

# Årsstatistikk 2018

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

### Innholdsfortegnelse

Forord .....	1
Sammendrag .....	2
1. Innledning .....	3
2. Driftsforstyrrelser .....	4
2.1 Antall driftsforstyrrelser og 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 <i>omgivelser</i> .....	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.

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 systemorientert og beskriver alle hendelser i nettet uavhengig av om sluttbruker blir berørt eller ikke. Denne type statistikk er først og fremst beregnet for 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. Den versjonen som lå til grunn for rapporteringen i 2018 ble utgitt i 2001. Fra og med rapporteringen i 2019 er definisjonene revidert.

Oslo, 30. juni 2019

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

## Sammendrag

Denne publikasjonen gir en oversikt over driftsforstyrrelser og feil i 33-420 kV-nettet for 2018. 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 2018 registrert 740 driftsforstyrrelser. Dette er det nest laveste registrerte antall i siste 5-årsperiode og samtidig godt under gjennomsnittet. Antall rapporterte driftsforstyrrelser i produksjonsanlegg har gått noe ned, men har stabilisert seg etter tiltak NVE og Statnett igangsatte for å øke rapporteringsgraden.

De vanligste utløsende årsaker finner vi i hovedgruppene *omgivelser* og *teknisk utstyr*, som til sammen er registrert i ca. 62 % av driftsforstyrrelsene. Når det gjelder konsekvenser for sluttbrukere, er *omgivelser* den største årsaksgruppen med ca. 60 % av ikke levert energi (ILE) i 2018.

Driftsforstyrrelser kan bestå av én eller flere feil. Statistikken for 2018 omfatter til sammen 818 feil, hvorav 427 var *forbigående* og 391 var *varige*. Dette er en økning fra 2017, men det nest laveste antallet registrerte feil siste 6 år. Flest feil ble registrert på anleggsdelene *kraftledning* (36,3 %), *vern* (17,6 %), *måle- og meldesystem* (5,7 %) og *kjølevannsanlegg* (4,0 %).

Feil på spenningsnivåene 33-420 kV medførte til sammen 1606 MWh ILE, noe som er det laveste siste 10 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 2018. I tillegg inneholder den tilsvarende statistikk fra foregående år som synliggjør historisk sammenligning og 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.

## 2. Driftsforstyrrelser

I dette kapitlet presenteres en oversikt over driftsforstyrrelser i 2018 sammenlignet med gjennomsnittet for de siste 10 år. 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*.

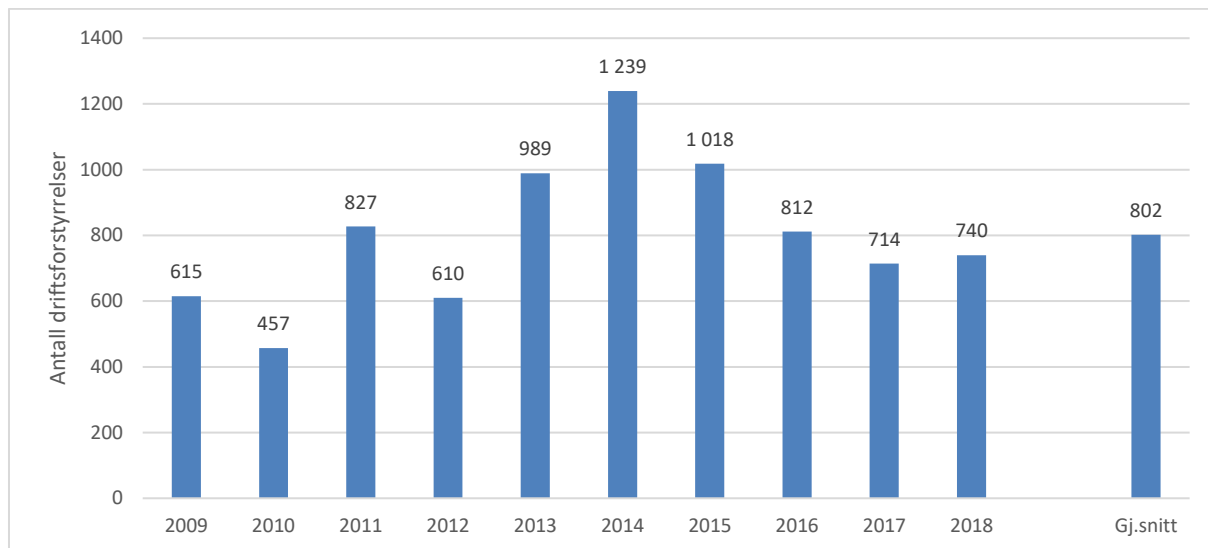
### 2.1 Antall driftsforstyrrelser og ILE

Det var 740 registrerte driftsforstyrrelser på disse spenningsnivåene i 2018, som til sammen medførte ILE på 1340 MWh. Antall driftsforstyrrelser var det nest laveste siden 2012, og er ca. 8 % lavere enn gjennomsnittet siste 10 år. ILE-mengden var omtrent 30 % lavere enn i 2017, og ca. 70 % lavere enn gjennomsnittet siste 10 år.

Tabell 2.1 Driftsforstyrrelser med tilhørende ILE fordelt på spenningsnivå

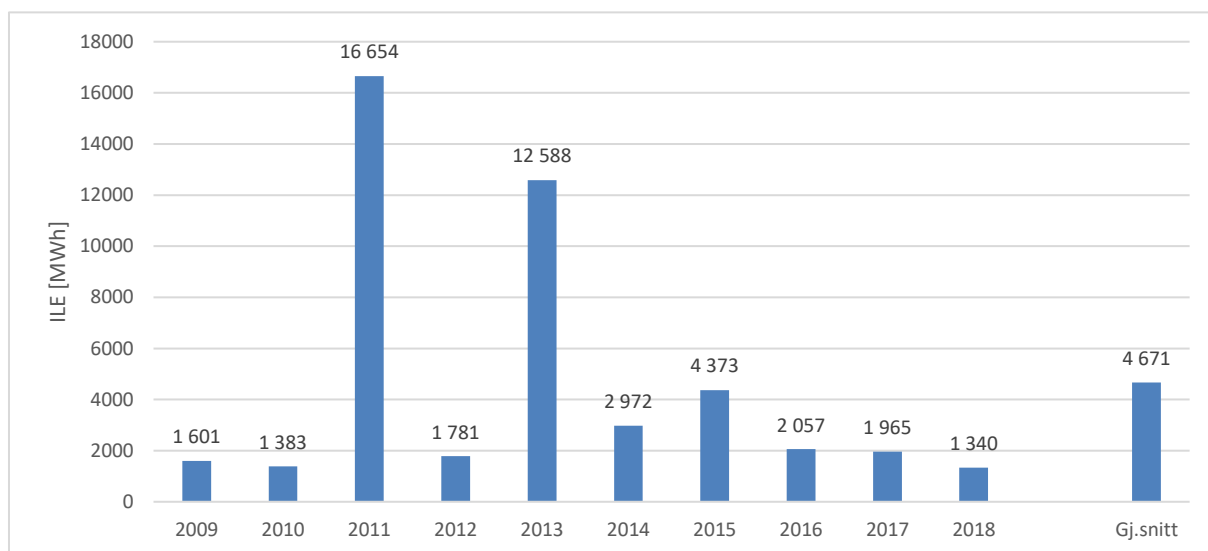
Spenningsnivå ref. primærfeil	Antall driftsforstyrrelser				ILE pga. driftsforstyrrelser			
	Antall		Andel		MWh		Andel	
	2018	Årsgj.snitt 2009-2018	2018	Årsgj.snitt 2009-2018	2018	Årsgj.snitt 2009-2018	2018	Årsgj.snitt 2009-2018
<b>420 kV</b>	<b>86</b>	<b>85</b>	<b>11,6 %</b>	<b>10,5 %</b>	<b>3</b>	<b>2 048</b>	<b>0,2 %</b>	<b>43,8 %</b>
Ingen avbrudd	85	80	11,5 %	9,9 %				
Kortvarige avbrudd	0	1	0,0 %	0,1 %	0	6	0,0 %	0,1 %
Langvarige avbrudd	1	4	0,1 %	0,5 %	3	2 042	0,2 %	43,7 %
<b>300-220 kV</b>	<b>104</b>	<b>128</b>	<b>14,1 %</b>	<b>15,9 %</b>	<b>10</b>	<b>256</b>	<b>0,8 %</b>	<b>5,5 %</b>
Ingen avbrudd	97	115	14,4 %	14,5 %				
Kortvarige avbrudd	4	5	0,6 %	0,6 %	7	27	0,5 %	0,6 %
Langvarige avbrudd	3	8	0,9 %	1,0 %	3	229	0,2 %	4,9 %
<b>132 kV</b>	<b>237</b>	<b>260</b>	<b>32,0 %</b>	<b>32,5 %</b>	<b>393</b>	<b>1 270</b>	<b>29,3 %</b>	<b>27,2 %</b>
Ingen avbrudd	180	188	24,3 %	23,5 %				
Kortvarige avbrudd	20	23	2,7 %	2,8 %	204	144	15,2 %	3,1 %
Langvarige avbrudd	37	50	5,0 %	6,2 %	189	1 126	14,1 %	24,1 %
<b>110-33 kV</b>	<b>313</b>	<b>330</b>	<b>42,3 %</b>	<b>41,1 %</b>	<b>934</b>	<b>1 098</b>	<b>69,7 %</b>	<b>23,5 %</b>
Ingen avbrudd	136	131	18,4 %	16,3 %				
Kortvarige avbrudd	59	75	8,0 %	9,4 %	17	53	1,3 %	1,1 %
Langvarige avbrudd	118	124	15,9 %	15,4 %	917	1 045	68,4 %	22,4 %
<b>Sum</b>	<b>740</b>	<b>802</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>1 340</b>	<b>4 671</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

Som Figur 2.1 viser, var antall rapporterte driftsforstyrrelser i 2018 nest lavest siste 6 år og også under snittet siste 10-årsperiode. Her er det verdt å merke seg økt rapporteringsgrad fra kraftprodusenter fra 2012/2013, som til en viss grad forklarer et lavere antall i 2009 og 2010. I 2011 medførte ekstremværet Dagmar at antall driftsforstyrrelser uansett ble relativt høyt.



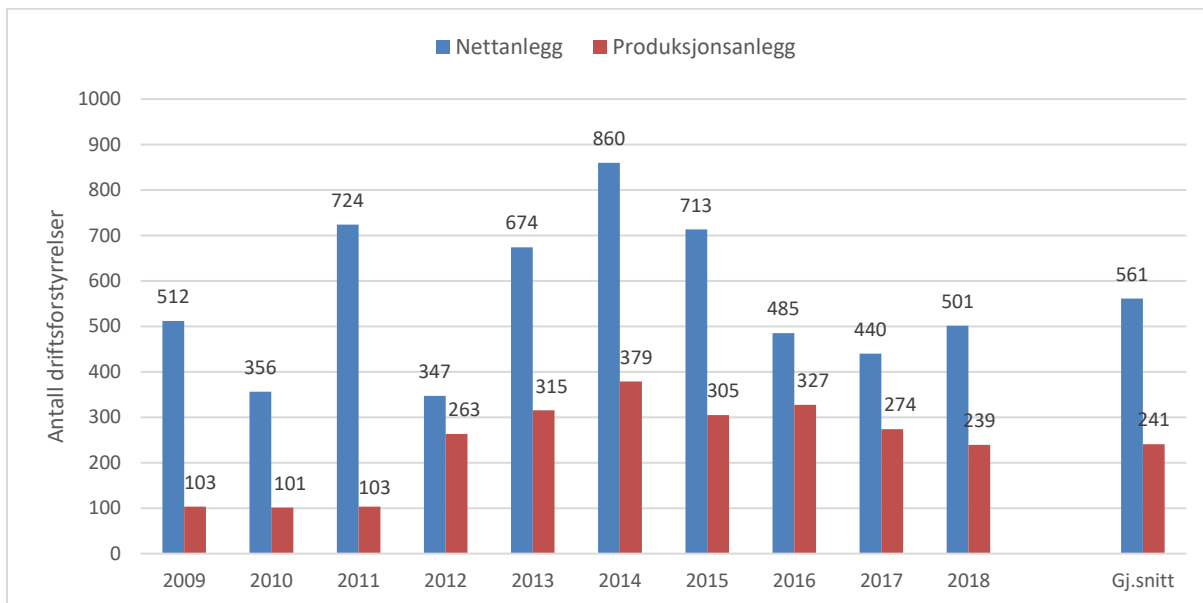
Figur 2.1 Antall driftsforstyrrelser per år i perioden 2009-2018

Figur 2.2 viser ILE i MWh for årene 2009-2018. Mengden i 2018 må sies å være lavt i forhold til et «normalår», faktisk det laveste i 10-årsperioden.



Figur 2.2 ILE per år i perioden 2009-2018

I Figur 2.3 er antall driftsforstyrrelser siste 10 år vist oppdelt på nettanlegg og produksjonsanlegg. Antall driftsforstyrrelser for produksjonsanlegg var i 2018 omtrent som gjennomsnittet siste 10 år.



Figur 2.3 Antall driftsforstyrrelser per år i perioden 2009-2018, 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.

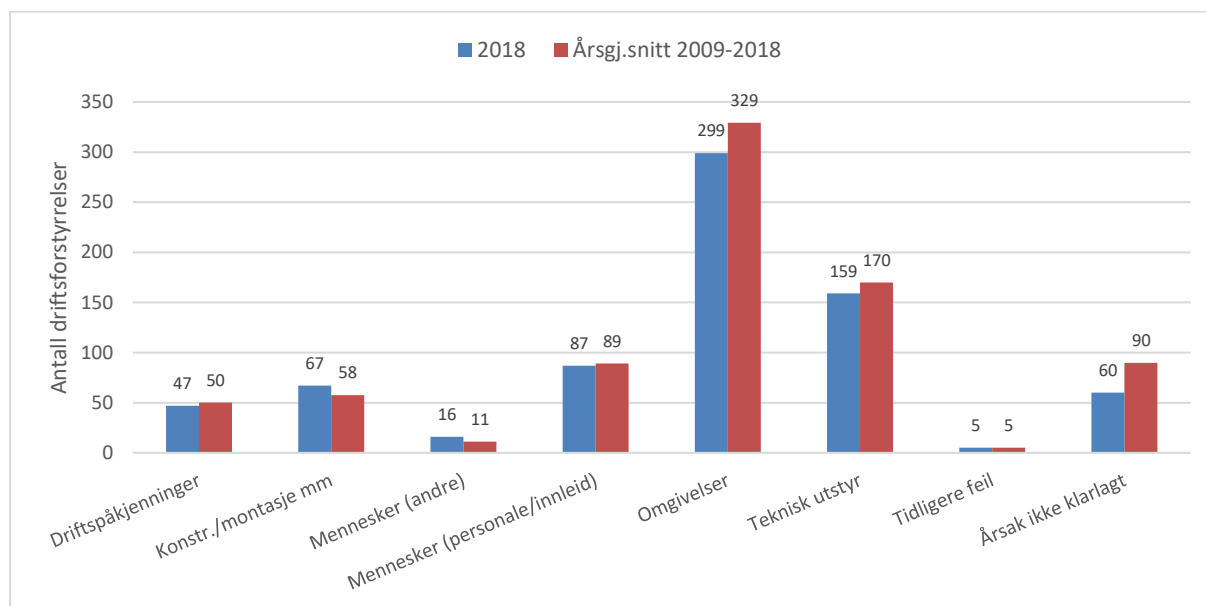
## 2.2 Antall driftsforstyrrelser og ILE fordelt på utløsende årsak

Hovedgruppene *omgivelser* og *teknisk utstyr* er de mest vanlige utløsende årsakene, og i 2018 er nær 62 % av driftsforstyrrelsene registrert på disse, se Tabell 2.2 og Figur 2.4. Dette samsvarer godt med gjennomsnittet for siste 10 år. Tilsvarende svarte disse to gruppene for over 75 % av ILE i 2018, se Figur 2.5.

Tabell 2.2 Driftsforstyrrelser fordelt på utløsende årsak

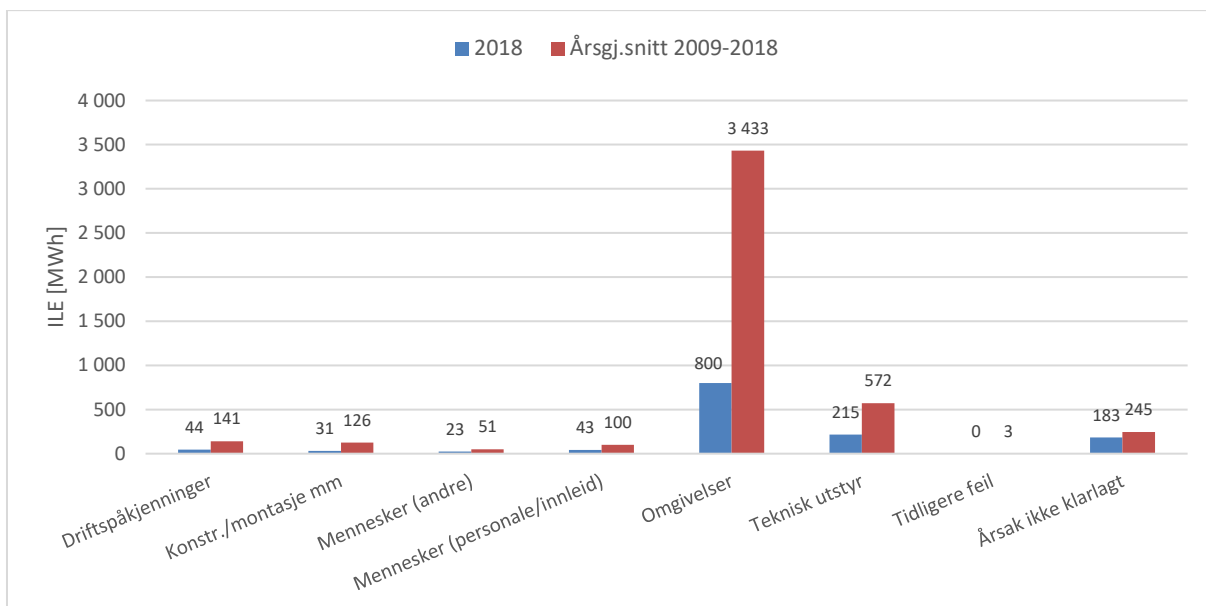
Utløsende årsak (hovedgruppe)	Antall driftsforstyrrelser				ILE pga. driftsforstyrrelser			
	Antall		Andel		MWh		Andel	
	2018	Årsgj.snitt 2009-2018	2018	Årsgj.snitt 2009-2018	2018	Årsgj.snitt 2009-2018	2018	Årsgj.snitt 2009-2018
Driftspåkjenninger	47	50	6,4 %	6,3 %	44	141	3,3 %	3,0 %
Konstr./montasje mm	67	58	9,1 %	7,2 %	31	126	2,3 %	2,7 %
Mennesker (andre)	16	11	2,2 %	1,4 %	23	51	1,7 %	1,1 %
Mennesker (personale/innleid)	87	89	11,8 %	11,1 %	43	100	3,2 %	2,1 %
Omgivelser	299	329	40,4 %	41,0 %	800	3 433	59,7 %	73,5 %
Teknisk utstyr	159	170	21,5 %	21,2 %	215	572	16,0 %	12,3 %
Tidligere feil	5	5	0,7 %	0,6 %	0	3	0,0 %	0,1 %
Årsak ikke klarlagt	60	90	8,1 %	11,2 %	183	245	13,6 %	5,2 %
<b>Sum</b>	<b>740</b>	<b>802</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>1 340</b>	<b>4 671</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

Med unntak av årsak ikke klarlagt ligger antall driftsforstyrrelser innenfor de ulike hovedårsakene nær gjennomsnittet for siste 10 år.



Figur 2.4 Antall driftsforstyrrelser fordelt på utløsende årsak

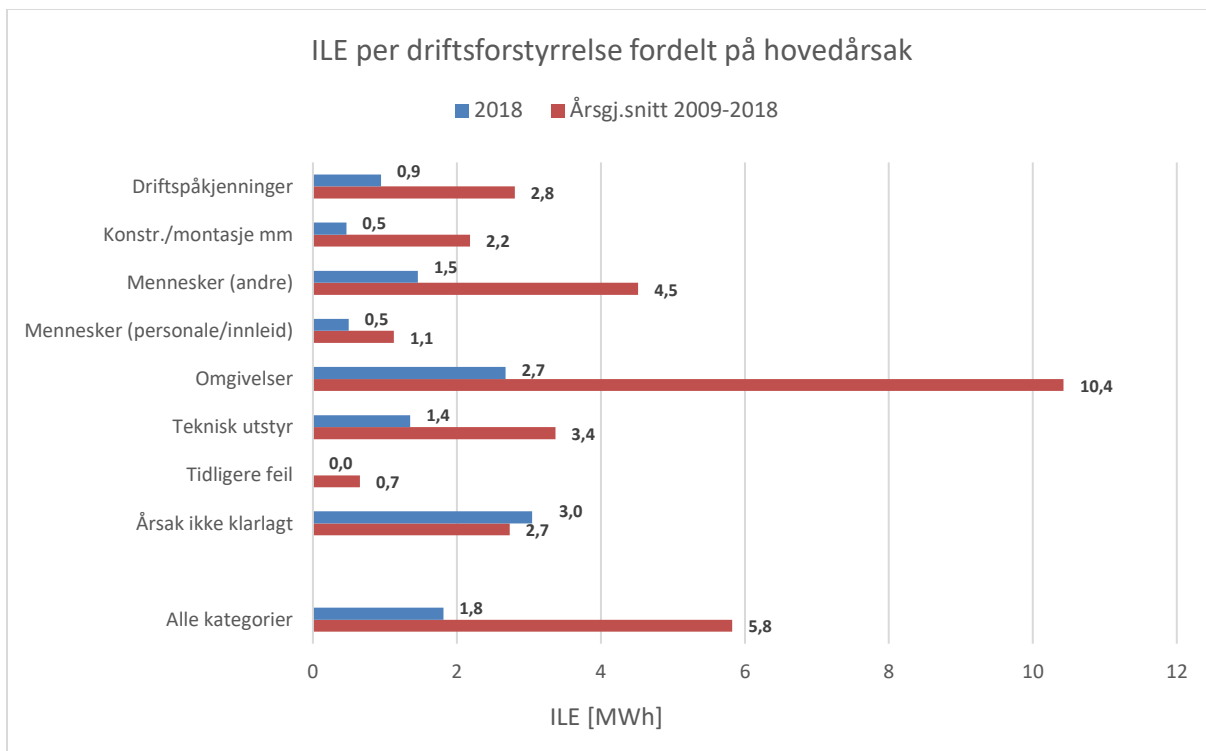




Figur 2.5 ILE fordelt på utløsende årsak

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 2018 har gruppen *årsak ikke klarlagt* høyest ILE per driftsforstyrrelse.

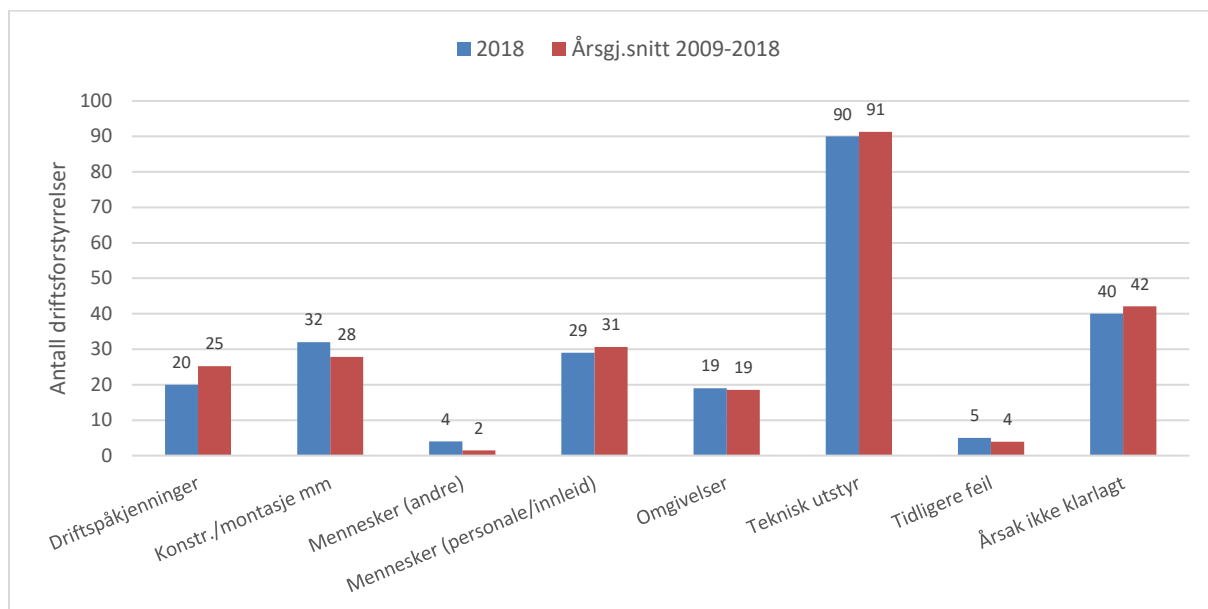
Nederste søyle i figuren viser gjennomsnittlig ILE for alle driftsforstyrrelser.



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

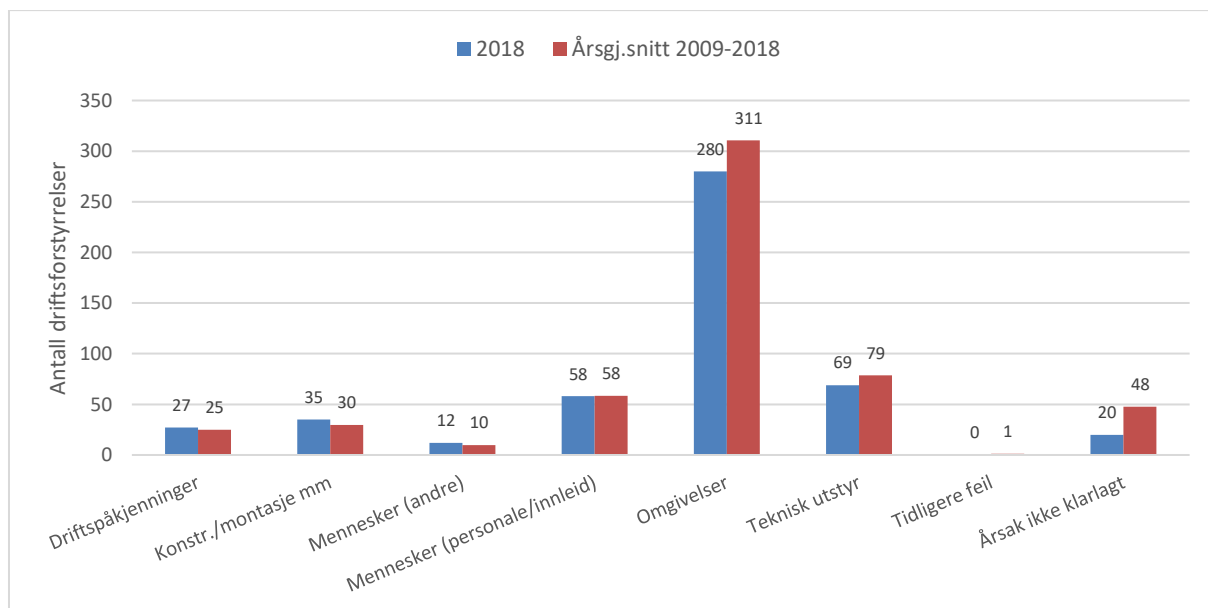
## 2.2.1 Driftsforstyrrelser fordelt på hhv. produksjons- og nettanlegg

Figur 2.7 og Figur 2.8 viser antall driftsforstyrrelser for hhv. produksjon- og nettanlegg. Produksjonsanleggene følger i stor grad trenden for perioden 2009-2018. *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 2018 følger også tilnærmet trenden for 2009-2018, med *omgivelser* som den dominerende årsaksgruppen. For disse anleggene er det stort sett færre driftsforstyrrelser enn gjennomsnittet for 2009-2018.



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

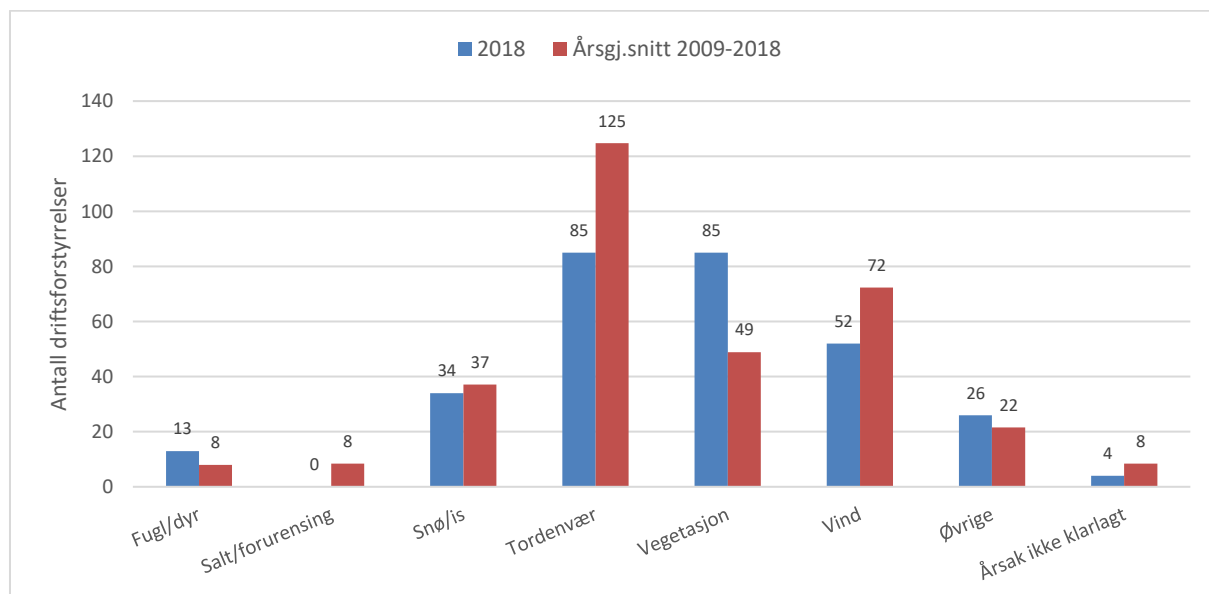
## 2.2.2 Antall driftsforstyrrelser og ILE med utløsende årsak omgivelser

Omgivelser er som vanlig den dominerende utløsende årsaksgruppen for driftsforstyrrelser, se Tabell 2.2. Innenfor denne gruppen var *tordenvær* og *vegetasjon* den hyppigste enkeltårsaken i 2018, etterfulgt av *vind*, *snø/is* og *øvrige*, som vist i Tabell 2.3. *Vegetasjon* 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 forholdsvis stor andel av driftsforstyrrelsene i 2018 (8,7 %), men noe begrenset ILE (5,5 %).

Tabell 2.3 Driftsforstyrrelser fordelt på utløsende årsak i hovedgruppe omgivelser

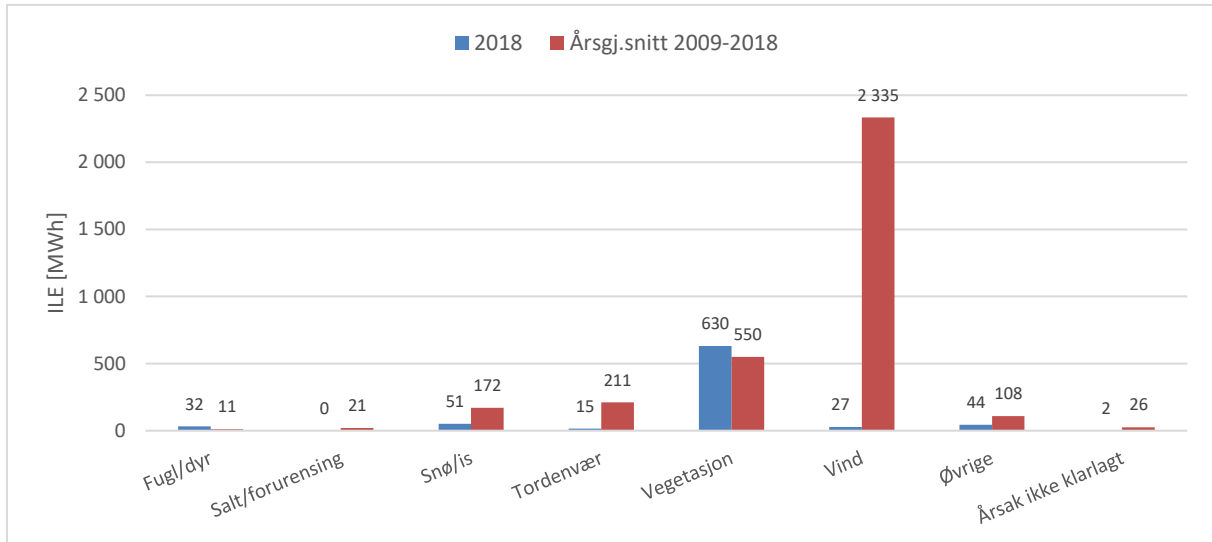
Utløsende årsak: Omgivelser	Antall driftsforstyrrelser				ILE pga. driftsforstyrrelser			
	Antall		Andel		MWh		Andel	
	2018	Årsgj.snitt 2009-2018	2018	Årsgj.snitt 2009-2018	2018	Årsgj.snitt 2009-2018	2018	Årsgj.snitt 2009-2018
Fugl/dyr	13	8	4,3 %	2,4 %	32	11	4,0 %	0,3 %
Salt/forurensing	0	8	0,0 %	2,6 %	0	21	0,0 %	0,6 %
Snø/is	34	37	11,4 %	11,3 %	51	172	6,3 %	5,0 %
Tordenvær	85	125	28,4 %	37,9 %	15	211	1,9 %	6,1 %
Vegetasjon	85	49	28,4 %	14,9 %	630	550	78,7 %	16,0 %
Vind	52	72	17,4 %	22,0 %	27	2 335	3,3 %	68,0 %
Øvrige	26	22	8,7 %	6,5 %	44	108	5,5 %	3,1 %
Årsak ikke klarlagt	4	8	1,3 %	2,6 %	2	26	0,3 %	0,7 %
<b>Sum</b>	<b>299</b>	<b>329</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>800</b>	<b>3 433</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

I Figur 2.9 ser vi en nedgang i antall driftsforstyrrelser som følge av *tordenvær* i 2018 sammenlignet med gjennomsnittet for siste 10 år. For *vegetasjon* ser vi en oppgang i antallet.



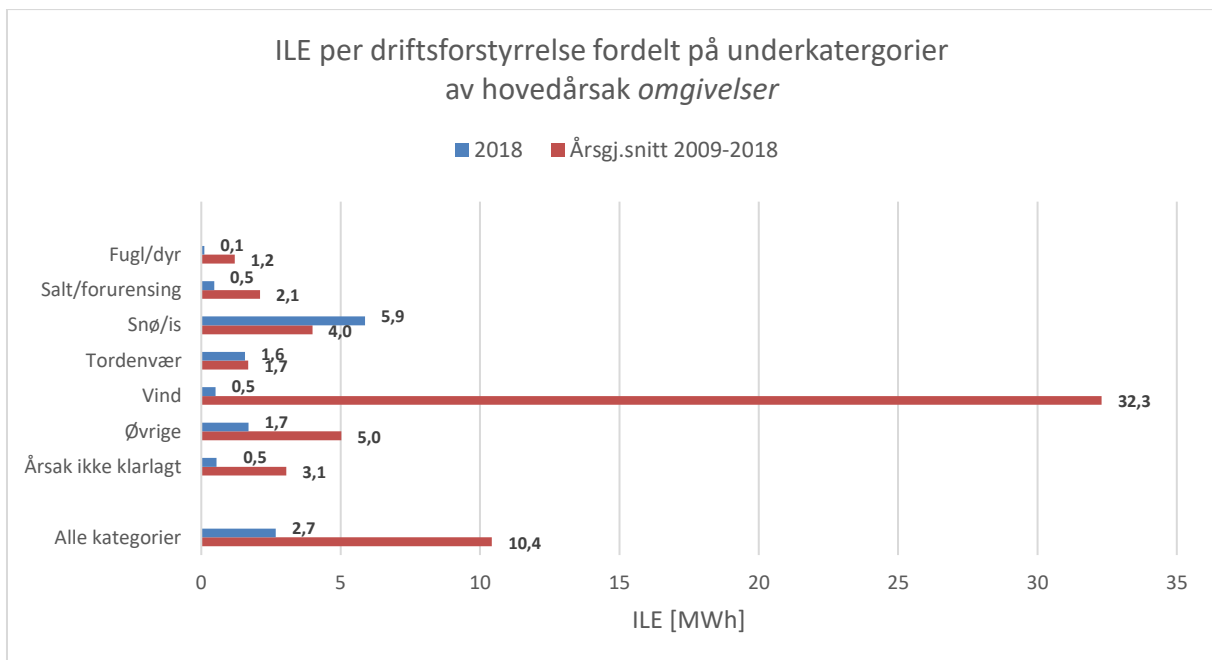
Figur 2.9 Antall driftsforstyrrelser fordelt på utløsende årsak innen hovedgruppe omgivelser

Fordelingen av ILE på utløsende årsak under hovedgruppe *omgivelser*, som vist i Figur 2.10, viser at *vegetasjon* og *snø/is* var de største bidragsyterne i 2018. ILE pga. *vind* var relativt lavt i 2018, og en god del mindre enn gjennomsnittet for 2009-2018. Dette skyldes i første rekke at gjennomsnittet er sterkt påvirket av enkelthendelser/ekstremvær.



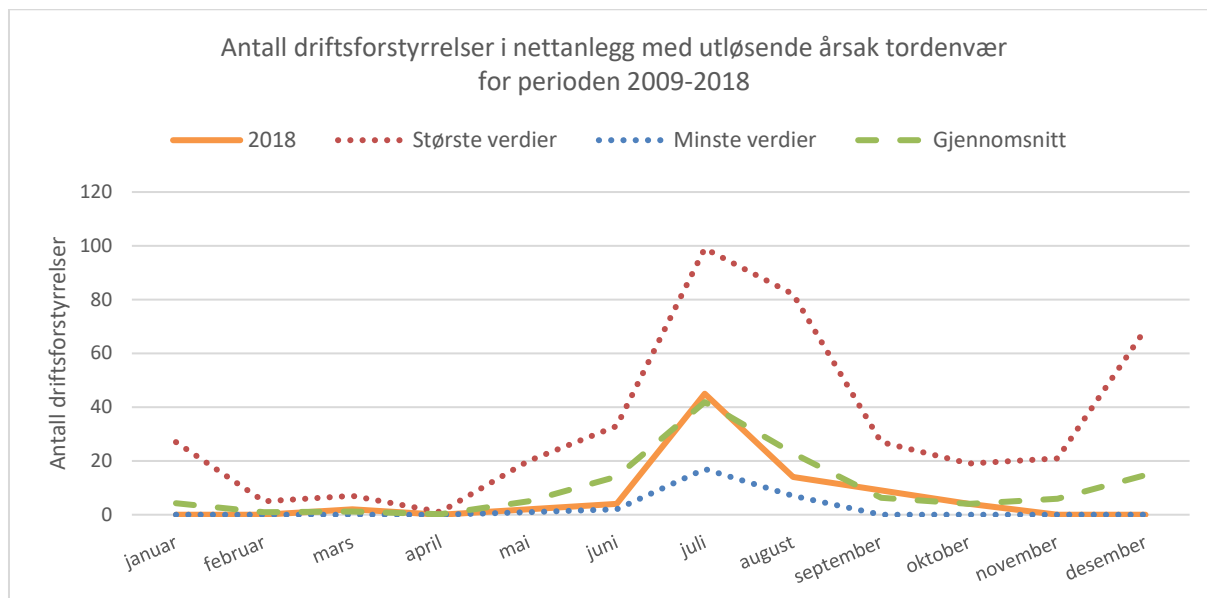
Figur 2.10 ILE fordelt på utløsende årsak innen hovedgruppe *omgivelser*

Figur 2.11 viser at en driftsforstyrrelse i 2018 i gjennomsnitt medførte 2,7 MWh ILE på disse spenningsnivåene, mot 10,4 MWh i gjennomsnitt for perioden 2009-2018.



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 2009-2018. De høye verdiene i juli, august og desember (rød stiplet kurve) er fra 2014. Vi observerer at 2018 var et gjennomsnittlig år mht. driftsforstyrrelser pga. tordenvær.



Figur 2.12 Utløsende årsak tordenvær fordelt over året for nettanlegg i perioden 2009-2018

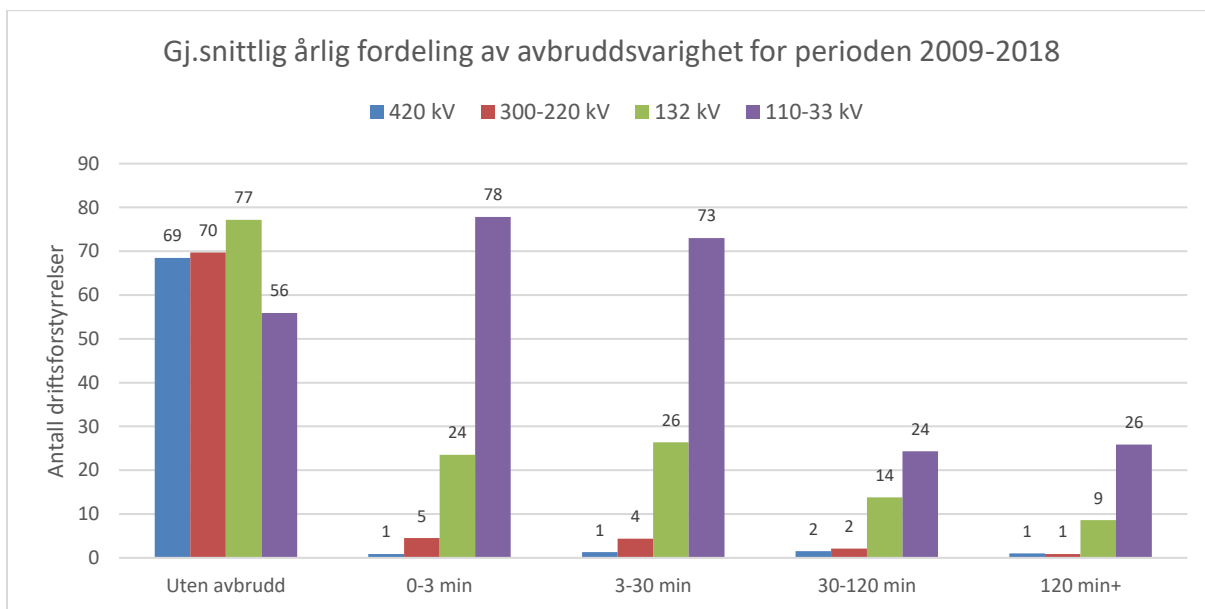
### 2.3 Antall driftsforstyrrelser fordelt på avbruddsvarighet (nettanlegg)

Av totalt 501 driftsforstyrrelser på nettanlegg med systemspenning 33-420 kV medførte 262 (52 %) ikke avbrudd i 2018. Dette er en høyere andel enn gjennomsnittet for årene 2009-2018 (48 %). Av driftsforstyrrelser som medførte avbrudd er det omtrent samme fordeling mellom ulike varigheter i 2018 som i gjennomsnittet for perioden 2009-2018. 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	
	2018	Årsgj.snitt 2009-2018	2018	Årsgj.snitt 2009-2018
Uten avbrudd	262	271	52,3 %	48,3 %
0-3 min	82	107	16,4 %	19,0 %
3-30 min	89	105	17,8 %	18,7 %
30-120 min	33	42	6,6 %	7,4 %
120 min+	35	36	7,0 %	6,5 %
<b>Sum</b>	<b>501</b>	<b>561</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

Hvis vi betrakter gjennomsnittlig antall driftsforstyrrelser med ulik avbruddsvarighet for 2009-2018 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 er størst på de høyeste spenningsnivåene. Merk forøvrig 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 Gjennomsnittlig antall driftsforstyrrelser fordelt på avbruddsvarighet for **nettanlegg**

Kun 7 % av driftsforstyrrelsene med primærfeil på 420 kV-nivå medførte avbrudd i perioden 2009-2018, mens for 132 kV og 33-110 kV var tilsvarende andel hhv. 51 % og 79 %.

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

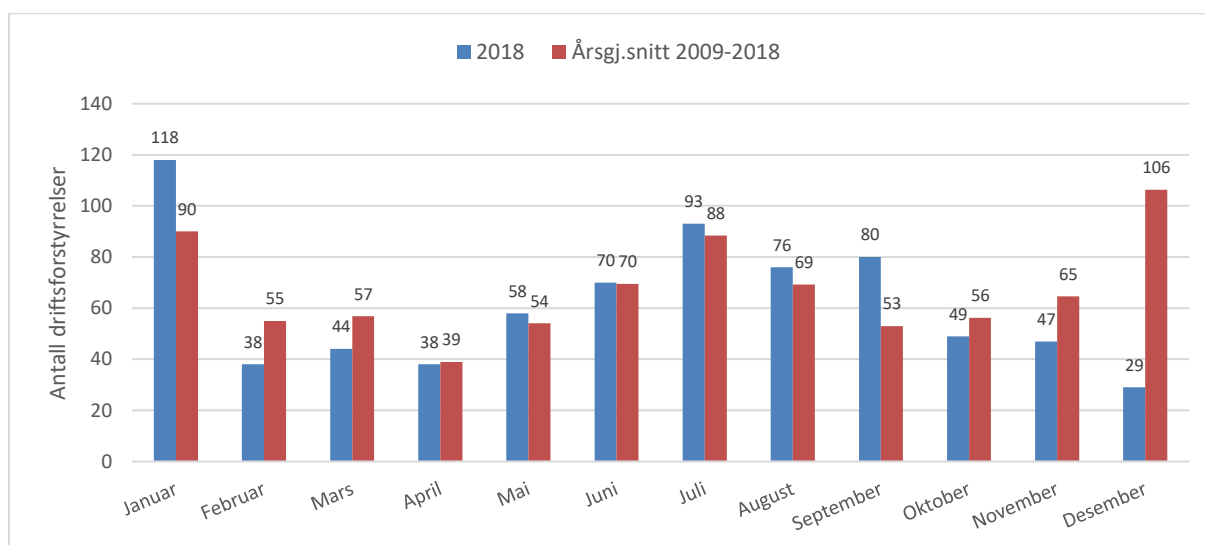
Alle tall i dette kapitlet refererer til det tidspunktet driftsforstyrrelsene startet, dvs. at ILE forårsaket av en driftsforstyrrelse som varer i flere timer i sin helhet er «bokført» på det tidspunktet driftsforstyrrelsen startet.

Antall driftsforstyrrelser fordelt over året er forholdsvis jevn men vi ser tydelig at høst/vinterstormene preger antallet noe i vintermånedene. For november og desember sitt vedkommende var antall driftsforstyrrelser i 2018 en del lavere enn gjennomsnittet for 2009-2018, se Figur 2.14.

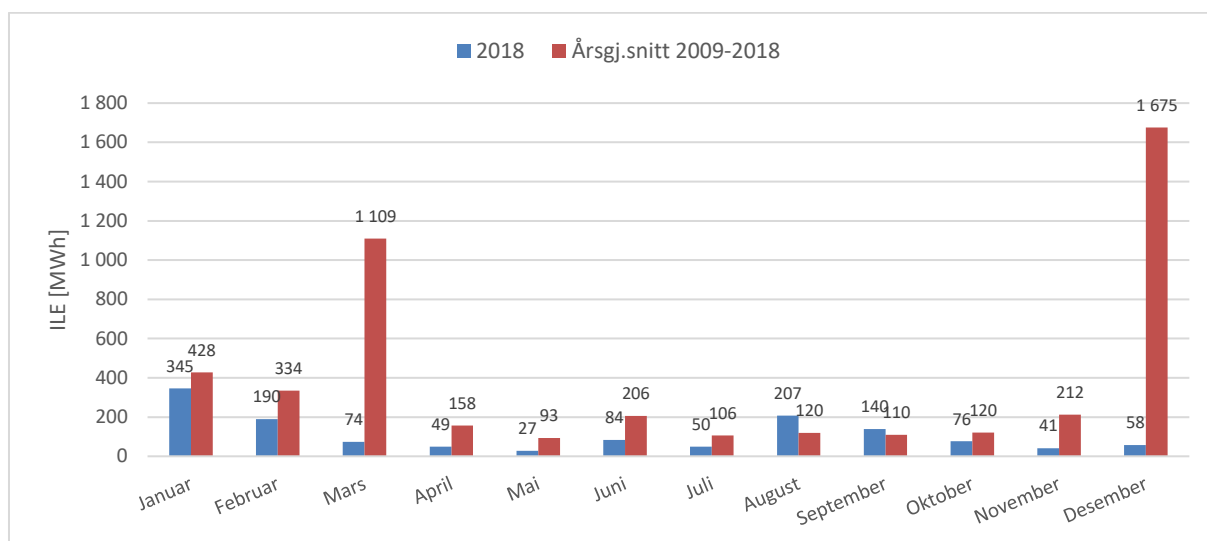
Gjennomsnittstallene for ILE er fortsatt preget av store enkelthendelser/ekstremvær i mars 2013 og desember 2011.

Tabell 2.5 Fordeling av antall driftsforstyrrelser og ILE over året

Måned	Antall driftsforstyrrelser				ILE pga. driftsforstyrrelser			
	Antall		Andel		MWh		Andel	
	2018	Årsgj.snitt 2009-2018	2018	Årsgj.snitt 2009-2018	2018	Årsgj.snitt 2009-2018	2018	Årsgj.snitt 2009-2018
Januar	118	90	15,9 %	11,2 %	345	428	25,8 %	9,2 %
Februar	38	55	5,1 %	6,9 %	190	334	14,2 %	7,1 %
Mars	44	57	5,9 %	7,1 %	74	1 109	5,5 %	23,7 %
April	38	39	5,1 %	4,8 %	49	158	3,6 %	3,4 %
Mai	58	54	7,8 %	6,7 %	27	93	2,0 %	2,0 %
Juni	70	70	9,5 %	8,7 %	84	206	6,3 %	4,4 %
Juli	93	88	12,6 %	11,0 %	50	106	3,7 %	2,3 %
August	76	69	10,3 %	8,6 %	207	120	15,4 %	2,6 %
September	80	53	10,8 %	6,6 %	140	110	10,4 %	2,4 %
Oktober	49	56	6,6 %	7,0 %	76	120	5,7 %	2,6 %
November	47	65	6,4 %	8,1 %	41	212	3,1 %	4,5 %
Desember	29	106	3,9 %	13,3 %	58	1 675	4,3 %	35,9 %
<b>Sum</b>	<b>740</b>	<b>802</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>1 340</b>	<b>4 671</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

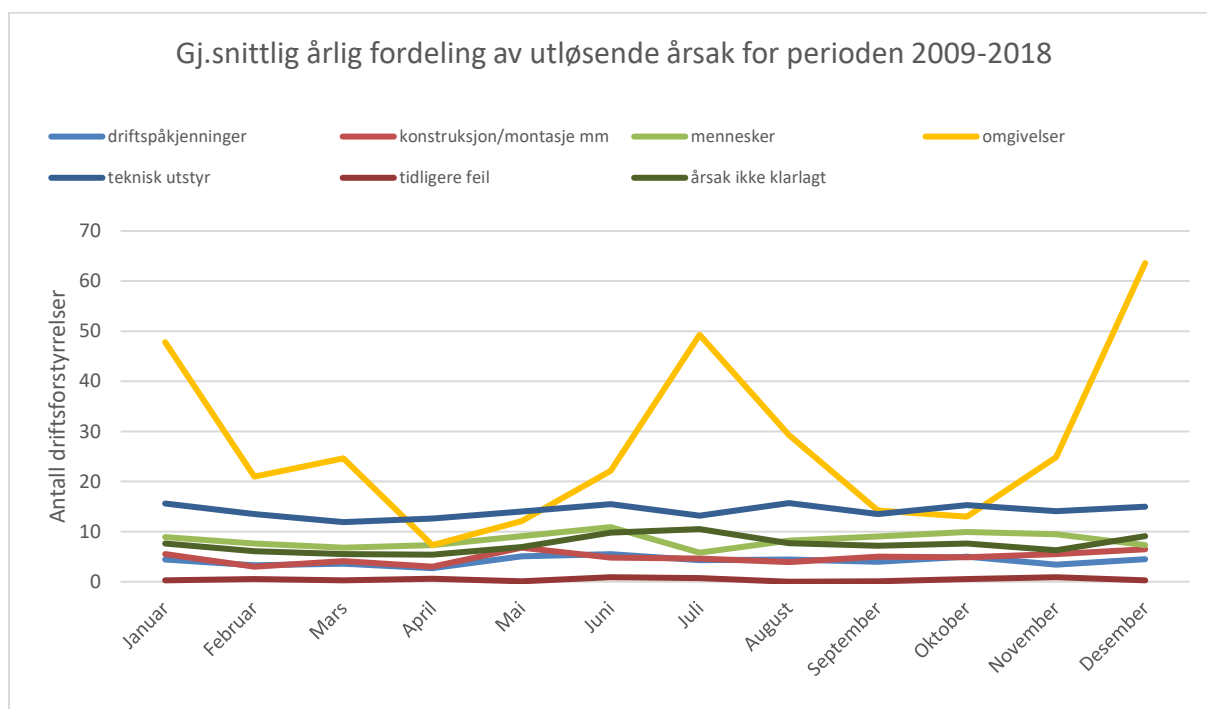


Figur 2.14 Fordeling av driftsforstyrrelser over året



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 2009-2018 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).



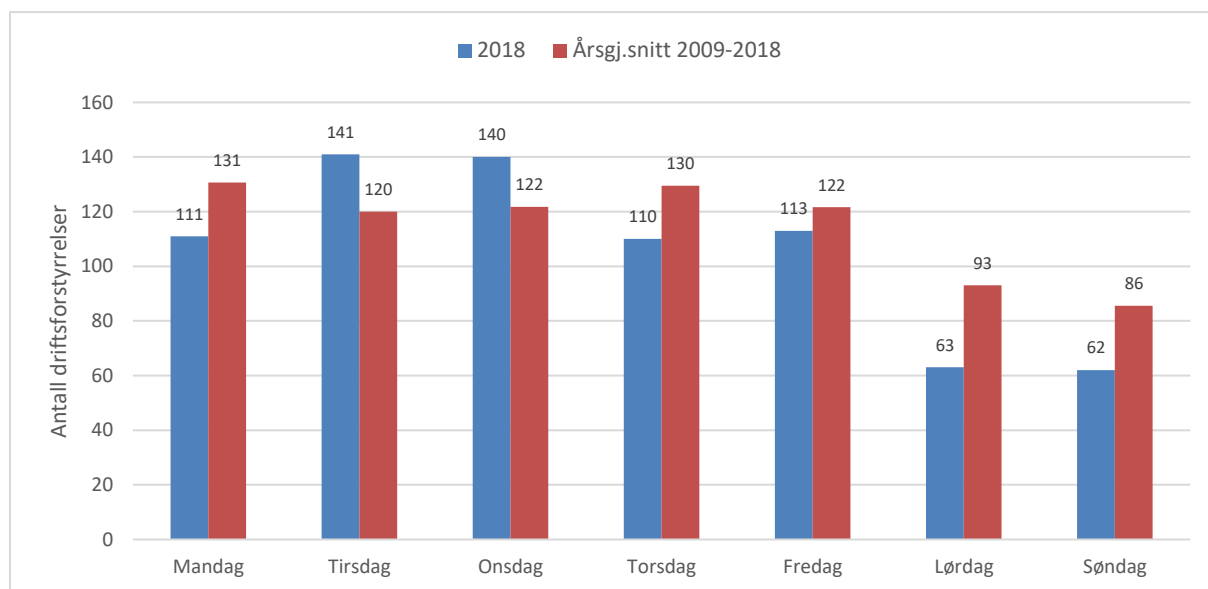
Figur 2.16 Fordeling av utløsende årsak for driftsforstyrrelser over året



Antall driftsforstyrrelser i 2018 fordelte seg forholdsvis jevnt over ukedagene, med en topp på tirsdag og onsdag, se Tabell 2.6 og Figur 2.17. Dette er forholdsvis vanlig da det typisk er noe høyere aktivitet i samfunnet i starten av uka. Forklaringen på de høye ILE-andelen lørdag og søndag i gjennomsnittet for 2009-2018 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	
	2018	Årsgj.snitt 2009-2018	2018	Årsgj.snitt 2009-2018	2018	Årsgj.snitt 2009-2018	2018	Årsgj.snitt 2009-2018
Mandag	111	131	15,0 %	16,3 %	90	344	6,7 %	7,4 %
Tirsdag	141	120	19,1 %	15,0 %	168	317	12,5 %	6,8 %
Onsdag	140	122	18,9 %	15,2 %	373	446	27,9 %	9,5 %
Torsdag	110	130	14,9 %	16,1 %	226	501	16,9 %	10,7 %
Fredag	113	122	15,3 %	15,2 %	261	307	19,5 %	6,6 %
Lørdag	63	93	8,5 %	11,6 %	35	1 275	2,6 %	27,3 %
Søndag	62	86	8,4 %	10,7 %	187	1 482	13,9 %	31,7 %
<b>Sum</b>	<b>740</b>	<b>802</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>1 340</b>	<b>4 671</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>



Figur 2.17 Fordeling av antall driftsforstyrrelser over uka

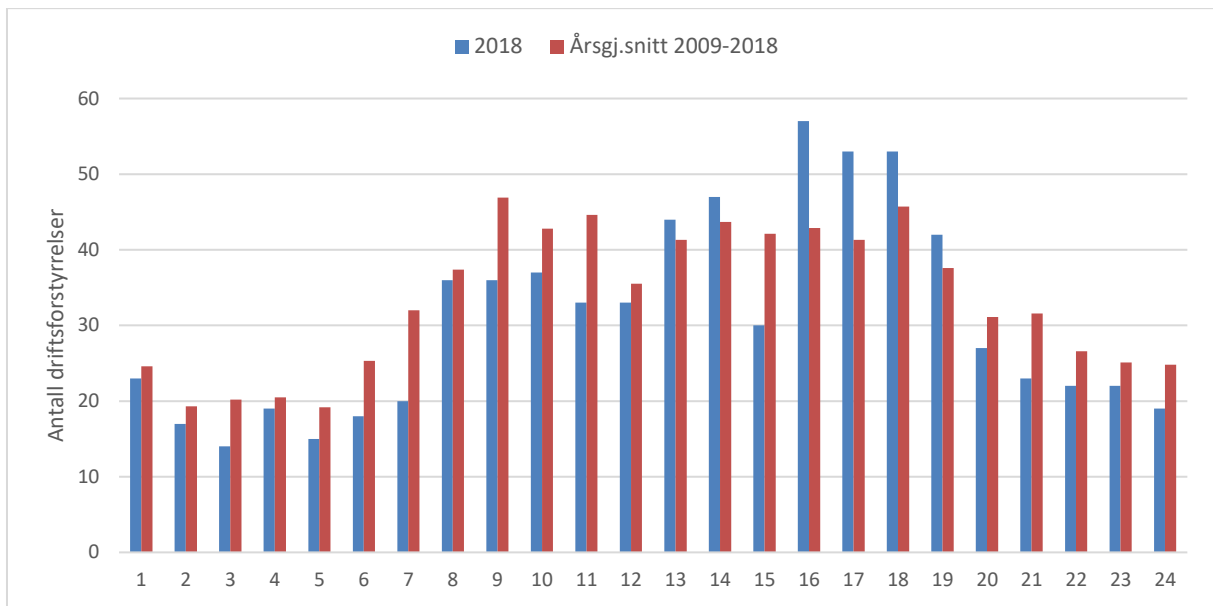
time 16-18 i forhold til gjennomsnittet.

Tabell 2.7 og Figur 2.18 viser at fordelingen av antall driftsforstyrrelser over døgnet gjenspeiler aktiviteten i samfunnet. I gjennomsnitt ser vi en klar økning i morgentimene fram til ca. kl. 9 der antall driftsforstyrrelser stabiliserer seg fram til arbeidssdagens slutt, for så å synke utover kvelden og natten. I 2018 observerer vi et relativt høyt antall driftsforstyrrelser i time 16-18 i forhold til gjennomsnittet.

Tabell 2.7 Fordeling av antall driftsforstyrrelser og ILE over døgnet

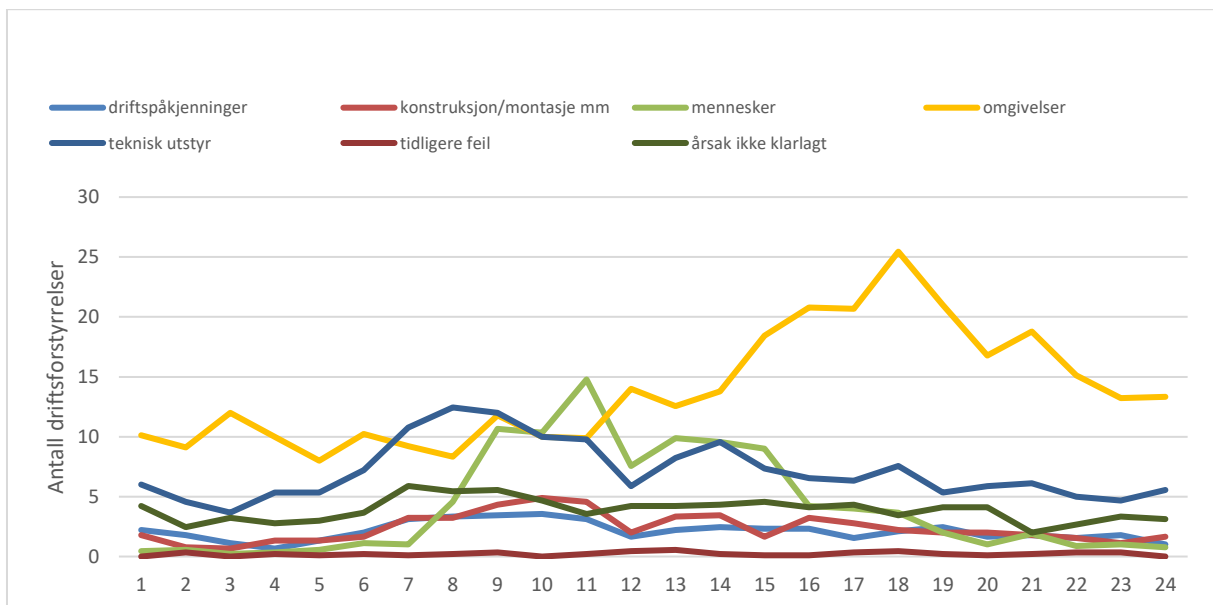
Time	Antall driftsforstyrrelser				ILE pga. driftsforstyrrelser			
	Antall		Andel		MWh		Andel	
	2018	Årsgj.snitt 2009-2018	2018	Årsgj.snitt 2009-2018	2018	Årsgj.snitt 2009-2018	2018	Årsgj.snitt 2009-2018
1	23	25	3,1 %	3,1 %	42	55	3,1 %	1,2 %
2	17	19	2,3 %	2,4 %	3	39	0,2 %	0,8 %
3	14	20	1,9 %	2,5 %	59	81	4,4 %	1,7 %
4	19	21	2,6 %	2,6 %	14	88	1,1 %	1,9 %
5	15	19	2,0 %	2,4 %	27	72	2,0 %	1,5 %
6	18	25	2,4 %	3,2 %	12	67	0,9 %	1,4 %
7	20	32	2,7 %	4,0 %	6	64	0,5 %	1,4 %
8	36	37	4,9 %	4,7 %	9	96	0,7 %	2,1 %
9	36	47	4,9 %	5,8 %	70	97	5,2 %	2,1 %
10	37	43	5,0 %	5,3 %	195	91	14,5 %	1,9 %
11	33	45	4,5 %	5,6 %	140	75	10,4 %	1,6 %
12	33	36	4,5 %	4,4 %	18	137	1,3 %	2,9 %
13	44	41	5,9 %	5,1 %	89	85	6,6 %	1,8 %
14	47	44	6,4 %	5,4 %	28	95	2,1 %	2,0 %
15	30	42	4,1 %	5,2 %	35	923	2,6 %	19,8 %
16	57	43	7,7 %	5,3 %	103	184	7,7 %	3,9 %
17	53	41	7,2 %	5,1 %	117	164	8,7 %	3,5 %
18	53	46	7,2 %	5,7 %	43	133	3,2 %	2,9 %
19	42	38	5,7 %	4,7 %	214	320	16,0 %	6,8 %
20	27	31	3,6 %	3,9 %	10	349	0,8 %	7,5 %
21	23	32	3,1 %	3,9 %	58	951	4,3 %	20,4 %
22	22	27	3,0 %	3,3 %	25	231	1,8 %	4,9 %
23	22	25	3,0 %	3,1 %	16	124	1,2 %	2,6 %
24	19	25	2,6 %	3,1 %	8	154	0,6 %	3,3 %
<b>Sum</b>	<b>740</b>	<b>802</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>1 340</b>	<b>4 671</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

I Figur 2.19 er det vist hvordan gjennomsnittlig antall driftsforstyrrelser i perioden 2009-2018 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 2009-2018

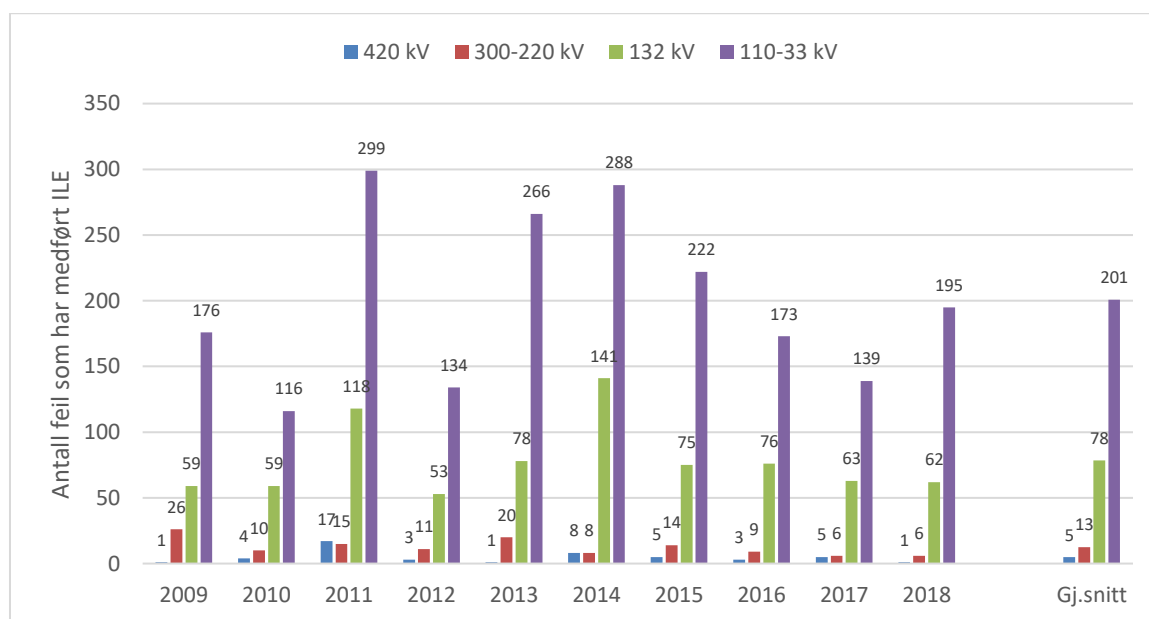
### 3. Feil

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 skiller 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*.

Kapitlet 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 2018 var det totalt 264 antall feil som medførte ILE. Dette er en økning fra 2017 hvor det var 213 feil som medførte ILE, og noe under gjennomsnittet på 297 feil per år for perioden 2009-2018. Figur 3.1 viser en oversikt over antall feil som har medført ILE fordelt på år og spenningsnivå. Fordelingen i Figur 3.1 viser at størst andel av feil som medfører ILE er tilknyttet 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 2018 og gjennomsnitt for 2009-2018. 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 818 feil i 2018, hvorav 427 forbigående og 391 varige feil. Dette er høyere enn 2017 med 775 feil, men under gjennomsnittet for perioden 2009-2018 med 896 feil. I 2018 var det flest feil på kraftledningsanlegg og produksjonsanlegg, med hhv 335 og 249 feil.

Feil på kompenseringssystem fordeler seg i stor grad kun på noen få anlegg.

Mengden ILE for feil på kraftledningsanlegg var lavere i 2018 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 på grunn av feil, var det i 2018 en nedgang for kraftledningsanlegg i forhold til 2017, og det var en økning for transformatoranlegg sammenlignet med tidligere år. Sum ILE pga. feil med systemspenning 33-420 kV er 1606 MWh (Tabell 3.1), mens sum ILE pga. driftsforstyrrelser er 1340 MWh (Tabell 2.1). Grunnen til dette avviket er at det er en del feil på 33-420 kV-nivå som inngår i driftsforstyrrelser der primærfeilen (feil nr. 1) har systemspenning < 33 kV. Slike driftsforstyrrelser er ikke med i grunnlaget for kapittel 2, mens alle feil med systemspenning  $\geq$  33 kV er med i kapittel 3.

Tabell 3.1 Fordeling av feil og tilhørende ILE på anlegg

Anlegg	Forbigående feil		Varige feil		Alle feil		ILE pga. feil					
	Årsgj.snitt		Årsgj.snitt		Årsgj.snitt		MWh		Andel		MWh/feil	
	2018	2009-2018	2018	2009-2018	2018	2009-2018	2018	2009-2018	2018	2009-2018	2018	2009-2018
HVDC-anlegg	1	4	2	3	3	7	0	0	0,0 %	0,0 %	0,0	0,0
Kabelanlegg	4	5	10	10	14	14	37	75	2,3 %	1,6 %	2,6	5,2
Kompenseringssystem	18	30	24	12	42	42	0	5	0,0 %	0,1 %	0,0	0,1
Kraftledningsanlegg	209	287	126	107	335	394	923	3 659	57,4 %	78,3 %	2,8	9,3
Produksjonsanlegg	96	103	153	155	249	258	5	41	0,3 %	0,9 %	0,0	0,2
Samleskinneanlegg	21	20	27	18	48	38	34	322	2,1 %	6,9 %	0,7	8,5
Transformatoranlegg	66	61	47	46	113	107	518	467	32,2 %	10,0 %	4,6	4,4
Annet	12	19	2	5	14	24	89	67	5,6 %	1,4 %	6,4	2,8
Ukjent	0	10	0	0	0	10	0	37	0,0 %	0,8 %	0,0	3,7
<b>Sum</b>	<b>427</b>	<b>540</b>	<b>391</b>	<b>355</b>	<b>818</b>	<b>896</b>	<b>1 606</b>	<b>4 673</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>2,0</b>	<b>5,2</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. Mesteparten av nedgangen i ILE i forhold til gjennomsnittet skyldes lite ILE pga. feil på kraftledning i 2018.

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 2018	Forbigående feil			Varige feil			Alle feil			ILE pga. feil			
		Antall feil	Feil pr. 100 anl.del / år		Antall feil	Feil pr. 100 anl.del / år		Antall feil	Feil pr. 100 anl.del / år		MWh		MWh/feil	
			2018	2018		Årsgj.snitt 2009-2018	2018		2018	Årsgj.snitt 2009-2018	2018	2018	Årsgj.snitt 2009-2018	2018
		2018	2018	Årsgj.snitt 2009-2018	2018	2018	Årsgj.snitt 2009-2018	2018	2018	Årsgj.snitt 2009-2018	2018	2018	Årsgj.snitt 2009-2018	2018
Anleggsdeler i vannvei	-	5			4			9			0	0	0,0	0,0
Avleder	-	1			9			10			55	126	5,5	14,3
Brannteknisk anlegg	-	3			1			4			0	3	0,0	0,5
Datautstyr	-	1			5			6			0	3	0,0	0,3
Effektbryter	7 583	13	0,17	0,31	11	0,15	0,18	24	0,32	0,49	97	75	4,0	2,5
Fjernstyring	-	0			2			2			4	10	1,8	2,3
Generator	677	7	1,03	1,83	10	1,48	3,02	17	2,51	4,84	5	0	0,3	0,0
Hf-sperre	-	0			2			2			18	2	8,8	5,8
1) HVDC, øvrig	-	0			2			2			0	0	0,0	0,0
2) Kabel	1 960	1	0,05	0,11	10	0,51	0,80	11	0,56	0,91	37	144	3,4	11,5
Kjølevannsanlegg	-	10			23			33			0	0	0,0	0,0
Kondensatorbatteri	-	1			4			5			0	2	0,0	0,5
Koplingsutstyr	-	1			2			3			0	59	0,0	3,8
2) Kraftledning	29 046	191	0,66	0,90	106	0,36	0,31	297	1,02	1,21	839	3 197	2,8	9,8
Magnetiseringsutstyr	677	0	0,00	0,74	3	0,44	1,07	3	0,44	1,81	0	0	0,0	0,0
Måle- og meldesystem	-	17			30			47			4	24	0,1	0,6
Reaktor	-	0			0			0			0	1	0,0	1,0
Roterende fasekompensator	-	2			1			3			0	0	0,0	0,0
Samleskinne/føring	-	6			7			13			61	175	4,7	15,6
SF6-anlegg	-	0			1			1			0	2	0,0	3,8
Signaloverføring	-	10			7			17			13	101	0,8	8,6
Sikring	-	1			0			1			0	0	0,0	0,0
3) Skillebryter	-	2			4			6			7	114	1,2	12,4
Slukkespole	-	0			0			0			0	4	0,0	3,5
Smøreoljesystem	-	2			1			3			0	0	0,0	0,0
Spenningsregulator	-	2			6			8			0	8	0,0	1,5
Spenningstransformator	-	0			1			1			1	75	0,8	9,0
Stasjonsforsyning	-	6			8			14			172	19	12,3	1,4
Strømtransformator	-	2			6			8			31	34	3,9	4,5
SVC	-	6			5			11			0	0	0,0	0,0
Systemfeil	-	15			0			15			70	64	4,7	2,9
Transformator	2 609	14	0,54	0,41	9	0,34	0,56	23	0,88	0,97	36	128	1,6	5,4
Trykkluftanlegg	-	0			1			1			0	0	0,0	0,0
Turbin	677	4	0,59	1,04	14	2,07	1,94	18	2,66	2,98	0	0	0,0	0,0
Turbinregulator	677	9	1,33	2,51	19	2,81	3,52	28	4,14	6,03	0	29	0,0	0,9
Tømme- og lenseanlegg	-	0			0			0			0	0	0,0	0,0
Ventilsystem	677	2	0,30	0,21	3	0,44	0,72	5	0,74	0,92	0	0	0,0	0,0
Vern	-	74			70			144			153	196	1,1	1,7
Anleggsdel ikke identifisert	-	19			4			23			4	79	0,2	1,5
<b>Sum</b>		<b>427</b>			<b>391</b>			<b>818</b>			<b>1 606</b>	<b>4 673</b>	<b>2,0</b>	<b>5,2</b>

1) Gjelder anleggsdeler som er særregne 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".

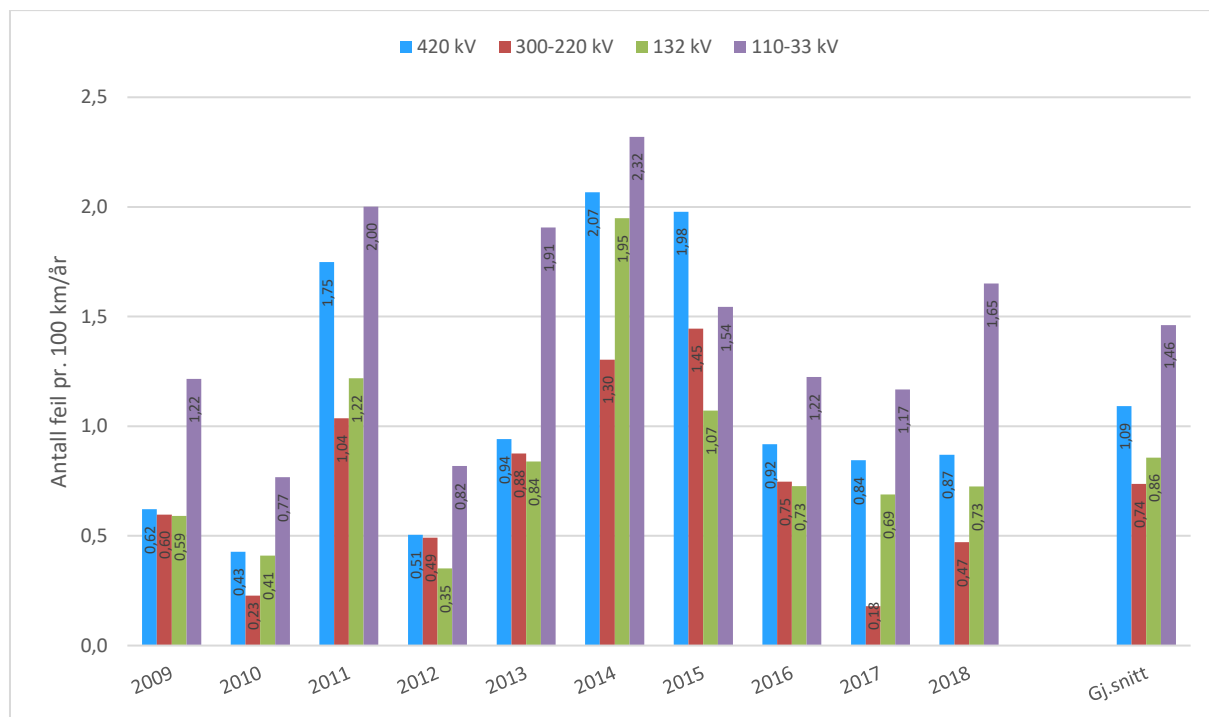
### 3.3 Feil på kraftledning

Tabell 3.2 fra forrige kapittel viser at det til sammen var 297 feil på anleggsdelen kraftledning i 2018, fordelt på hhv. 191 forbigående og 106 varige feil. Dette er en økning fra 2017 hvor antall feil på kraftledning til sammen var på 231. Antallet er på samme nivå som gjennomsnittet for perioden 2009-2018.

Det er store sesongvariasjoner i feil på kraftledning. Av alle spenningsintervall i rapporten har 420 kV-nivået 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 feilfrekvens 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 bortsett fra 132 kV viser en oppgang i feilfrekvens i 2018 i forhold til 2017. Feilfrekvensen for 2018 ligger under gjennomsnittet for perioden 2009-2018 for alle spenningsnivående bortsett fra 33-110 kV. 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.

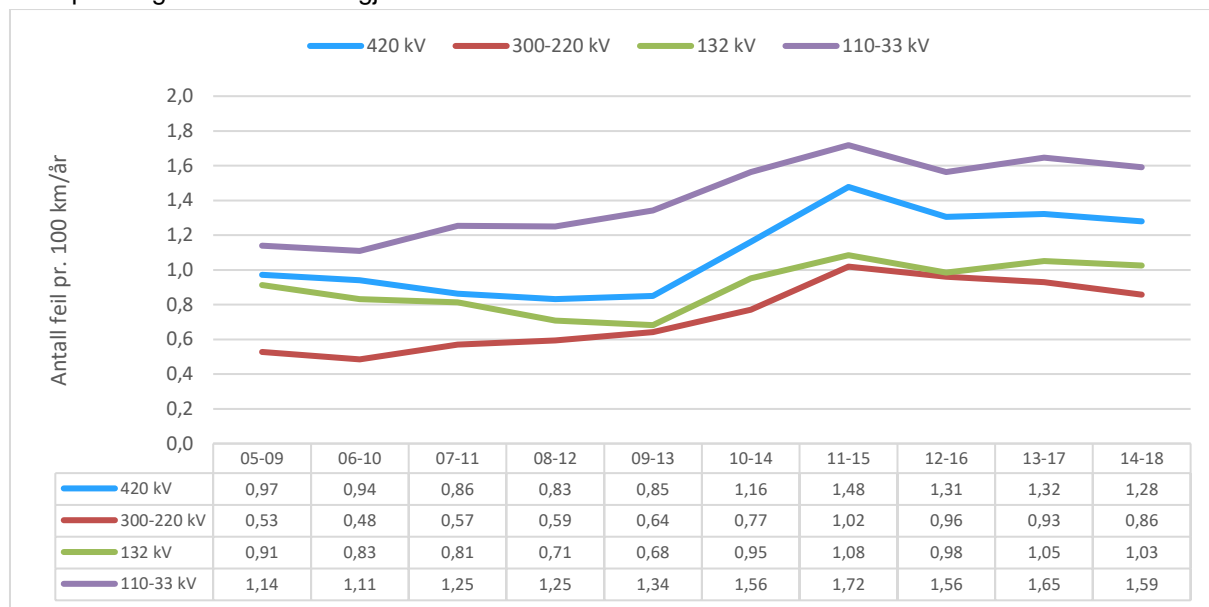


Figur 3.2 Feilfrekvens for kraftledning fordelt på år og spenningsnivå

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 2005. Ekstremvær

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

og tordenvær de siste årene medfører en stigende trend når det gjelder feilfrekvens for kraftledning på alle spenningsnivå. Glidende gjennomsnitt av feilfrekvens har vært relativt stabilt de siste 4-5 årene



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 2009-2018 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). Innholdet i Tabell 3.3 er vist grafisk i Figur 3.4 og Figur 3.5.

Tabell 3.3 Feilfrekvens for kraftledning fordelt på årstid

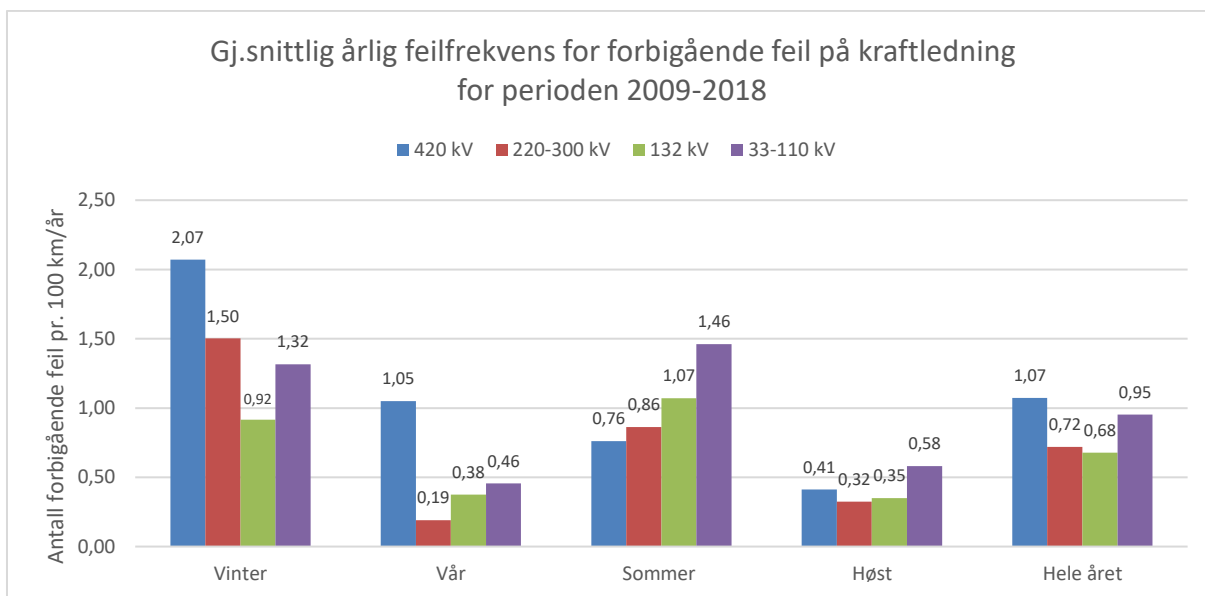
Årstid	Feilfrekvens per 100 km kraftledning for perioden 2009-2018											
	420 kV			220-300 kV			132 kV			33-110 kV		
	Forbigående	Varig	Totalt	Forbigående	Varig	Totalt	Forbigående	Varig	Totalt	Forbigående	Varig	Totalt
Vinter	0,51	0,03	0,54	0,35	0,03	0,38	0,21	0,09	0,30	0,35	0,26	0,60
Vår	0,24	0,01	0,25	0,05	0,01	0,05	0,09	0,03	0,11	0,11	0,07	0,18
Sommer	0,21	0,00	0,21	0,21	0,02	0,23	0,28	0,04	0,32	0,37	0,09	0,45
Høst	0,10	0,01	0,10	0,08	0,00	0,08	0,09	0,04	0,12	0,14	0,11	0,25
<b>Hele året</b>	<b>1,05</b>	<b>0,05</b>	<b>1,09</b>	<b>0,69</b>	<b>0,06</b>	<b>0,74</b>	<b>0,66</b>	<b>0,19</b>	<b>0,86</b>	<b>0,97</b>	<b>0,52</b>	<b>1,49</b>

For 420 kV-kraftledning forekommer flest feil på vinterstid etterfulgt av på 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 bakenforliggende 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*. I motsetning til direktejordet nett telles ikke forbigående jordlutninger i spolejordet nett som driftsforstyrrelser, da de ikke gir automatisk utkobling. Feilfrekvensene til de ulike spenningsintervallene er dermed ikke direkte sammenliknbare.

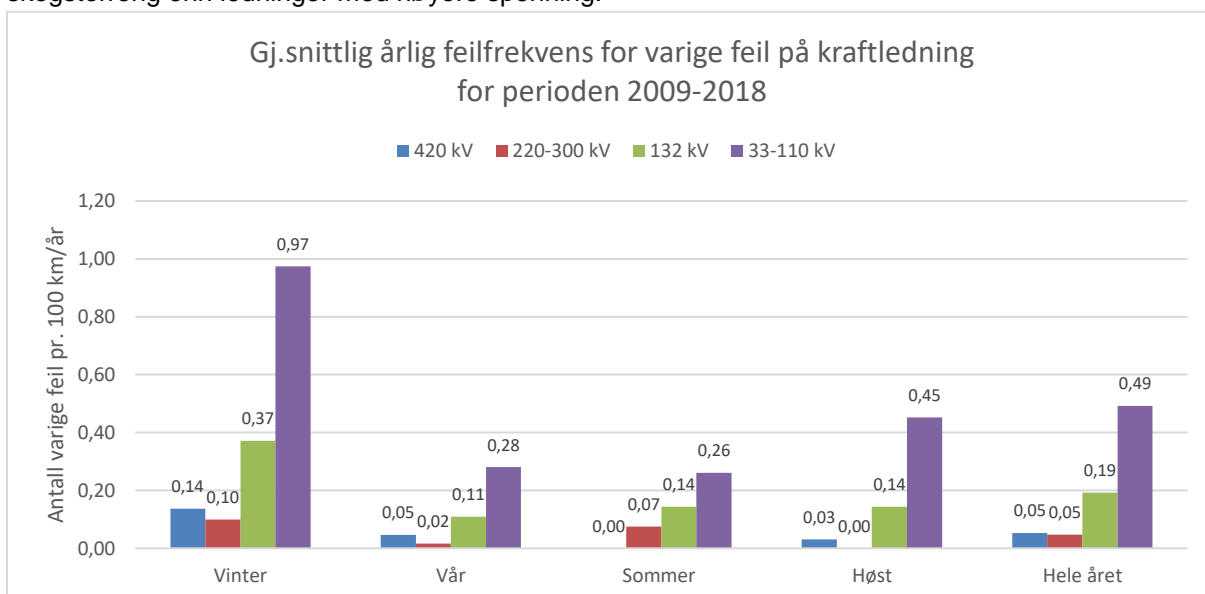


Feilfrekvens for forbigående feil på kraftledning (Figur 3.4) varierer relativt lite med spenningsnivå når vi ser hele året under ett. Ser vi på årstidene hver for seg, observerer vi at 420 kV-ledninger har høyere feilfrekvens for forbigående feil om vinteren og våren, mens 132 kV og 33-110 kV har flest feil om sommeren. Dette har sammenheng med at "sommerfenomenet" *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 2009-2018

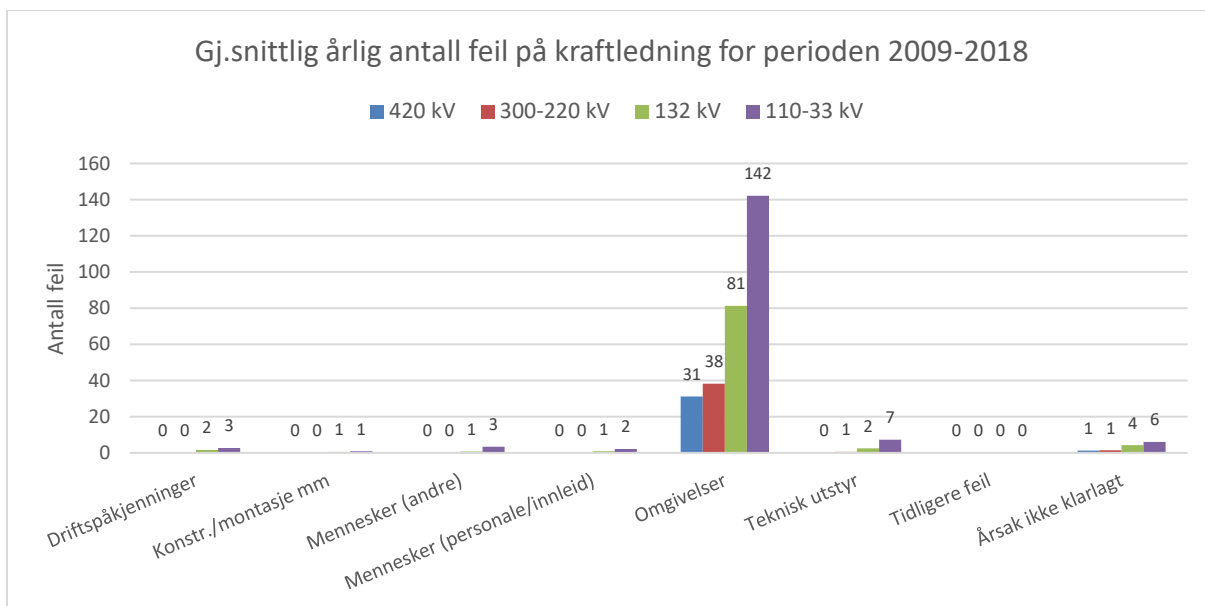
For systemspenning 33-110 kV er det en større andel varige feil på vinterstid i forhold til de andre spenningsnivåene. Dette kan ha en sammenheng med at feil på grunn av *vegetasjon* i kombinasjon med *wind* er vanligere på spenningsnivåene 33-110 kV, som vist i Figur 3.7. Feilfrekvens på 33-110 kV er 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 2009-2018

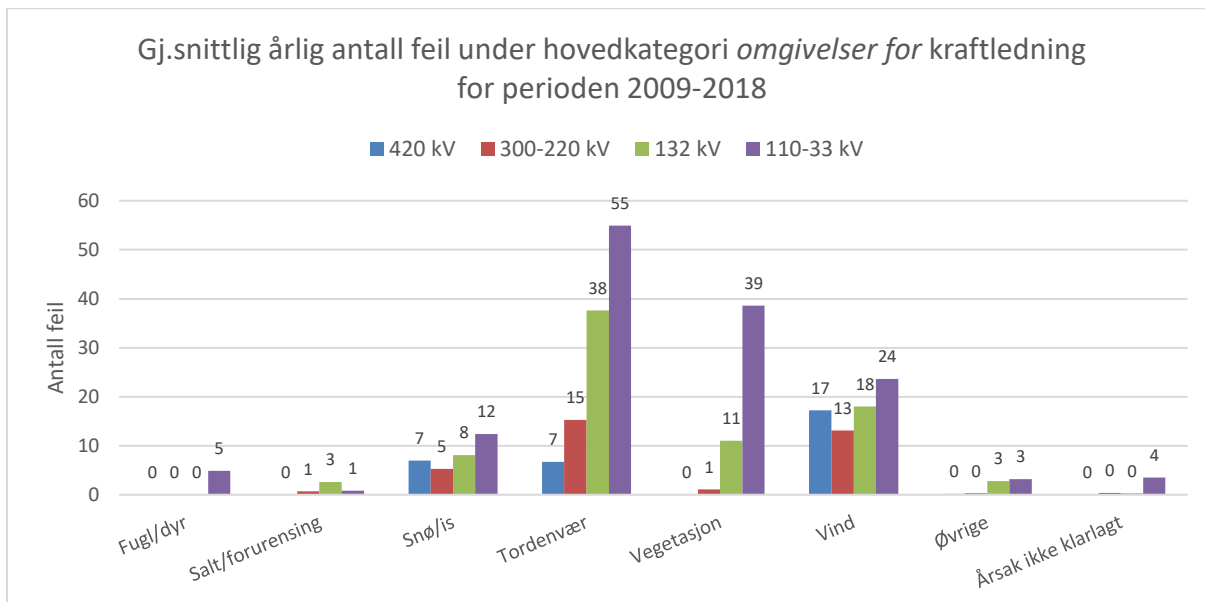
### 3.3.3 Årsak til feil på kraftledning

Figur 3.6 gir en oversikt over fordelingen av utløsende årsak til feil på kraftledning. Som vi ser dominerer *omgivelser* fullstendig på alle spenningsnivå.



Figur 3.6 Gjennomsnittlig årlig antall feil på kraftledning fordelt på utløsende årsak for perioden 2009-2018

Figur 3.7 viser registrerte underkategorier til utløsende årsak *omgivelser*. For spenningsnivåene 420 kV og 220-300 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*. Som vi ser forårsaket disse en svært liten andel av driftsforstyrrelsene.

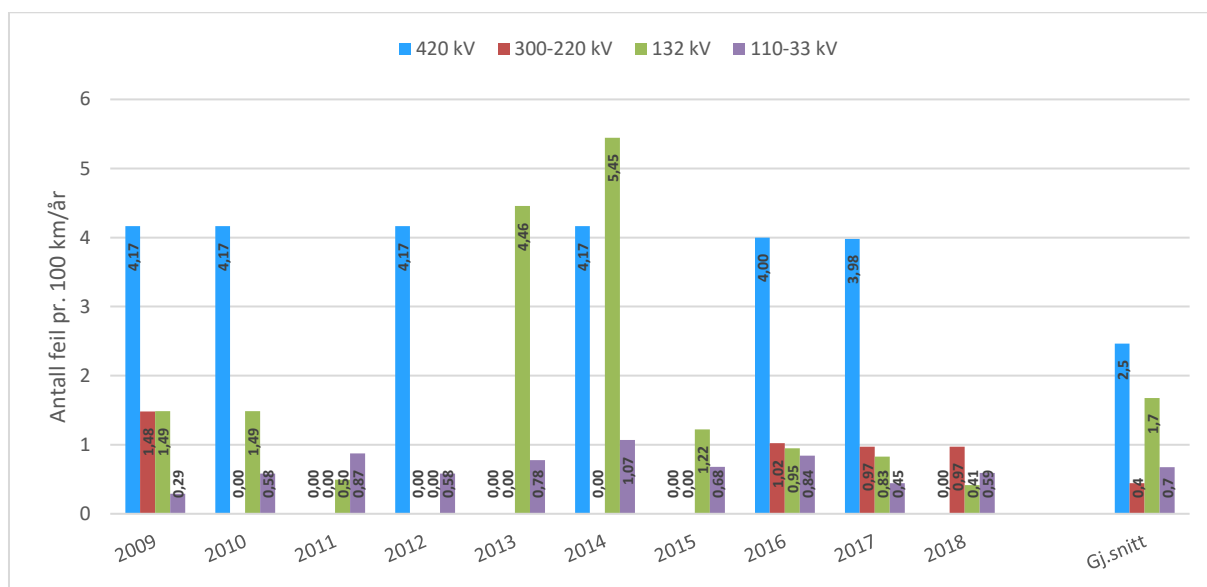


Figur 3.7 Gjennomsnittlig årlig antall feil på kraftledning fordelt på underkategorier av den utløsende årsaken *omgivelser* for perioden 2009-2018

### 3.4 Feil på kabel

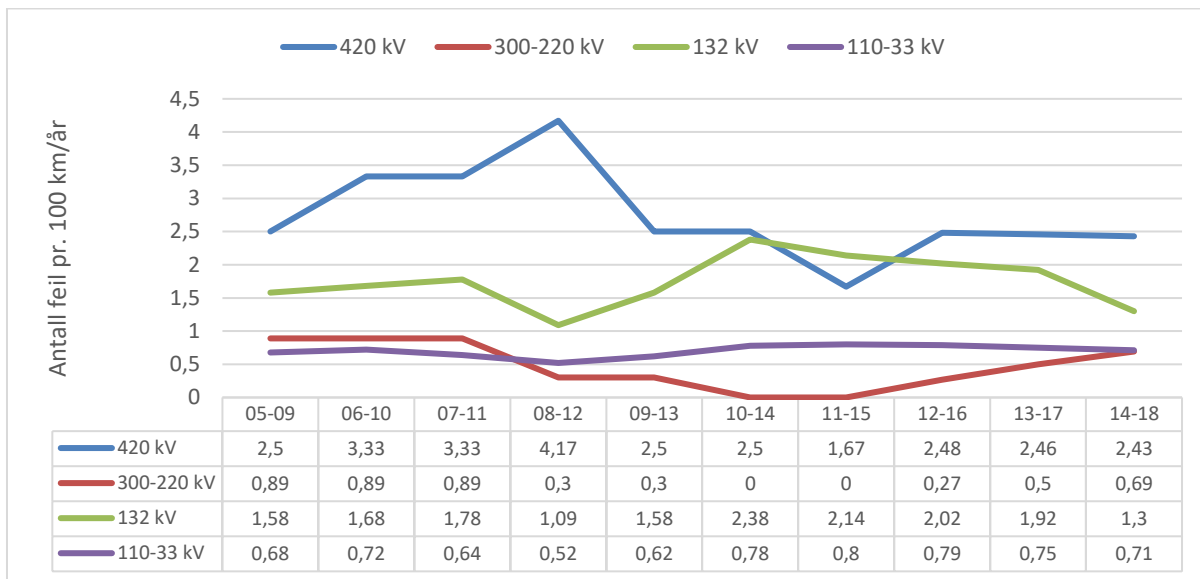
Med *kabel* i denne årsstatistikken menes vekselstrømskabel (HVAC). Det vil si at feil på likestrømskabel (HVDC) ikke er med i datagrunnlaget.

Feil på kabel kan være av høy alvorlighetsgrad da de fleste feil er varige og kan innebære langvarige utetider i forbindelse med reparasjon. Det var totalt 11 feil på kabel i 2018 fordelt på 1 forbigående og 10 varige feil. Figur 3.8 viser feilfrekvens på kabel per år for perioden 2009-2018 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. Gjennomsnittet for 2014-2018 er noe økende på 220-300 kV og fallende for 132 kV, men stabilt for øvrige spenningsnivå. I og med at de to øverste spenningsnivåene har relativt få km med kabel, gir selv et lite antall feil et relativt stort utslag i feilfrekvens per 100 km/år.

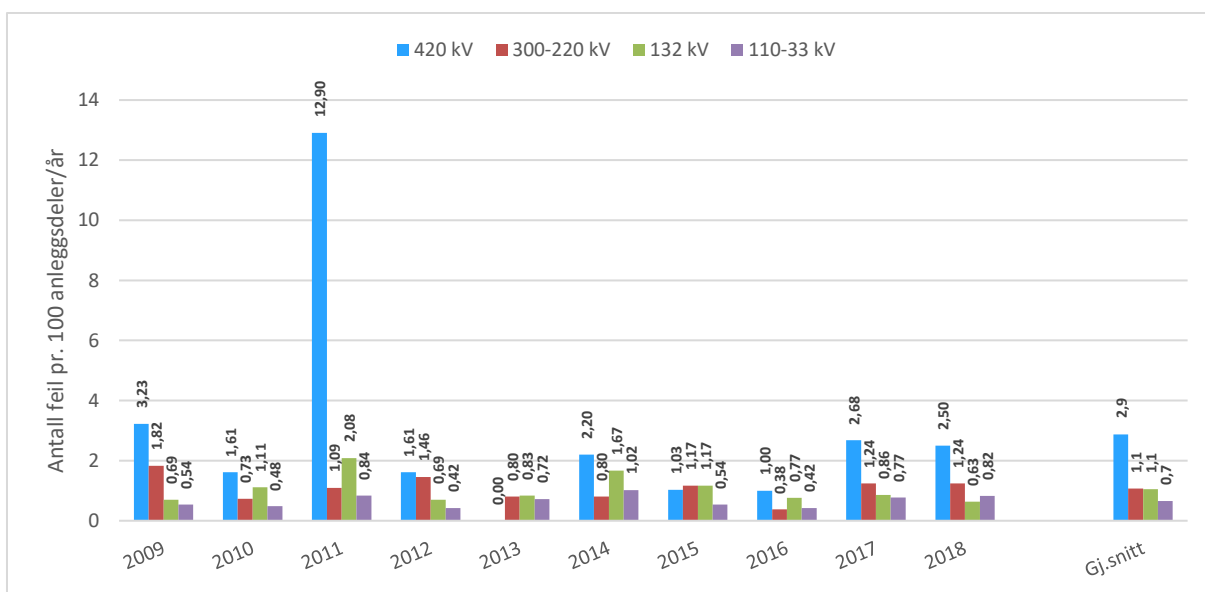


Figur 3.9 Feilfrekvens for kabel vist som glidende 5-års gjennomsnitt

### 3.5 Feil på krafttransformator

Feil på krafttransformatorer (samt sjøkabler og til dels jordkabler) vurderes som de mest alvorlige, og vil kunne innebære langvarige utetider. Dette henger sammen med lange reparasjonstider og leveringstider, komplisert transport, utfordringer knyttet til effektivt beredskapslager m.m. I 2018 var det 23 feil på krafttransformatorer. Av de 23 feilene var det 14 forbigående og 9 varige feil.

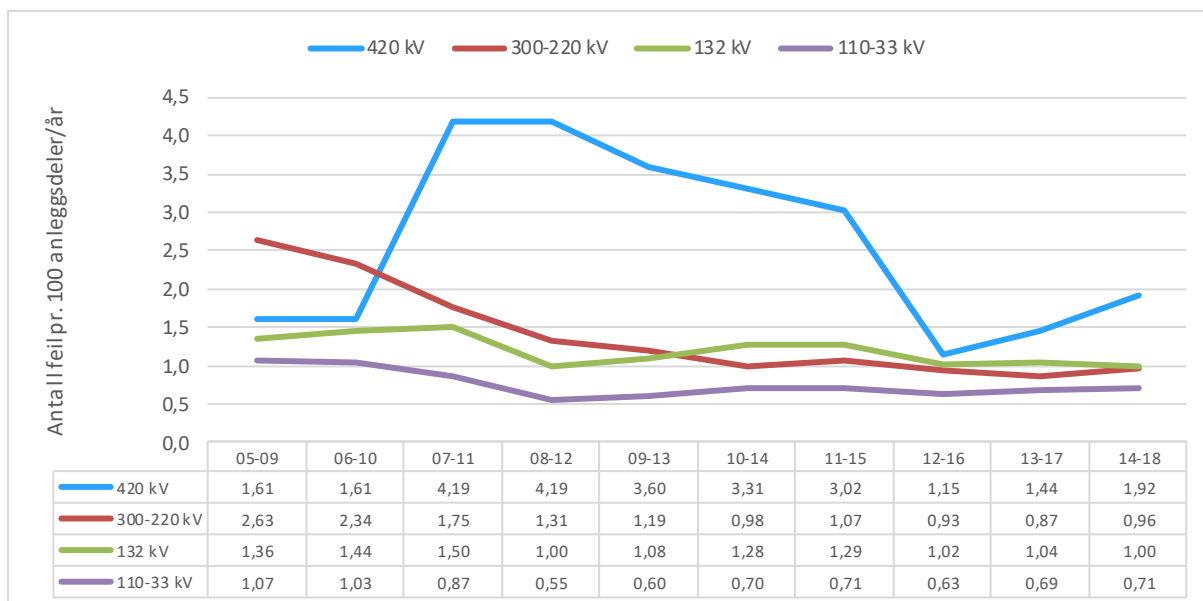
Figur 3.10 viser feilfrekvens for krafttransformator fordelt på år og spenningsnivå. Angitt spenningsnivå er referert transformatorens primærside (siden med høyeste spenning). Feilfrekvensen for 2018 er noe lavere enn gjennomsnittet for perioden 2009-2018. I figurene under må det tas hensyn til at samlet 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 2018 var det 3 registrerte feil på dette spenningsnivået.



Figur 3.10 Feilfrekvens for krafttransformator fordelt på år og spenningsnivå

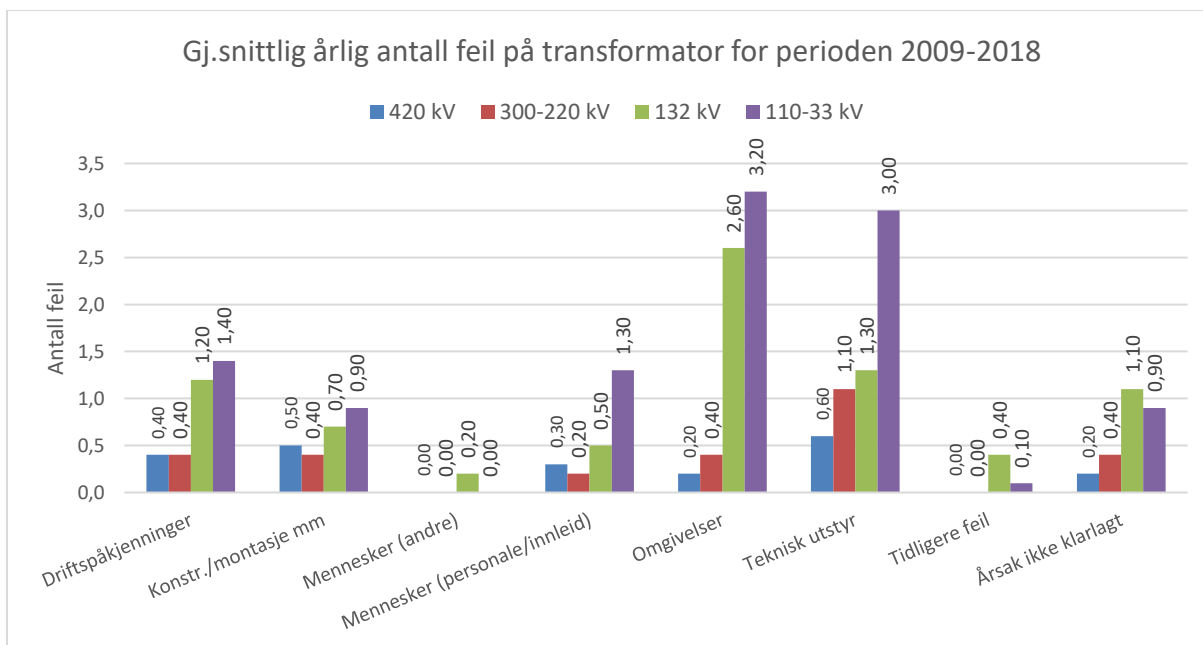
Glidende 5-års gjennomsnitt for feilfrekvens i Figur 3.11 viser en økende trend for det høyeste spenningsnivået. For de øvrige spenningsnivåene ligger feilfrekvensen på et relativt stabilt nivå. Et høyt

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.



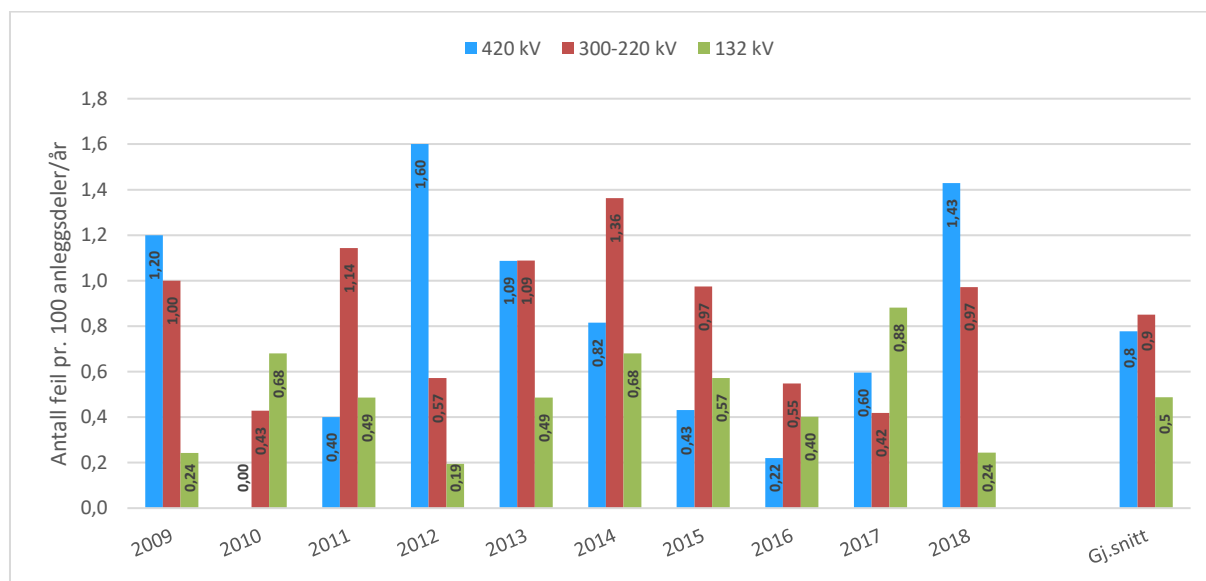
Figur 3.12 Gjennomsnittlig årlig antall feil på krafttransformator fordelt på utløsende årsak for perioden 2009-2018

### 3.6 Feil på effektbryter

Det var til sammen 24 feil på effektbryter i 2018, fordelt på 13 forbigående og 11 varige feil. Det er verdt å merke seg at feilbetjening av effektbryter registreres som forbigående feil på bryteren som feilaktig kobles, og i 2018 var det 4 forbigående feil med utløsende årsak *feilbetjening*.

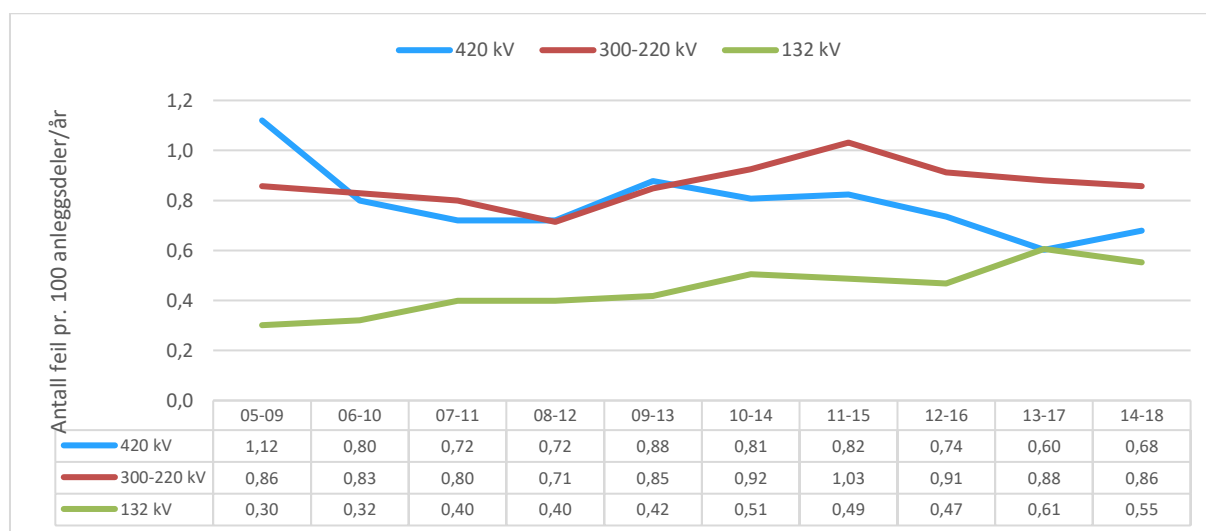
Figur 3.13 viser feilfrekvens for effektbryter fordelt på år og spenningsnivå. For 2018 var feilfrekvensen under gjennomsnittet for perioden 2009-2018 på spenningsnivå 132 kV. For 420 kV og 220-300 kV var feilfrekvensen i 2018 noe høyere enn gjennomsnittet.

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

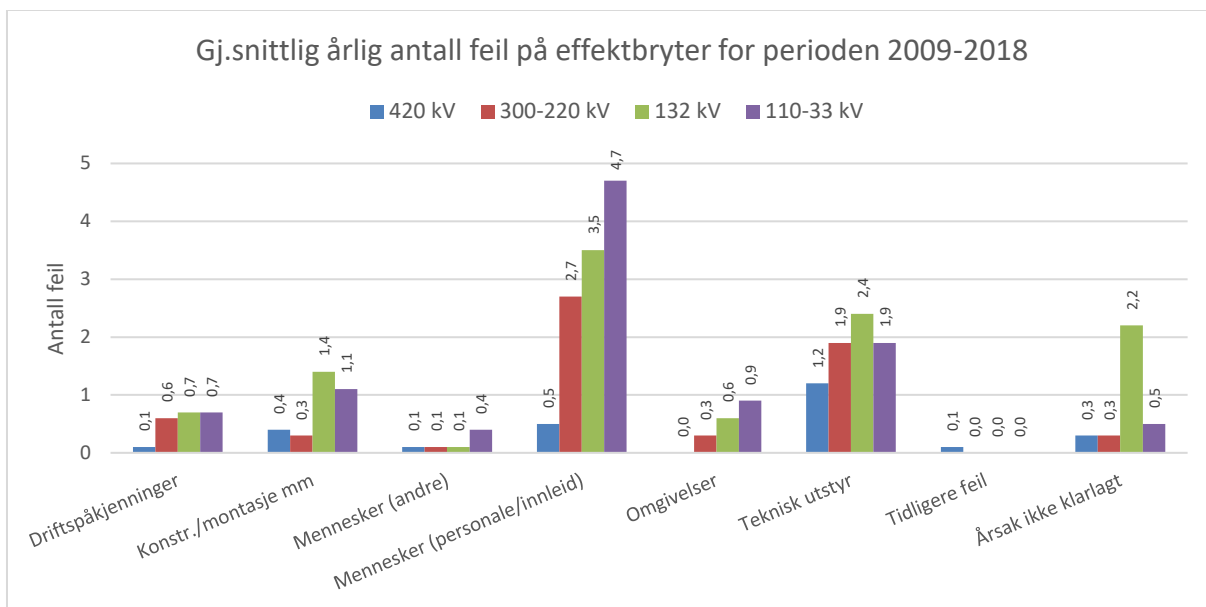
I Figur 3.14 vises glidende 5-års gjennomsnitt. For 220-300 kV og 132 kV synker feilfrekvensen noe i siste periode, mens det er en noe økende utvikling for effektbrytere på 420 kV-nivå.



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 bortsett fra 420 kV, noe som skyldes at en stor andel av feilene på 29

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.



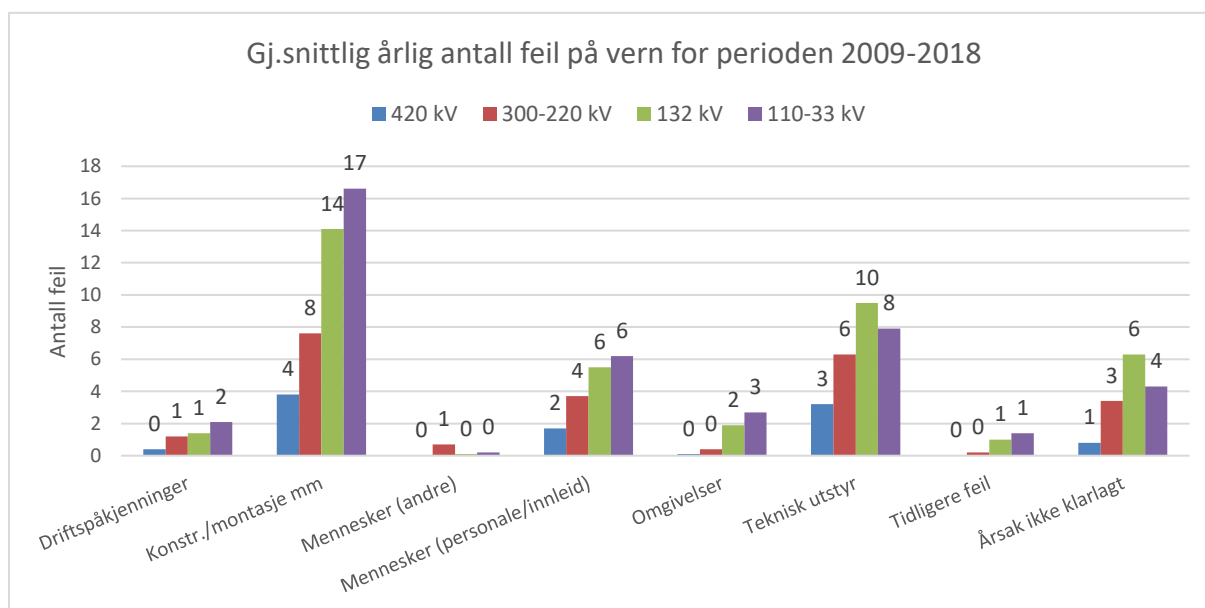
Figur 3.15 Gjennomsnittlig årlig antall feil på effektbryter fordelt på utløsende årsak for perioden 2009-2018

### 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. I statistikkene for disse spenningsnivåene telles det ett vernsystem per anlegg.

Til sammen var det 144 registrerte feil på vern i 2018 fordelt på henholdsvis 74 forbigående og 70 varige feil. Dette er høyere enn i 2017 med 93 registrerte feil, og også over gjennomsnittet på 115 for perioden 2009-2018.

Figur 3.16 viser gjennomsnittlig antall feil på vern fordelt på utløsende årsak og spenningsnivå, og indikerer derfor typiske årsaker til feil på vern. Flest feil skyldes *konstruksjon/montasje* på 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.



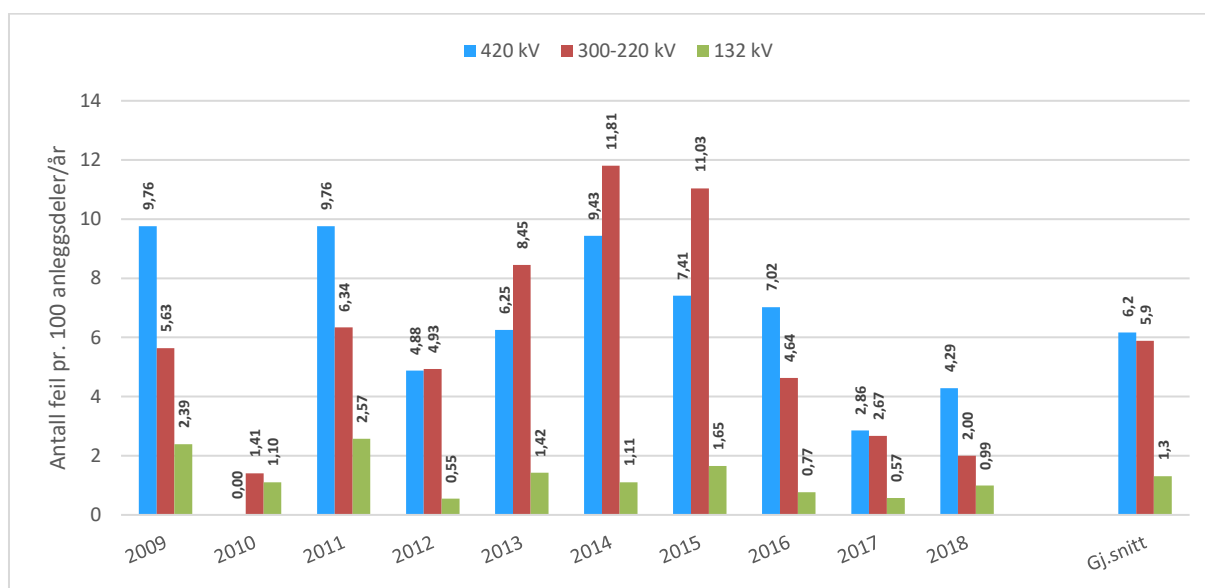
Figur 3.16 Gjennomsnittlig årlig antall feil på vern fordelt på utløsende årsak for perioden 2009-2018



### 3.7.1 Feilfrekvens for vern for kraftledning og kabel

Det var rapportert 16 feil på vern for kraftledningsanlegg og 4 feil på vern for kabelanlegg i 2018. Antall feil på vern for kraftledninger og kabler ligger godt under gjennomsnittet for perioden 2009-2018, som vist i Figur 3.17. Dette er også et svært 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.

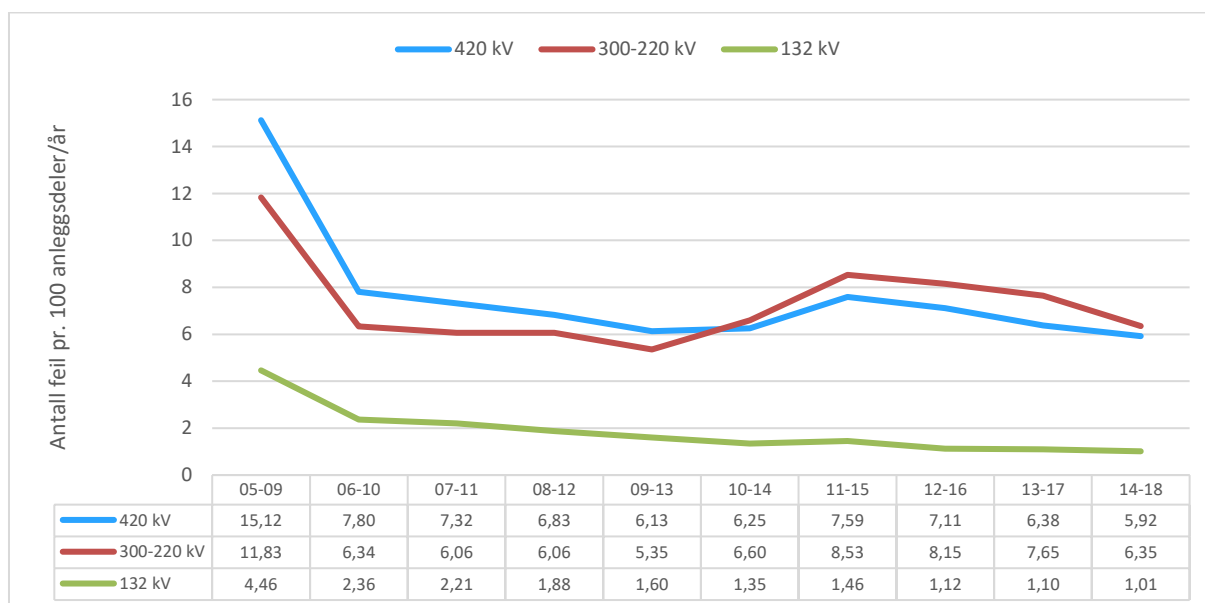
Feilfrekvens for 33-110 kV er ikke presentert grunnet manglende oversikt over antall ledninger på disse spenningsnivåene. Det ble registrert 7 feil på vern på dette spenningsintervallet i 2018, noe som også er gjennomsnittet for perioden 2009-2018.



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 fem ganger flere kraftledninger på 132 kV enn 220-300 kV), mens antall feil fordeler seg jevnt mellom de ulike nivåene. En stor del av dette avviket kan forklares med at det ikke er dubberte 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 og dermed mindre grundige feilanalyser på 132 kV, dvs. 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 6 feil per 100 vernsystem.

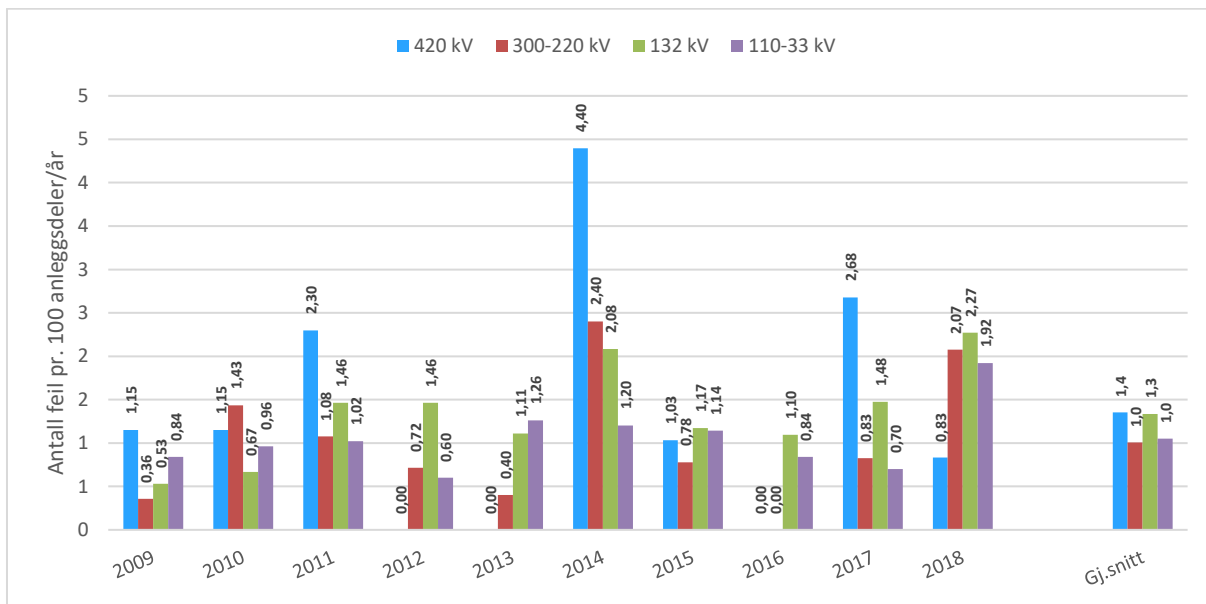


Figur 3.18 Feilfrekvens for vern for kraftledning og kabel vist som glidende 5-års gjennomsnitt (som anleggsdel regnes ett vernsystem per kraftledning/kabel)

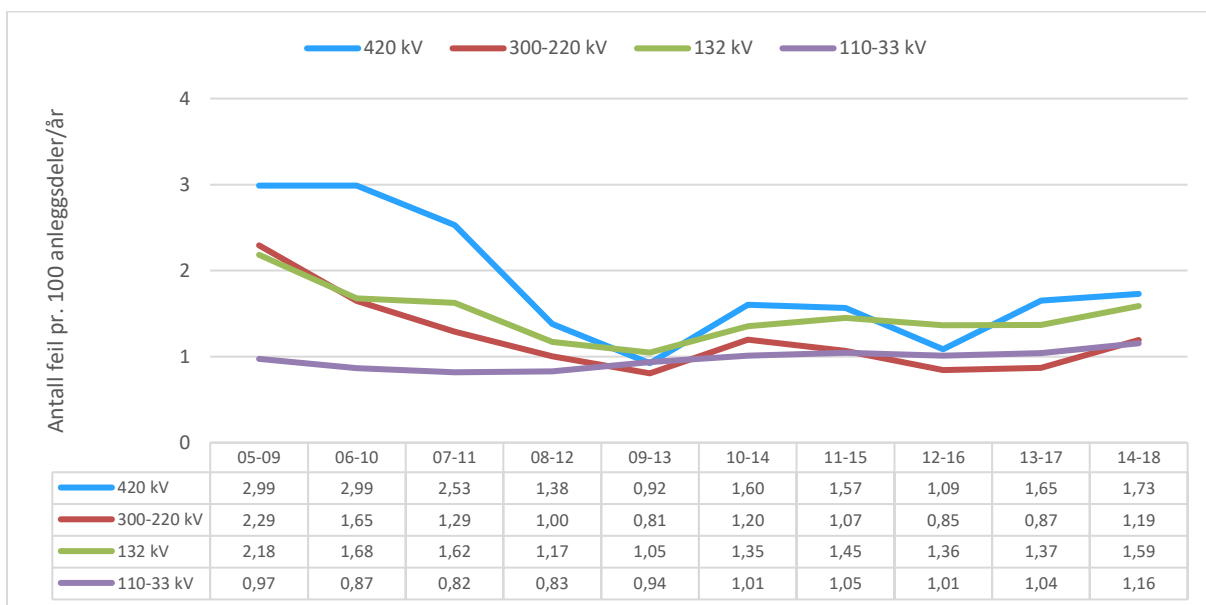
### 3.7.2 Feilfrekvens for vern for krafttransformator

Det var til sammen 52 feil på vern for transformatoranlegg i 2018, fordelt på 29 forbigående og 23 varige. Angitt spenningsnivå er primærsiden av transformatoren (viklingen med høyest spenning).

Figur 3.19 viser feilfrekvens for vern til krafttransformator. I 2018 var det med unntak av 420 kV en økning for alle spenningsnivå i forhold til 2017. 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)



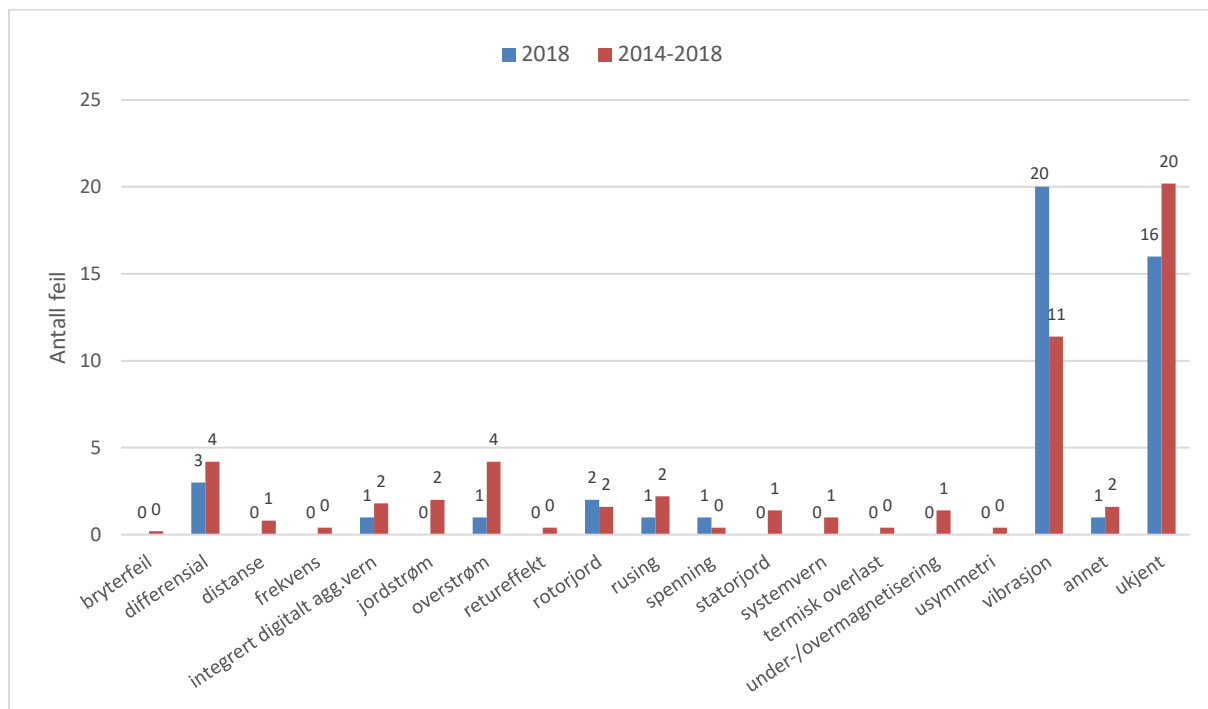
Figur 3.20 Feilfrekvens for vern for krafttransformator vist som glidende 5-års gjennomsnitt

### 3.7.3 Feil på vern for produksjonsanlegg

Det var til sammen 46 rapporterte feil på vern for produksjonsanlegg i 2018, fordelt på 27 forbigående og 19 varige feil. Dette representerer en økning fra 2017 hvor det til sammen var rapportert 39 feil.

Figur 3.21 viser en oversikt over feil fordelt på type vernfunksjon for 2018. Ukjent er den dominerende kategorien etterfulgt av vibrasjonsvern. 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 underrapportering gir 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> <ol style="list-style-type: none"> <li>bryterfall som følge av lynnedslag på ledning</li> <li>mislykket innkobling av aggregat der det må gjøres reparasjon eller justering før aggregatet kan kobles inn på nettet</li> <li>nødutkobling pga. brann</li> <li>uønsket utløsning av transformator som følge av uhell under testing av vern</li> </ol>
<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>Uttid</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. Kvittering 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, kvittering av signal eller reseting av datamaskin. Gjelder også feil som har ført til langvarige avbrudd, eller tilfeller der det har vært foretatt inspeksjon eller befarig 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 kontraktmessig 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 utkoblbar kraft med egen tariff.</p>
<b>Avbruddsvarighet</b>	Tid fra avbrudd inntreffer til sluttbruker igjen har spenning over 90% av kontraktmessig 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 kontraktmessig 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 kontraktmessig 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).



## 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 industrikonsesjonærer og HVDC-anlegg er utelatt, og kun anlegg i drift er inkludert. Fra 2016 er tallene basert på innmeldte data på Fosweb og regionale kraftsystemutredninger.

År	Systemspenning	Kraftledning [km]	Kabel [km]	Krafttransformator	Effektbryter
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
2017	33-110 kV	9937	1348	1431	3778
	132 kV	10743	484	813	2497
	220-300 kV	4459	103	242	717
	420 kV	3907	25	112	504
2018	33-110 kV	9937	1348	1456	3984
	132 kV	10743	484	792	2459
	220-300 kV	4459	103	241	720
	420 kV	3937	25	120	420