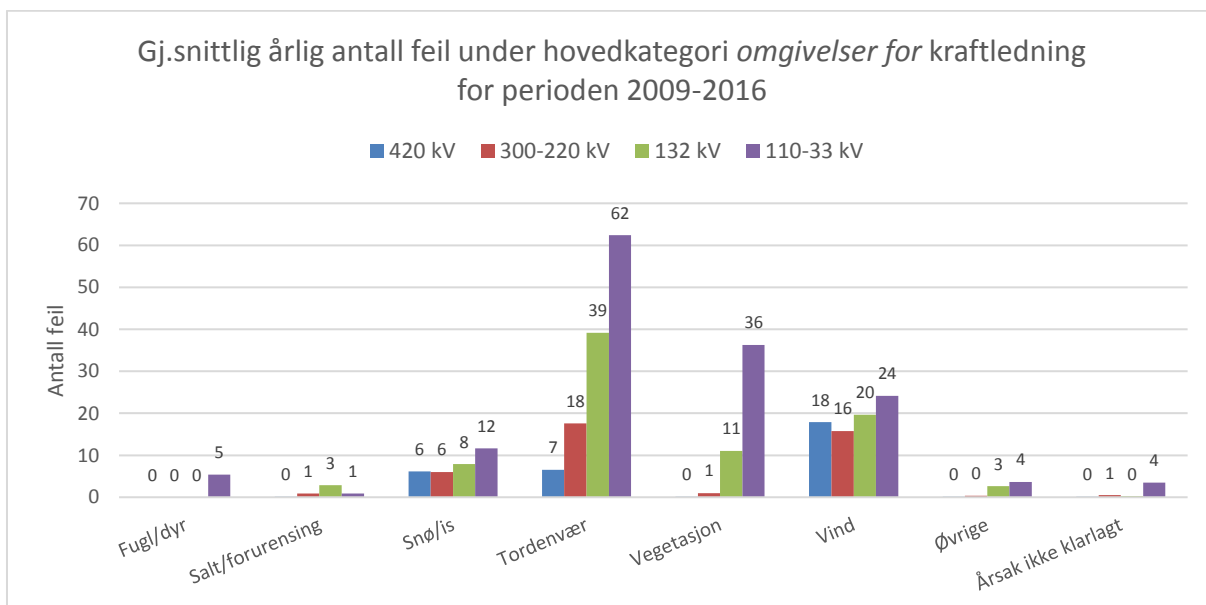
### 3.3.3 Årsak til feil på kraftledning

Figur 3.6 viser en oversikt over fordelingen av utløsende årsak til feil på kraftledning, og som vi ser dominerer *omgivelser* fullstendig på alle spenningsnivå.



Figur 3.6 Gjennomsnittlig årlig antall feil på kraftledning fordelt på utløsende årsak for perioden 2009-2016

Figur 3.7 viser registrerte underkategorier til *omgivelser*. For spenningsnivåene 420 kV og 300-220 kV er det høyest andel *snø/is*, *tordenvær* og *vind*, mens for 33-110 kV og 132 kV er de dominerende årsakene *tordenvær* og *vegetasjon*. Gruppen *øvrige* omfatter resterende detaljårsaker under *omgivelser*, og som vi ser forårsaket disse en svært liten andel av driftsforstyrrelsene.

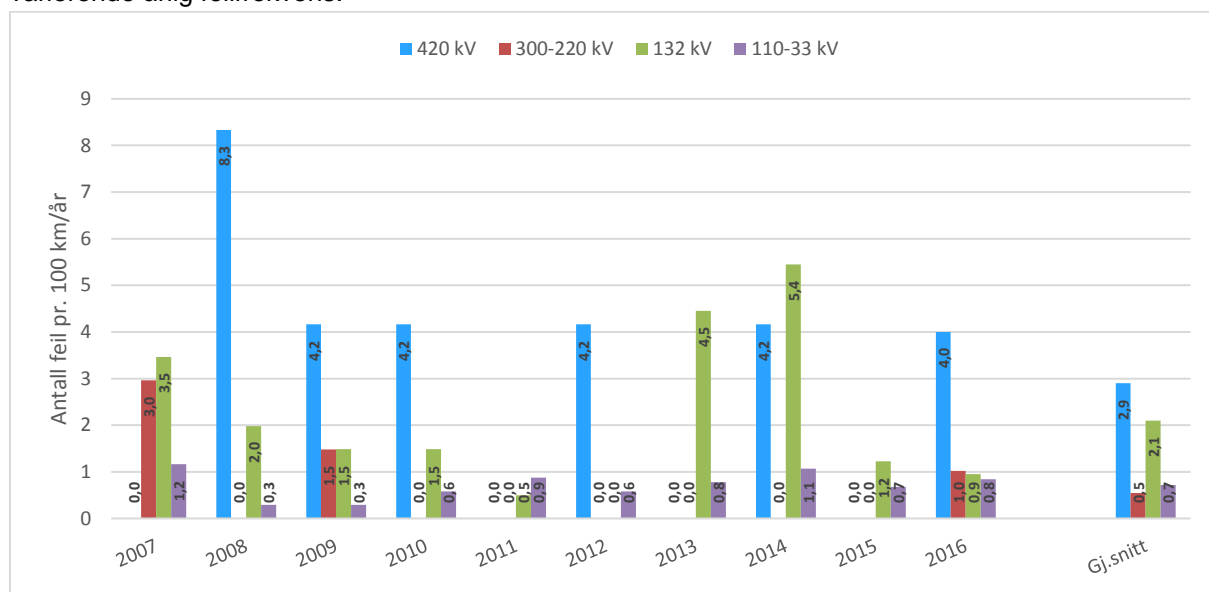


Figur 3.7 Gjennomsnittlig årlig antall feil på kraftledning fordelt på underkategorier av den utløsende årsaken *omgivelser* for perioden 2009-2016

### 3.4 Feil på kabel

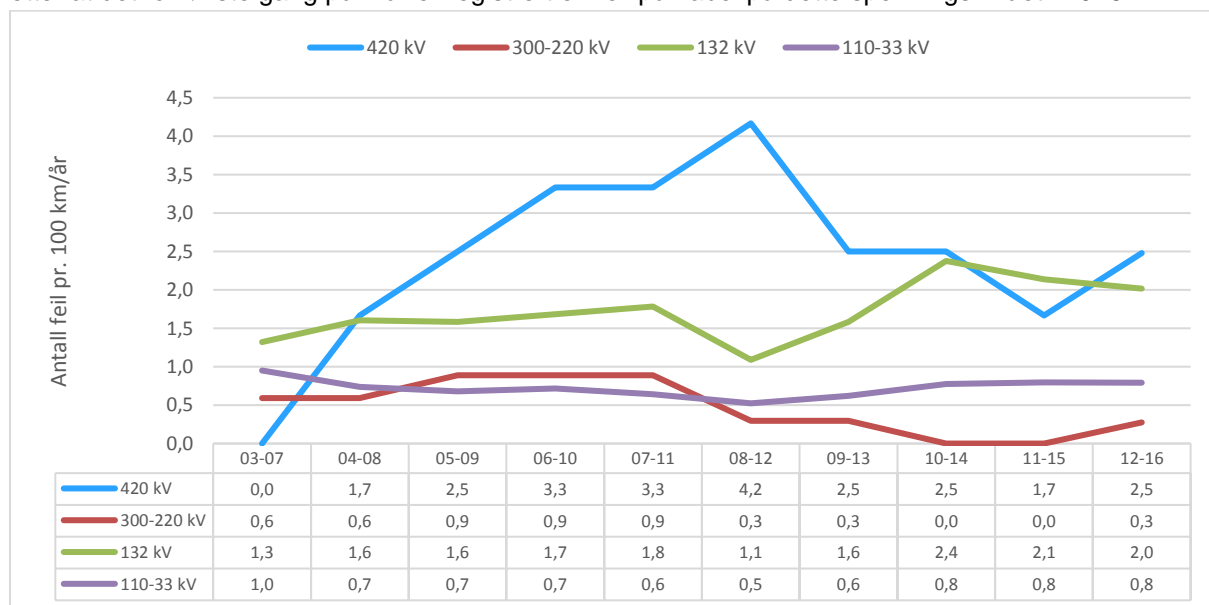
Med *kabel* i denne årsstatistikken menes vekselstrømskabel (HVAC). Det vil si at feil på likestrømskabel (HVDC) ikke er med i datagrunnlaget.

Feil på kabel kan være alvorlig, da de fleste feil er varige og kan innebære langvarige utetider i forbindelse med reparasjon. Det var totalt 16 feil på kabel i 2016 fordelt på 2 forbigående og 14 varige feil. Figur 3.8 viser feilfrekvens på kabel per år for perioden 2007-2016 fordelt på spenningsnivå. Det er forholdsvis få kilometer kabel på de høyeste spenningsnivåene, noe som følgelig resulterer i svært varierende årlig feilfrekvens.



Figur 3.8 Feilfrekvens for kabel fordelt på år og spenningsnivå

Figur 3.9 viser 5-årig glidende gjennomsnitt av feilfrekvens for kabel. Antall feil på kabler holder seg relativt stabilt på 33-110 kV og 300-220 kV. Gjennomsnittet for 2012-2016 er stigende på 420 kV-kabler etter å ha hatt en nedadgående trend. Gjennomsnittlig feilfrekvens for 300-220 kV øker fra null etter at det for første gang på 7 år er registrert en feil på kabel på dette spenningsnivået i 2016.

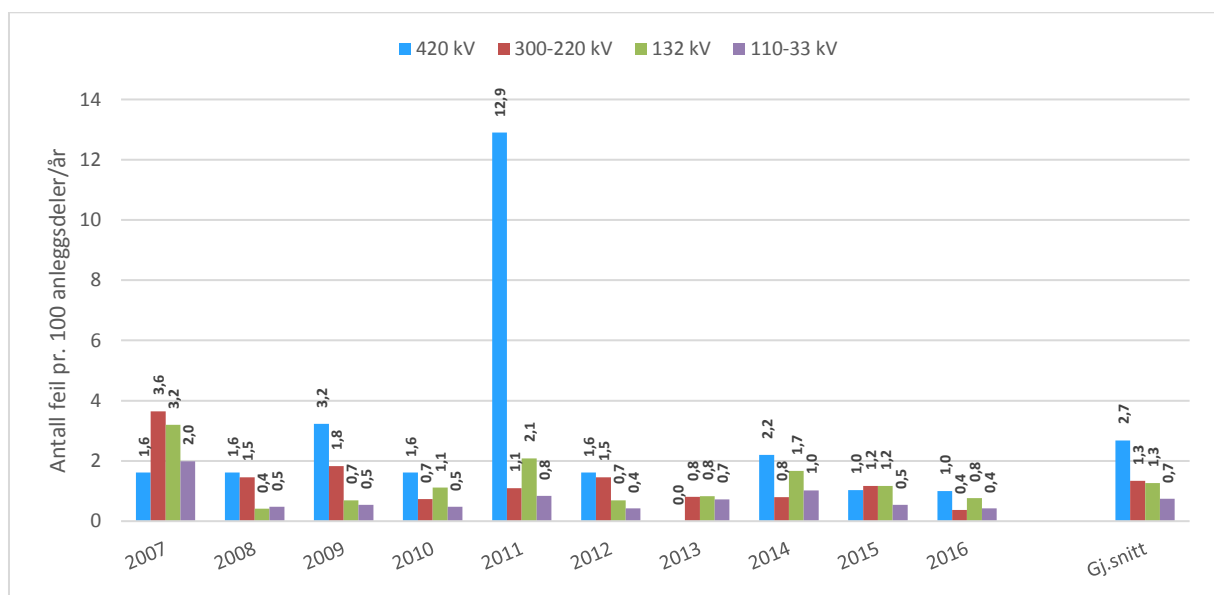


Figur 3.9 Feilfrekvens for kabel vist som glidende 5 års gjennomsnitt

### 3.5 Feil på krafttransformator

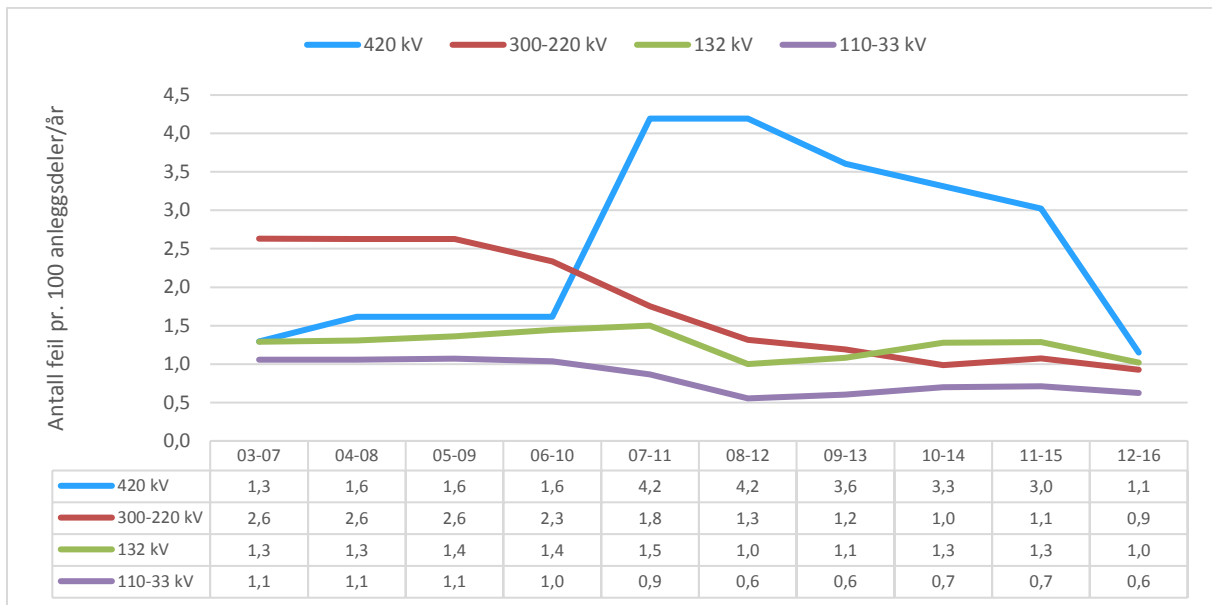
Feil på krafttransformatorer (og sjøkabler og til dels jordkabler) vurderes som de mest alvorlige, og vil kunne innebære langvarige utetider. Dette henger sammen med lange reparasjonstider, leveringstider, komplisert transport, utfordringer knyttet til effektivt beredskapslager m.m. I 2016 var det 16 feil på krafttransformatorer. Av de 16 feilene var det 4 forbigående og 12 varige feil.

Figur 3.10 viser feilfrekvens for krafttransformator fordelt på år og spenningsnivå. Angitt spenningsnivå er referert transformatorens primærside (siden med høyeste spenning). Feilfrekvensen for 2016 er lavere enn gjennomsnittet for perioden 2007-2016, og også lavere enn for 2015. I figurene under må det tas hensyn til at samlet antall krafttransformatorer på 420 kV-nivå er lavt, og at én feil derfor vil gi store utslag, noe som kommer tydelig frem i 2011 hvor det var totalt 8 feil på 420 kV-transformatorer. I 2016 var det kun én registrert feil på dette spenningsnivået (Viklandet, 20. mars), se beskrivelse i Kapittel 1.



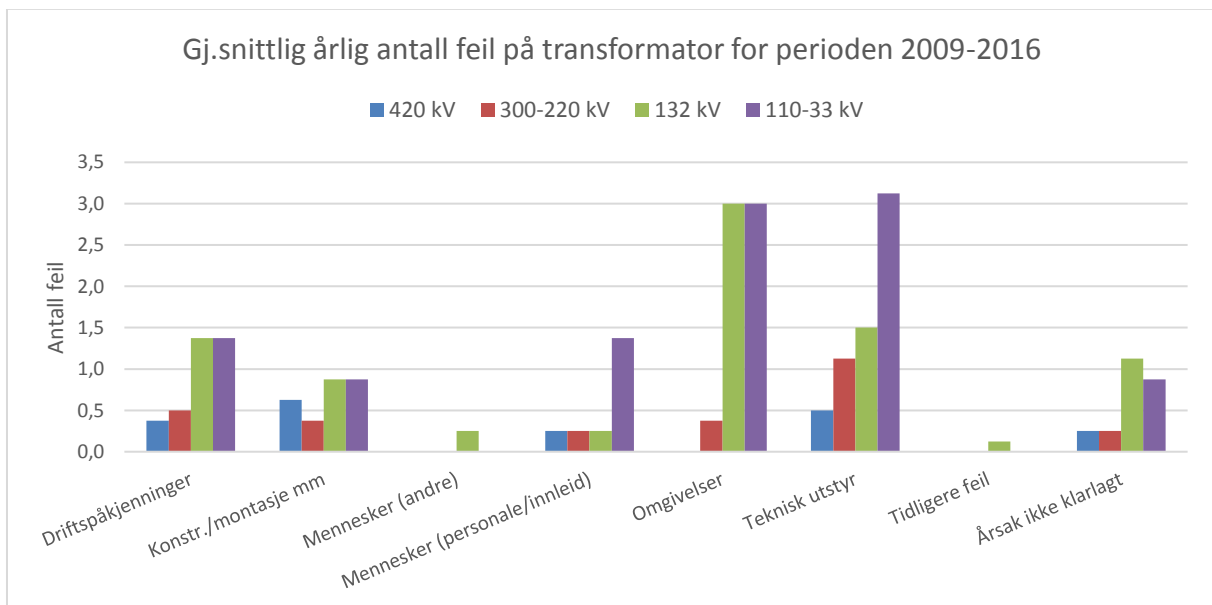
Figur 3.10 Feilfrekvens for krafttransformator fordelt på år og spenningsnivå

Glidende 5 års gjennomsnitt for feilfrekvens i Figur 3.11 viser en synkende trend for alle spenningsnivåene. For de to laveste spenningsnivåene ligger feilfrekvensen på et relativt stabilt nivå. Et høyt antall feil i 2011 gjør at gjennomsnittlig feilfrekvens øker kraftig på 420 kV fra dette året og synker nesten like mye i 2016.



Figur 3.11 Feilfrekvens for krafttransformator vist som glidende 5 års gjennomsnitt

Det er ingen enkeltårsak som dominerer for feil på krafttransformator, men feilene fordeler seg over flere årsaker som vist i Figur 3.12. For 33-110 kV og 132 kV er hovedårsakene til feil *Omgivelser* og *Teknisk utstyr*. For de øvrige spenningsnivåene fordeler årsakene seg relativt jevnt.



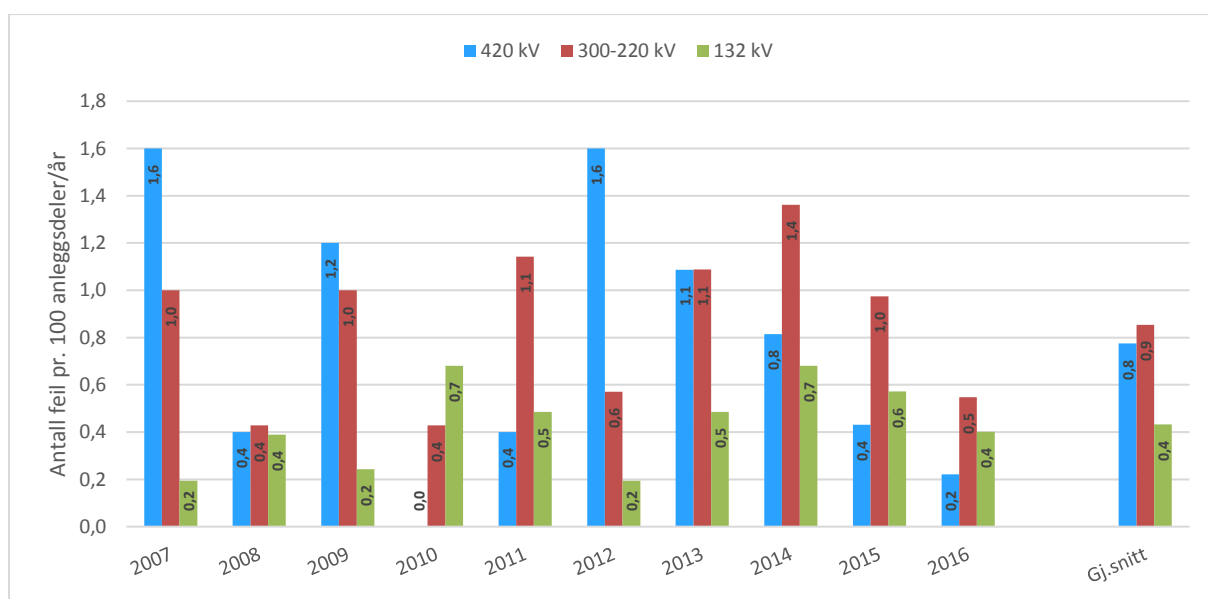
Figur 3.12 Gjennomsnittlig årlig antall feil på krafttransformator fordelt på utløsende årsak for perioden 2009-2016

### 3.6 Feil på effektbryter

Det var til sammen 24 feil på effektbryter i 2016, fordelt på 18 forbigående og 6 varige feil. Det er verdt å merke seg at *feilbetjening* av effektbryter registreres som forbigående feil på bryteren som feilaktig kobles, og i 2016 var det 6 forbigående feil med utløsende årsak *feilbetjening*.

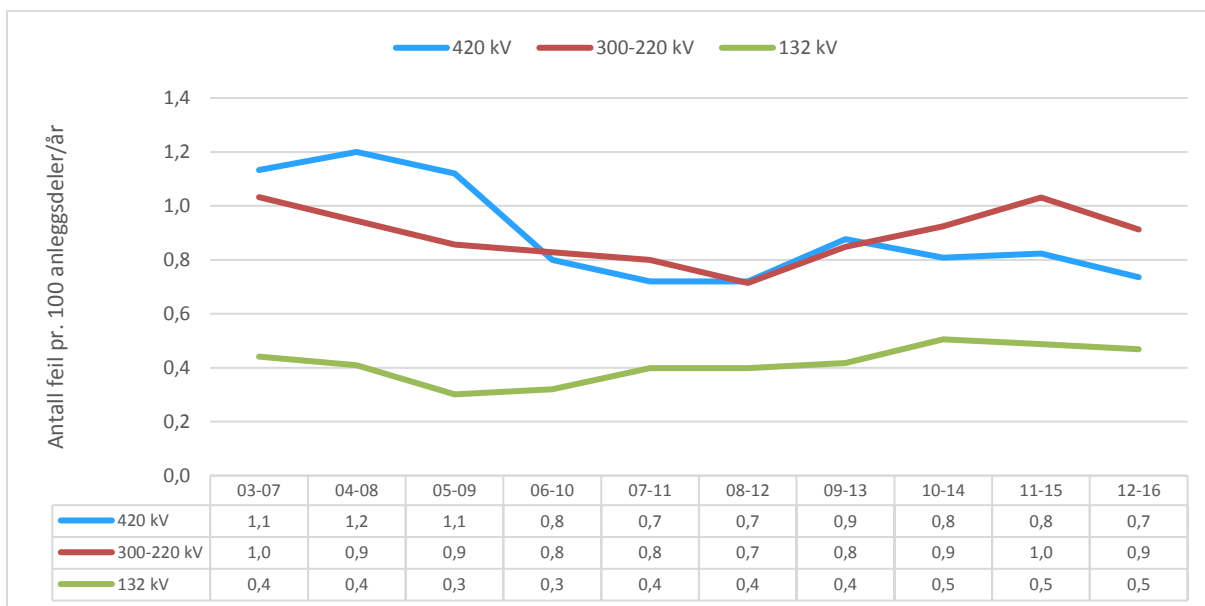
Figur 3.13 viser feilfrekvens for effektbryter fordelt på år og spenningsnivå. For 2016 var feilfrekvensen lavere enn i 2015, og under gjennomsnittet for perioden 2007-2016 på spenningsnivåene 300-220 kV og 420 kV. For 132 kV var feilfrekvensen i 2016 den samme som gjennomsnittet.

Grunnet begrenset dataunderlag for antall effektbrytere på 33-110 kV blir ikke feilfrekvens presentert. Antall feil fordelt på utløsende årsak er presentert i Figur 3.15.



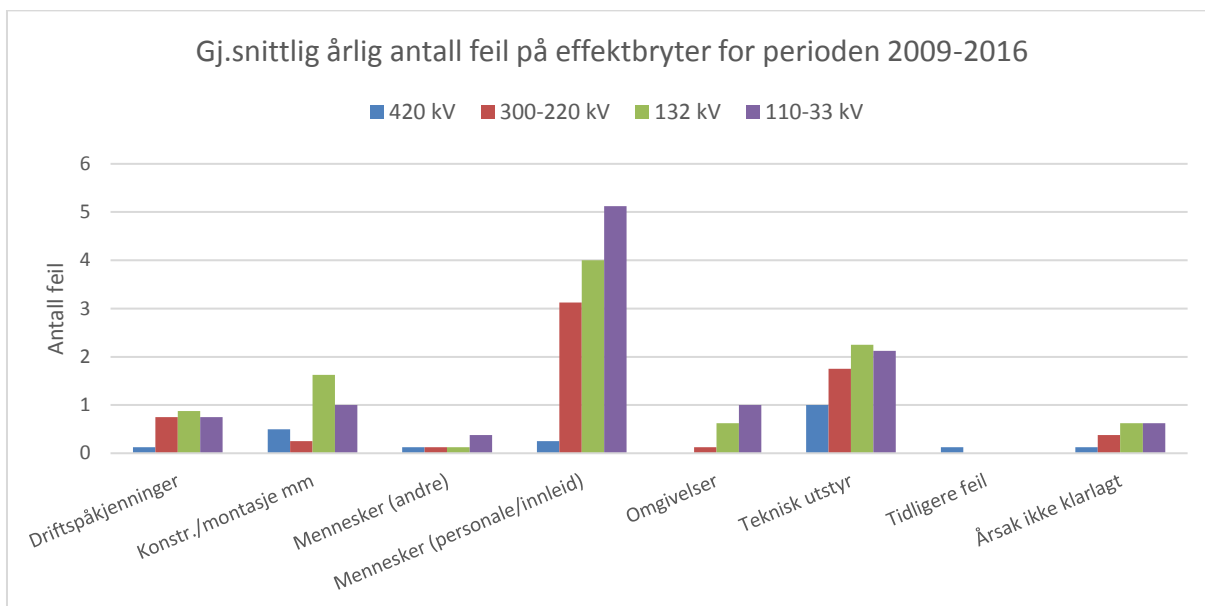
Figur 3.13 Feilfrekvens for effektbryter fordelt på år og spenningsnivå

I Figur 3.14 vises glidende 5-års gjennomsnitt. For 300-220 kV og 420 kV synker feilfrekvensen noe, mens det er en stabil utvikling for effektbrytere på 132 kV-nivå. De øverste spenningsintervallene har en feilfrekvens på nesten det dobbelte av 132 kV.



Figur 3.14 Feilfrekvens for effektbryter vist som glidende 5 års gjennomsnitt

Figur 3.15 viser antall feil på effektbryter fordelt på utløsende årsak. *Mennesker (personale/innleid)* dominerer for alle spenningsnivå, noe som skyldes at en stor andel av feilene på effektbryter er registrert med utløsende årsak *feilbetjening*. Alle spenningsnivåene har også feil med utløsende årsak *teknisk utstyr*, og for 420 kV er det denne gruppen som har medført flest feil over tid.



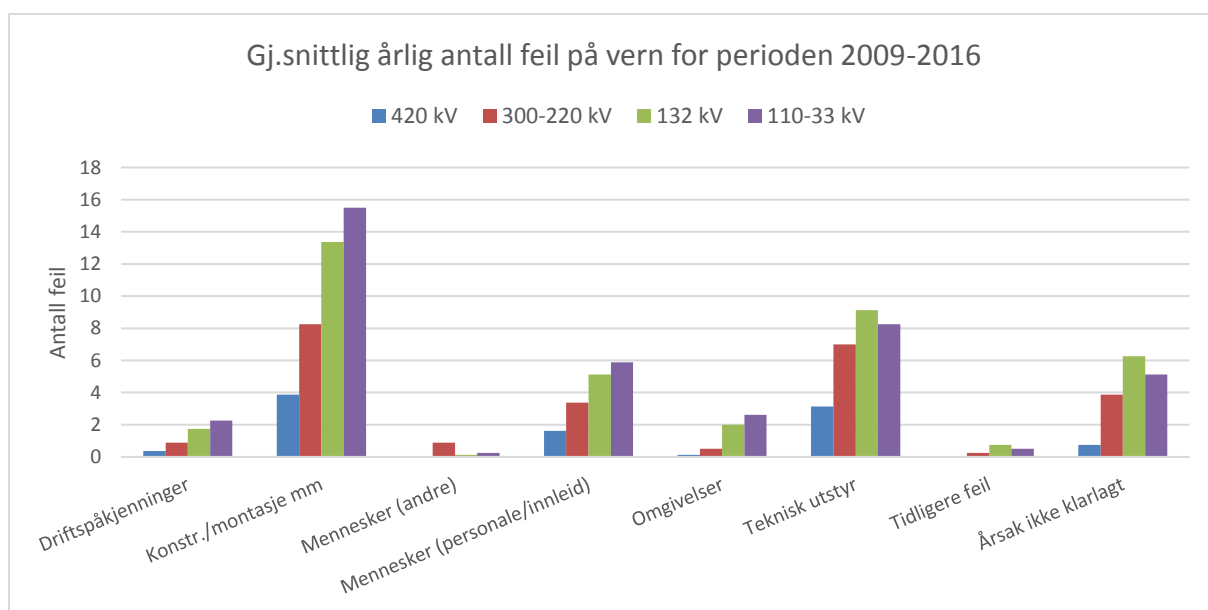
Figur 3.15 Gjennomsnittlig årlig antall feil på effektbryter fordelt på utløsende årsak for perioden 2009-2016

### 3.7 Feil på vern

Dette kapitlet inneholder feil på vern (*ukorrekte* responser) avdekket gjennom feilanalyse av driftsforstyrrelser på 33-420 kV-nivå. Statistikken skiller ikke mellom *elektronisk* og *numerisk* verntype av to årsaker: Mangelfull registrering av verntype i FASIT-rapportene og utilstrekkelig oversikt over hvor mange vern som finnes av de ulike typene. I statistikkene i dette kapitlet telles det ett vernsystem per krafttransformator, produksjonsanlegg, kraftledning eller kabel. Vern som inngår i dupliserte vernsystemer (dvs. på de høyeste spenningsnivåene) behandles individuelt, dvs. at det registreres én vernfeil hvis det ene av to parallelle vern gir ukorrekt respons. Men også i statistikkene for disse spenningsnivåene telles det ett vernsystem per anlegg.

Til sammen var det 124 registrerte feil på vern i 2016 fordelt på henholdsvis 69 forbigående og 55 varige feil. Dette er lavere enn i 2015 med 165 registrerte feil, men over gjennomsnittet på 114 feil i perioden 2009-2016. Det er verdt å merke seg at det har vært en økning i antall feil knyttet til anleggsdelen vern de siste årene, og den kan ikke bare forklares med økt rapportering av feil på produksjonsanlegg. Hvis vi ser bort i fra produksjonsanlegg, har antall feil på vern økt fra 60 som gjennomsnitt for perioden 2009-2012 til et gjennomsnitt på over 100 feil de siste fire årene. Et økende antall feil på kraftledning som følge av ekstremvær kan være noe av årsaken til denne oppgangen. Flere kortslutninger gir flere vernresponser og dermed flere muligheter for feilfunksjon.

Figur 3.16 viser gjennomsnittlig antall feil på vern fordelt på utløsende årsak og spenningsnivå, og indikerer derfor typiske årsaker til feil på vern. På vern fordeler flest feil seg på *Konstruksjon/montasje* for alle spenningsnivå. Dette er typisk feil som skyldes *feil innstilling*. Feil med utløsende årsak *mennesker (personale/innleid)* er ofte knyttet til uønsket vernutløsning i forbindelse med *arbeid* i stasjoner.



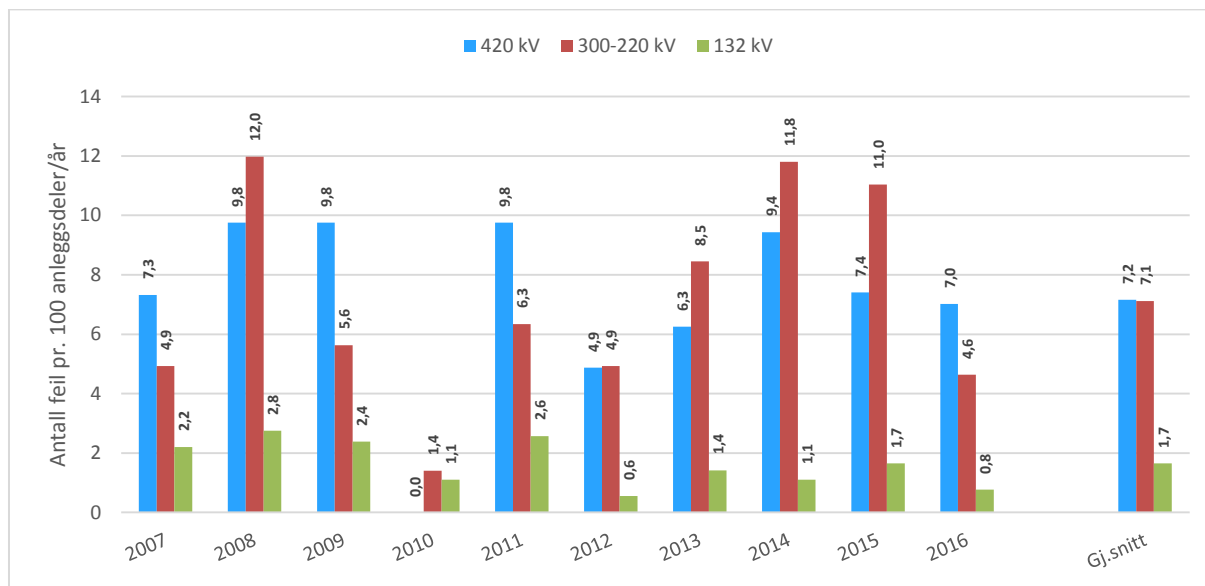
Figur 3.16 Gjennomsnittlig årlig antall feil på vern fordelt på utløsende årsak for perioden 2009-2016



### 3.7.1 Feilfrekvens for vern for kraftledning og kabel

Det var rapportert 19 feil på vern for kraftledningsanlegg og 3 feil på vern for kabelanlegg i 2016. Antall feil på vern for kraftledninger og kabler ligger noe under gjennomsnittet for perioden 2007-2016, som vist i Figur 3.17. Dette er et lavt nivå i forhold til situasjonen for 10 til 15 år siden, vist som glidende 5 års gjennomsnitt i Figur 3.18. Standardisering og bedre kompetanse på numeriske vern kan forklare noe av nedgangen i antall feil på vern fra tidlig 2000-tall.

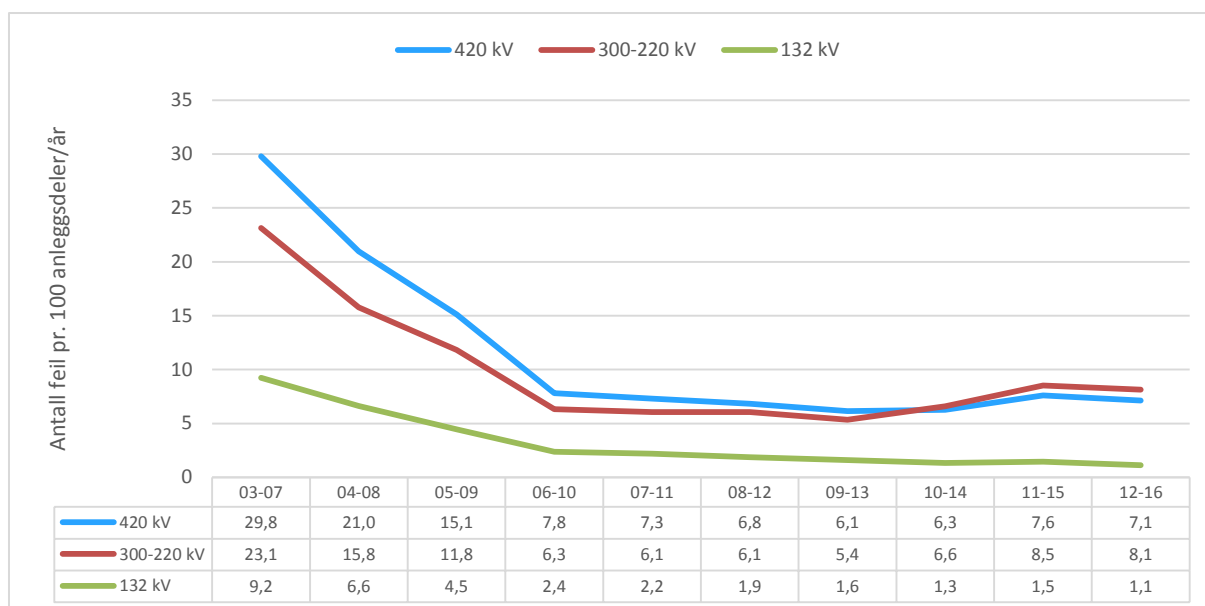
Feilfrekvens for 33-110 kV er ikke presentert grunnet manglende oversikt over antall ledninger på disse spenningsnivåene. Det ble registrert 6 feil på vern på dette spenningsintervallet i 2016, som er noe lavere enn gjennomsnittet for perioden 2009-2016 (9 feil).



Figur 3.17 Feilfrekvens for vern for kraftledning og kabel fordelt på år og spenningsnivå (Som anleggsdel regnes ett vernsystem per kraftledning/kabel)

Feilfrekvensen på vern på 132 kV-nivå, og antall feil på 33-110 kV, er svært lav i forhold til de høyere spenningsnivåene. Anleggsmassen er vesentlig større på lavere spenningsnivå (eksempelvis 5 ganger flere kraftledninger på 132 kV enn 300-220 kV), mens antall feil fordeler seg jevnt mellom de ulike nivåene. En stor del av dette avviket kan forklares med at det ikke er dublerede vernsystemer på 132 kV, og at det dermed ikke blir direkte sammenlignbart med høyere spenningsnivå. (Husk at feilfrekvensen er beregnet per overføringsanlegg og ikke per vern). Det kan muligens også forklares med mindre informasjonstilgang på 132 kV, og dermed at færre feil på vern avdekkes.

Det store avviket mellom feilfrekvens på 132 kV og de høyere spenningsnivåene kommer også tydelig frem i Figur 3.18, som viser glidende 5 års gjennomsnitt. Feilfrekvensen på øvrige spenningsnivå holder seg relativt stabilt, med omtrent 7 feil per 100 vernsystem.

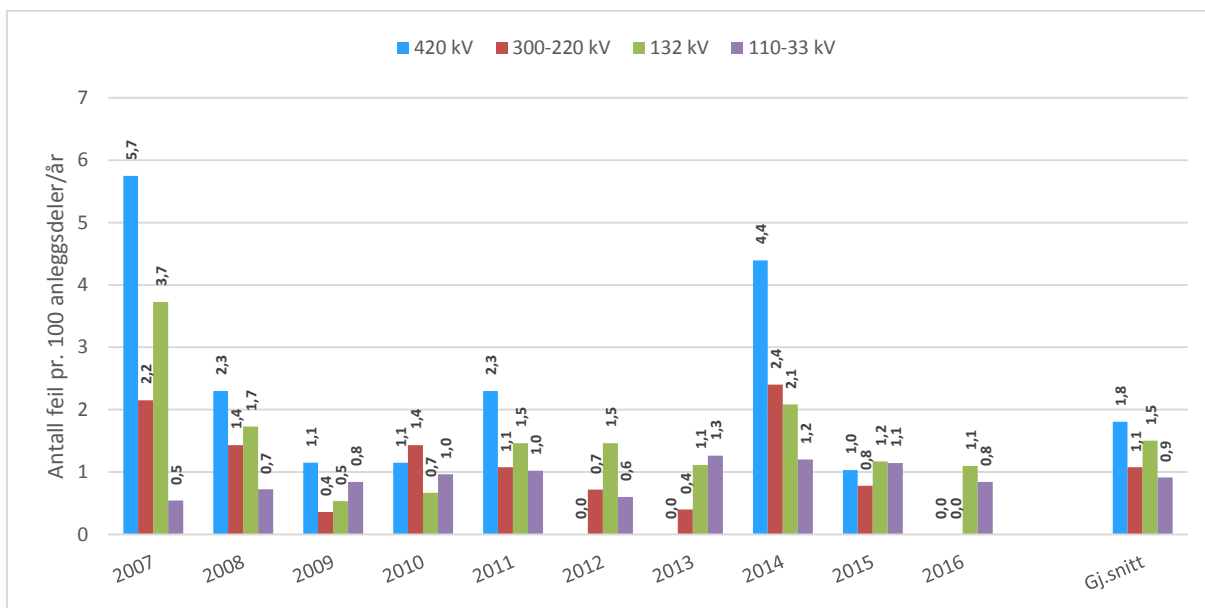


Figur 3.18 Feilfrekvens for vern for kraftledning og kabel vist som glidende 5 års gjennomsnitt (Som anleggsdel regnes ett vernsystem per kraftledning/kabel)

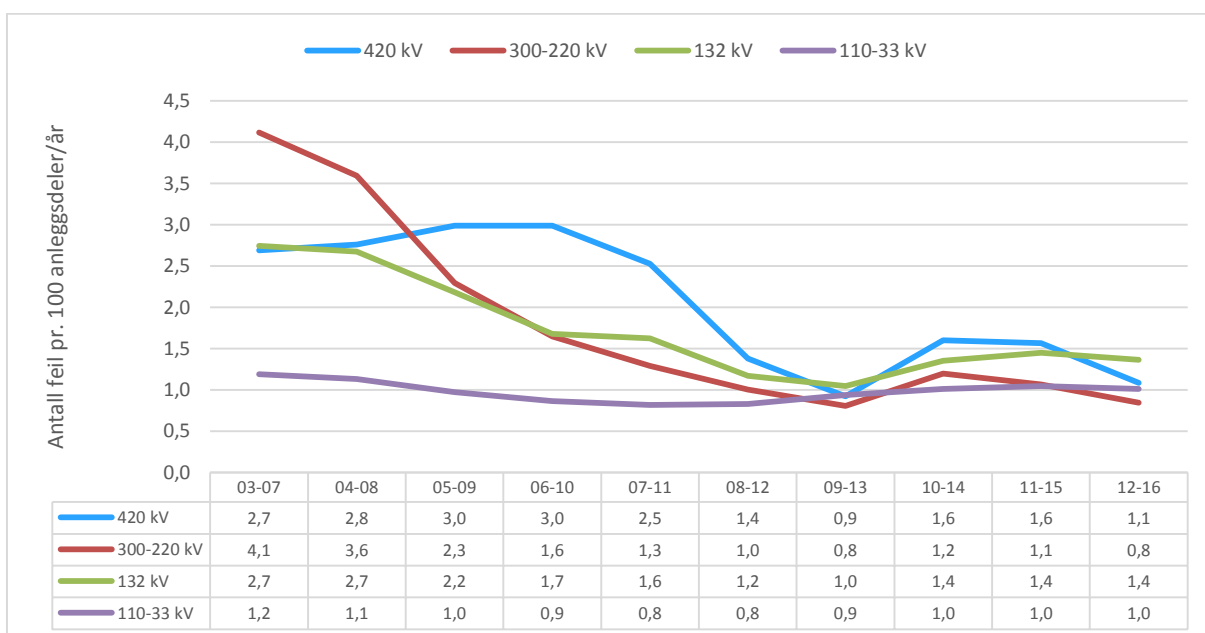
### 3.7.2 Feilfrekvens for vern for krafttransformator

Det var til sammen 24 feil på vern for transformatoranlegg i 2016, fordelt på 12 forbigående og 12 varige. Angitt spenningsnivå er primærsiden av transformatoren (siden med høyeste spenning).

Figur 3.19 viser feilfrekvens for vern til krafttransformator. I 2016 var det ingen feil på vern for krafttransformator på de to høyeste spenningsnivåene. For 110-33 kV og 132 kV var det også en nedgang i forhold til 2015. Antall feil ser ut til å ha stabilisert seg på et relativt lavt nivå i forhold til situasjonen for noen år tilbake. Som vist i Figur 3.20 er det mellom 1-2 feil per 100 vernsystem tilknyttet krafttransformator for alle spenningsnivåene.



Figur 3.19 Feilfrekvens for vern for krafttransformator fordelt på år og spenningsnivå (Som anleggsdel regnes ett vernsystem per krafttransformator)



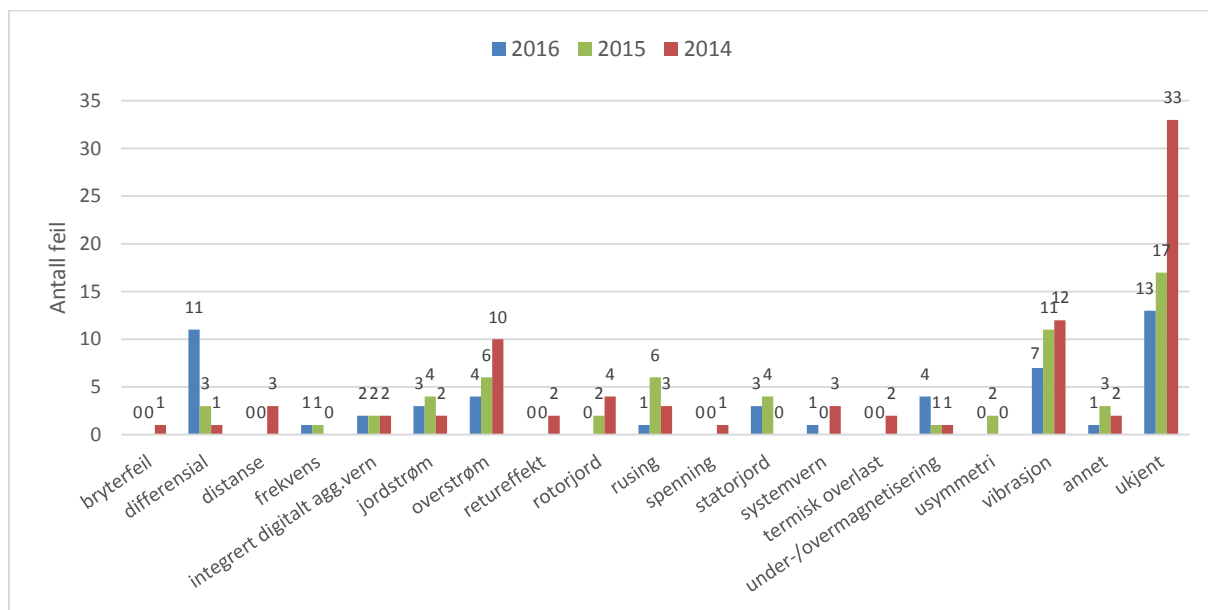
Figur 3.20 Feilfrekvens for vern for krafttransformator vist som glidende 5 års gjennomsnitt

### 3.7.3 Feil på vern for produksjonsanlegg

Det var til sammen 51 rapporterte feil på vern for produksjonsanlegg i 2016, fordelt på 25 forbigående og 26 varige feil. Dette representerer en nedgang fra 2015 hvor det til sammen var rapportert 62 feil.

Figur 3.21 viser en oversikt over feil fordelt på type *vernfunksjon* for 2014, 2015 og 2016. Ukjent er den dominerende kategorien etterfulgt av vibrasjons- og overstrømsvern. Det er hovedsakelig *feil innstilling* og *arbeid/prøving* som er årsak til feil på vern for produksjonsanlegg, ved siden av en stor andel årsak *ikke klarlagt*. Det høye antallet ukjent viser at kvaliteten på feilanalyse- og registreringsarbeidet fortsatt kan forbedres.

Tall før 2013 er ikke brukt i denne visningen da antatt underrapportering gjør store utslag.



Figur 3.21 Antall feil på ulike vernfunksjoner tilknyttet produksjonsanlegg

## Vedlegg 1 Definisjoner

### Definisjoner knyttet til driftsforstyrrelser

	Definisjon	Kommentar
<b>Driftsforstyrrelse</b>	Utløsning, påtvungen eller utilsiktet utkobling, eller mislykket innkobling som følge av feil i kraftsystemet.	<p>En driftsforstyrrelse innledes av en primærfeil, og kan bestå av flere feil. Feil kan skyldes svikt på enheter i kraftsystemet, systemfeil eller svikt i rutiner.</p> <p>En påtvungen utkobling blir som hovedregel ikke regnet som driftsforstyrrelse dersom det er tid til å gjøre preventive tiltak før utkoblingen skjer, for eksempel legge om driften. Et unntak er dersom man har jordfeil i spolejordet nett. Selv om man legger om driften når man seksjonerer bort feilen, vil dette bli regnet som en driftsforstyrrelse.</p> <p>En mislykket innkobling blir regnet som en driftsforstyrrelse dersom det må utføres korrigerende vedlikehold før eventuelt nytt innkoblingsforsøk. Eksempelvis vil det ikke være en driftsforstyrrelse dersom det er tilstrekkelig å kvittere et signal før et aggregat lar seg koble inn på nytt.</p> <p>En driftsforstyrrelse kan for eksempel være:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) bryterfall som følge av lynnedslag på ledning</li> <li>b) mislykket innkobling av aggregat der det må gjøres reparasjon eller justering før aggregatet kan kobles inn på nettet</li> <li>c) nødutkobling pga brann</li> <li>d) uønsket utløsning av transformator som følge av uhell under testing av vern</li> </ul>
<b>Utkobling</b>	Manuell bryterutkobling.	<p>En utkobling kan være planlagt, påtvungen eller utilsiktet.</p> <p>Ordet utkobling er utelukkende knyttet til manuell utkobling (inkl. fjernstyring) av bryteren, og omfatter ikke automatisk bryterfall eller sikringsbrudd.</p>
<b>Utløsning</b>	Automatisk bryterfall eller sikringsbrudd.	<p>Ordet utløsning er utelukkende knyttet til at automatikk kobler ut bryteren, eventuelt at en sikring ryker. Det omfatter altså ikke manuell utkobling av bryteren.</p>
<b>Utfall</b>	Utløsning, påtvungen eller utilsiktet utkobling som medfører at en enhet ikke transporterer eller leverer elektrisk energi.	<p>Etter utfall er en enhet utilgjengelig.</p> <p>Utfall av en enhet kan skyldes feil på en komponent i enheten eller utfall av en annen enhet.</p> <p>Eksempelvis kan utfall av en ledning medføre at en samleskinne blir spenningsløs. Ettersom samleskinnen ikke lenger kan transportere/levere energi, er samleskinnen utilgjengelig.</p> <p>En toviklingstransformator er utilgjengelig som følge av bryterfall på den ene siden eller på begge sider.</p> <p>En ledning med T-avgreining (og en bryter i hver ende) er utilgjengelig dersom det er bryterfall i en, to eller alle tre ender. Dersom det er bryterfall bare i den ene enden, og de to andre ledningsendene fortsatt ligger inne, transporterer/leverer to av ledningsdelene fortsatt energi. En ledningsdel er da utilgjengelig, mens de to andre er tilgjengelige. Det kan sies om hele enheten at den er delvis utilgjengelig. Dersom to av tre eller alle tre brytere faller er enheten utilgjengelig.</p>
<b>Utetid</b>	Tid fra utfall til enheten igjen er driftsklar.	<p>Brukes i denne sammenheng i forbindelse med utfall under driftsforstyrrelser.</p>

## Definisjoner knyttet til feil

	Definisjon	Kommentar
<b>Feil</b>	Tilstand der en enhet har manglende eller nedsatt evne til å utføre sin funksjon.	Feil er enhver mangel eller avvik som gjør at en enhet kan ikke er i stand til å utføre den funksjonen den er bestemt å gjøre i kraftsystemet.
<b>Varig feil</b>	Feil hvor korrigerende vedlikehold er nødvendig.	En varig feil krever en reparasjon eller justering før enheten igjen er driftsklar. Kvittring av signal eller reseting av datamaskin regnes ikke som vedlikehold.
<b>Forbigående feil</b>	Feil hvor korrigerende vedlikehold ikke er nødvendig.	Gjelder feil som ikke medfører andre tiltak enn gjeninnkobling av bryter, utskifting av sikringer, kvittring av signal eller reseting av datamaskin. Gjelder også feil som har ført til langvarige avbrudd, eller tilfeller der det har vært foretatt inspeksjon eller befarung uten at feil ble funnet.
<b>Gjentakende feil</b>	Tilbakevendende feil på samme enhet og med samme årsak som gjentar seg før det har vært praktisk mulig å foreta utbedring eller å eliminere årsaken.	Tradisjonelt omtalt som intermitterende feil. Feil som gjentar seg etter at det har blitt foretatt kontroll uten at feil ble funnet eller utbedret, regnes ikke som gjentakende feil.
<b>Fellesfeil</b>	To eller flere primærfeil med en og samme feilårsak.	Tradisjonelt omtalt som common mode feil. Et mastehavari der flere ledninger er ført på felles mast er eksempel på en fellesfeil. Havari av masten vil da medføre feil og utfall av to eller flere enheter.
<b>Primærfeil</b>	Feil som innleder en driftsforstyrrelse.	En driftsforstyrrelse kan ha flere primærfeil, for eksempel ved fellesfeil eller doble jordslutninger.
<b>Systemfeil</b>	Tilstand karakterisert ved at en eller flere kraftsystemparametere har overskredet gitte grenseverdier uten at det har oppstått feil på bestemte enheter.	Tradisjonelt omtalt som systemproblem. Eksempelvis vil 1) høy frekvens i et separattnett 2) effektpendlinger 3) høy eller lav spenning i nettdeler omtales som systemfeil.
<b>Feilårsak</b>	Forhold knyttet til konstruksjon, produksjon, installasjon, bruk eller vedlikehold som har ført til feil på enhet.	Feilårsak klassifiseres i utløsende -, bakenforliggende- og medvirkende årsak.  Feilårsak knyttes til én feil. Alle feil har en utløsende årsak. Noen feil har også medvirkende eller bakenforliggende årsaker.  Et eksempel på bruk av årsaksbeskrivelsene kan være mastehavari under sterk vind og snø. Den utløsende feilårsaken er vind, medvirkende feilårsak er snø (eller omvendt), mens den bakenforliggende feilårsak er materialtretthet. Den bakenforliggende feilårsak kan altså være tilstede lenge før driftsforstyrrelsen inntreffer, men driftsforstyrrelsen inntreffer ikke før en utløsende feilårsak er tilstede.
<b>Utløsende årsak</b>	Hendelse eller omstendigheter som fører til svikt på en enhet.	Se kommentar til definisjon «feilårsak».
<b>Bakenforliggende årsak</b>	Hendelse eller omstendigheter som er tilstede før svikt inntreffer, men som i seg selv ikke nødvendigvis fører til svikt på en enhet.	Se kommentar til definisjon «feilårsak».
<b>Medvirkende årsak</b>	Hendelse eller omstendigheter som opptrer i kombinasjon med utløsende årsak, hvor begge årsakene bidrar til svikt på en enhet.	Se kommentar til definisjon «feilårsak».
<b>Reparasjonstid</b>	Tid fra reparasjon starter, medregnet nødvendig feilsøking, til en enhets funksjon(er) er gjenopprettet og den er driftsklar.	Gjelder bare for varige feil. Reparasjonstiden inkluderer ikke administrativ utsettelse (frivillig venting). Nødvendige forberedelser for å kunne foreta reparasjon inkluderes også i reparasjonstiden, for eksempel henting eller bestilling av utstyr, venting på utstyr, transport.

## Definisjoner knyttet til konsekvenser for sluttbrukere og produksjonsenheter

	Definisjon	Kommentar
<b>Avbrudd</b>	Tilstand der karakterisert ved uteblitt eller redusert levering av elektrisk energi til én eller flere sluttbrukere, hvor forsynings-spenningen er under 5 % av kontraktsmessig avtalt spenning.	<p>Avbrudd er utelukkende knyttet til sluttbrukere.</p> <p>Avbrudd kan være varslet eller ikke varslet.</p> <p>Fasebrudd der sluttbruker har halv spenning, skal etter definisjonen ikke registreres som avbrudd.</p> <p>Avbruddene klassifiseres i:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Langvarige avbrudd (&gt;3 min)</li> <li>• Kortvarige avbrudd (≤3 min)</li> </ul>
<b>Ikke varslet avbrudd</b>	Avbrudd som skyldes driftsforstyrrelse eller planlagt utkobling der berørte sluttbrukere ikke er informert på forhånd.	Ettersom avbrudd er knyttet til sluttbrukere, har det mer mening å snakke om varslet / ikke varslet avbrudd framfor planlagt / ikke planlagt avbrudd.
<b>Varslet avbrudd</b>	Avbrudd som skyldes planlagt utkobling der berørte sluttbrukere er informert på forhånd.	<p>Inkluderer også avbrudd som går utover varslet tid.</p> <p>NVE har følgende kommentar til hva som er «godkjent varsling»:</p> <p>Det forutsettes at varsling foregår på en hensiktsmessig måte (individuell eller offentlig meddelelse) slik at kundene har mulighet til å innrette seg i forhold til avbruddet som kommer. Dette er et selger / kundeforhold som NVE i utgangspunktet ikke vil blande seg bort i. Kundene har plikt til å holde seg informert om det som skjer, og nettselskapene ønsker forhåpentligvis et godt forhold til kundene sine og bør derfor ta hensyn til kundenes behov mht varsling (avisoppslag og eventuelt direkte meddelelser i god tid før avbruddet er planlagt). Det finnes regler for varsling i forhold til kunder som har utkobbar kraft med egen tariff.</p>
<b>Avbruddsvarighet</b>	Tid fra avbrudd inntreffer til sluttbruker igjen har spenning over 90% av kontraktsmessig avtalt spenning.	Dette betyr i praksis at sluttbruker har full energileveranse. Avbruddet inntreffer ved første utløsning / utkobling. Ved manglende registrering av utløsning/utkobling, inntreffer avbruddet når nettselskapet får første melding om registrert avbrudd.
<b>Lengste avbruddsvarighet</b>	Lengste tidsperiode en sluttbruker har avbrudd innenfor en driftsforstyrrelse eller planlagt utkobling.	Hvis en sluttbruker har flere avbrudd innenfor samme hendelse skal lengste avbruddsvarighet regnes som summen av disse tidsperiodene.
<b>Total avbruddsvarighet</b>	Tid fra første sluttbruker mister forsyning innenfor en driftsforstyrrelse eller planlagt utkobling til siste sluttbruker igjen har spenning over 90% av kontraktsmessig avtalt spenning.	
<b>Ikke levert energi (ILE)</b>	Beregnet mengde energi som ville ha blitt levert til sluttbruker dersom svikt i leveringen ikke hadde inntruffet.	<p>Beregnet størrelse basert på forventet lastkurve i det tidsrommet svikt i leveringen varer. Med svikt i levering menes her avbrudd eller redusert levering av energi. Last som blir liggende ute etter at forsyningen er tilgjengelig igjen, skal ikke tas med i den forventede mengden ikke levert energi. Ved beregning av avbruddskostnader er dette tatt høyde for i den spesifikke avbruddskostnaden.</p> <p>Ikke levert energi er med andre ord ikke nødvendigvis knyttet til et avbrudd. Dette kan for eksempel være tilfelle dersom sluttbrukeren har kontraktsmessig avtalt spenning, men ikke tilstrekkelig energi leveranse pga begrensninger i kraftsystemet.</p>

## Øvrige definisjoner med relevans for feil og avbrudd

	Definisjon	Kommentar
<b>Sluttbruker</b>	Kjøper av elektrisk energi som ikke selger denne videre.	
<b>Leveringspunkt</b>	Punkt i nettet der elektrisk energi utveksles.	Denne definisjonen er en fellesbetegnelse, og kan i praksis omfatte alle punkt i nettet.  Leveringspunkt kan ytterligere klassifiseres i matepunkt, utvekslingspunkt og koblingspunkt.
<b>Kraftsystemenhet</b>	Gruppe anleggsdeler som er avgrenset ved en eller flere effektbrytere.	Denne definisjonen benyttes i hovednettet ved registrering av utfall.  Ved utfallsregistrering er det hensiktsmessig å gruppere anleggsdeler som kan betraktes som en enhet ved utfall. Da det alltid er effektbrytere som blir utløst / koblet ut, er anleggsdelene gruppert i kraftsystemenheter utfra hvor effektbryterne er plassert.  Eksempler på en kraftsystemenhet kan være en kraftledning mellom to effektbrytere, et blokk-koblet aggregat med transformator bak en effektbryter, en kraftledning med T-avgreininger mellom tre eller flere effektbrytere.
<b>Anlegg</b>	Gruppe anleggsdeler som utfører en hovedfunksjon i kraftsystemet.	Med hovedfunksjon menes overføring, transformering, kompensering, produksjon etc.  Et produksjonsanlegg kan for eksempel bestå av turbin, generator, transformator, effektbryter, skillebryter, vern etc.
<b>Anleggsdel</b>	Utstyr som utfører en hovedfunksjon i et anlegg.	
<b>Komponent</b>	Del av anleggsdel.	

Vedlegget er hentet fra «Definisjoner knyttet til feil og avbrudd i det elektriske kraftsystemet» (Energi Norge, NVE, SINTEF, Statnett, versjon 2, 2001).

Publikasjonen kan lastes ned fra [www.fasit.no](http://www.fasit.no).



## Vedlegg 2 Antall anleggsdeler

Tabellen angir anleggsdata brukt til å beregne feilfrekvenser i rapporten. Tallene er delvis basert på estimater og avgrenset til statistikkgrunnlaget. Det vil si anlegg tilhørende industrikonseksjonærer og HVDC-anlegg er utelatt, og at kun anlegg i drift er inkludert. For 2016 er tallene basert på innmeldte data på Fosweb og regionale kraftsystemutredninger.

År	Systemspenning	Kraftledning [km]	Kabel [km]	Krafttransformator	Effektbryter
2003	33-110 kV	11 595	1 031	1 663	3 328
	132 kV	10 135	189	690	1 992
	220-300 kV	5 825	67	272	692
	420 kV	2 340	24	61	236
2004	33-110 kV	11 595	1 031	1 663	3 328
	132 kV	10 306	190	720	2 030
	220-300 kV	5 694	67	274	695
	420 kV	2 573	24	62	250
2005	33-110 kV	11 595	1 031	1 663	3 328
	132 kV	10 498	202	720	2 058
	220-300 kV	5 694	68	274	700
	420 kV	2 573	24	62	250
2006	33-110 kV	11 595	1 031	1 663	3 328
	132 kV	10 498	202	720	2 058
	220-300 kV	5 694	68	274	700
	420 kV	2 573	24	62	250
2007	33-110 kV	11 595	1 031	1 663	3 328
	132 kV	10 498	202	720	2 058
	220-300 kV	5 694	68	274	700
	420 kV	2 573	24	62	250
2008	33-110 kV	11 595	1 031	1 663	3 328
	132 kV	10 498	202	720	2 058
	220-300 kV	5 694	68	274	700
	420 kV	2 573	24	62	250
2009	33-110 kV	11 595	1 031	1 663	3 328
	132 kV	10 498	202	720	2 058
	220-300 kV	5 694	68	274	700
	420 kV	2 573	24	62	250
2010	33-110 kV	11 595	1 031	1 663	3 328
	132 kV	10 498	202	720	2 058
	220-300 kV	5 694	68	274	700
	420 kV	2 573	24	62	250
2011	33-110 kV	11 595	1 031	1 663	3 328
	132 kV	10 498	202	720	2 058
	220-300 kV	5 694	68	274	700
	420 kV	2 573	24	62	250
2012	33-110 kV	11 595	1 031	1 663	3 328
	132 kV	10 498	202	720	2 058
	220-300 kV	5 694	68	274	700
	420 kV	2 573	24	62	250
2013	33-110 kV	11 595	1 031	1 663	3 328
	132 kV	10 365	202	720	2 058
	220-300 kV	5 139	68	249	735
	420 kV	2 761	24	85	368
2014	33-110 kV	11 595	1 031	1 663	3 328
	132 kV	10 365	202	720	2 058
	220-300 kV	5 139	68	250	734
	420 kV	2 951	24	91	368
2015	33-110 kV	11 595	1 031	1 663	3 328
	132 kV	10 641	409	854	2 446
	220-300 kV	5 327	64	257	718
	420 kV	3 084	24	97	464
2016	33-110 kV	11 595	1 186	1 663	3 328
	132 kV	10 736	422	913	2 491
	220-300 kV	5 356	98	266	730
	420 kV	3 267	25	100	453