

Årsstatistikk 2015

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 ≥ 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 sentralnett, 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 systemorientert, og beskriver alle hendelser 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. 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, 10. juni 2016

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

Sammendrag

Denne publikasjonen gir en oversikt over driftsforstyrrelser og feil i 33-420 kV nettet for 2015. 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 2015 registrert 1018 driftsforstyrrelser, som er det nest høyeste registrerte antall i siste 10-årsperiode. Den viktigste forklaringer til dette er påvirkning fra omgivelsene under ekstremværene *Nina* i januar og *Ole* i februar. 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. 2/3 av driftsforstyrrelsene. Når det gjelder konsekvenser for sluttbrukere er *omgivelser* den største årsaksgruppen med 78 % av ILE i 2015.

Driftsforstyrrelser kan bestå av én eller flere feil. Statistikken for 2015 omfatter til sammen 1139 feil, hvorav 691 var *forbigående* og 448 var *varige*. Dette er en nedgang fra 2014, men er allikevel det nest høyeste antallet registrerte feil pr år siste 10 år. Hovedgrunnen er et stort antall ledningsfeil som følge av periodene med ekstremvær i januar og februar. Flest feil ble registrert på anleggsdelene *kraftledning* (37,8 %), *vern* (14,5 %), *måle- og meldesystem* (4,5 %), og på *turbinregulator* (3,9 %).

Feil på spenningsnivåene 33-420 kV medførte til sammen 4379 MWh ikke levert energi (ILE), noe som er høyere enn i 2014, men under gjennomsnittet for siste 7 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 2015. 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.

Av større nasjonale driftsforstyrrelser i 2015 nevnes spesielt følgende:

- Ekstremværet Nina 10. januar førte til mange utfall i sentralnettet. Et titalls kraftledninger var ute én eller flere ganger, men de fleste kom inn etter kort tid.
- Uvær 29. januar gav total mørklegging nord for Narvik etter en kombinasjon av flere feil. Driftsforstyrrelsen ble innledet med ensidig utkopling av 420 kV-ledning Ofoten-Kvandal i Ofoten pga. feil i målekrets for spenningstransformator. Dette ga ingen forbrukskonsekvenser, men Nord-Norge fikk N-0 drift. 5 minutter senere oppstod en kortslutning på 132 kV-ledning Kvandal-Kvitnes som ikke ble korrekt klarert. Dette resulterte i en reservevernuttløsning av samleskinnen i Kvandal. Det ble da etablert et øydriftsområde med rundt 1000 MW last som hadde for lite produksjon. Dermed kollapset frekvensen og hele øydriftsområdet ble mørklagt. Driftsforstyrrelsen medførte til sammen 991 MWh ILE.
- Ekstremværet Ole rammet Midt- og Nord-Norge lørdag 7. februar og førte til flere utfall i 420 kV- og 132 kV-nettet.
- Feil i Mosjøen stasjon 11. februar da kraftig vind førte fremmedlegeme inn i utendørsanlegget med påfølgende kortslutning og utfall av hele stasjonen. Forbruket tilbake etter ca. 1 time. Dette medførte til sammen 438 MWh ILE.
- 8. april oppstod det en brann i Hasle transformatorstasjon i Østfold. Ingen personer ble skadet som følge av brannen, og forbrukerne i området hadde strømforsyning som normalt.
- Utfall av flere kraftledninger i Sunnhordland kvelden 2. juni grunnet lynaktivitet og tekniske feil. Dette medførte avbrudd for ca. 40 000 sluttbrukere, med til sammen 231 MWh ILE. Alt forbruk innkøbet etter ca. 3 timer.
- Feil i Smestad stasjon 18. november i forbindelse med vedlikeholdsarbeid. Årsaken til driftsforstyrrelsen var en kortslutning i GIS-anlegg. Feilen medførte utfall av alle 300 kV-avganger og forsyningsavbrudd for forbruk i Bærum og Oslo vest, totalt ca. 485 MW. Det meste av forbruket kunne raskt legges inn gjennom omkoblinger i underliggende nett. Driftsforstyrrelsen medførte til sammen 101 MWh ILE.

2. Driftsforstyrrelser

I dette kapitlet presenteres en oversikt over driftsforstyrrelser i 2015 sammenlignet med gjennomsnittet for de siste 7 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*.

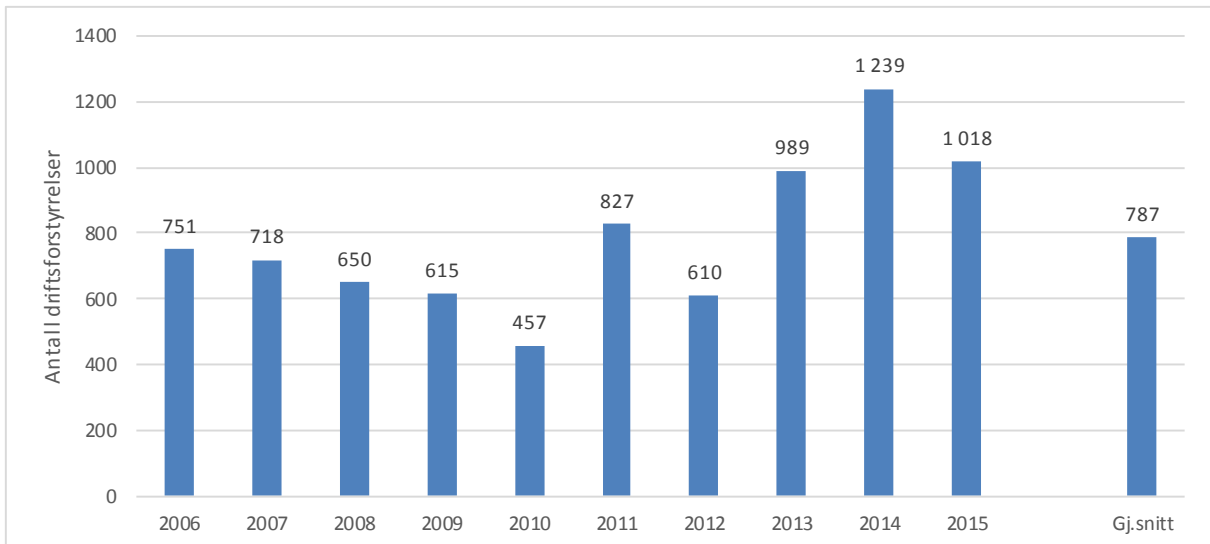
2.1 Antall driftsforstyrrelser og Ikke levert energi (ILE)

Det var 1018 registrerte driftsforstyrrelser på disse spenningsnivåene i 2015, som til sammen medførte ikke levert energi (ILE) på 4373 MWh. Antall driftsforstyrrelser var lavere enn i «rekordåret» 2014, men fortsatt ca. 30 % høyere enn gjennomsnittet siste 10 år. ILE-mengden var omtrent 50 % høyere i 2015 enn i 2014, men ca. 35 % lavere enn snittet siste 7 år. Året var spesielt preget av ekstremværene *Nina* i januar og *Ole* i februar som rammet hhv. Vestlandet/Sørlandet og Trøndelag/Nord-Norge, mens lynaktiviteten i 2015 var lav med relativt få driftsforstyrrelser i sommermånedene.

Tabell 2.1 Driftsforstyrrelser med tilhørende ILE fordelt på spenningsnivå

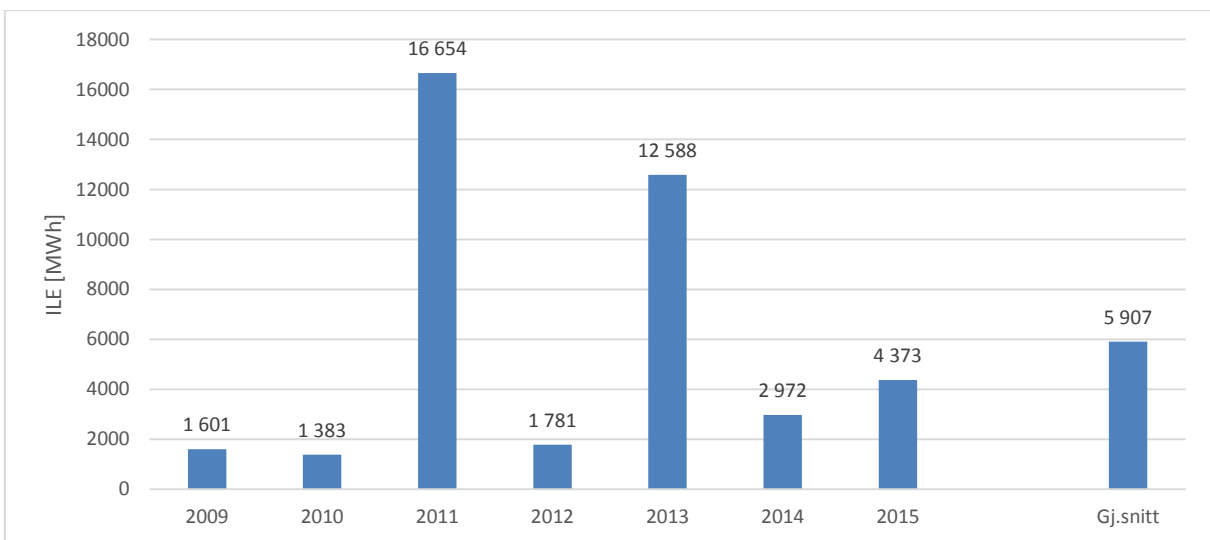
Spenningsnivå ref. primærfeil	Antall driftsforstyrrelser				ILE pga. driftsforstyrrelser			
	Antall		Andel		MWh		Andel	
	2015	Årsgj.snitt 2006-2015	2015	Årsgj.snitt 2006-2015	2015	Årsgj.snitt 2009-2015	2015	Årsgj.snitt 2009-2015
420 kV	126	74	12,4 %	9,4 %	171	2 898	3,9 %	49,1 %
Ingen avbrudd	120	70	11,8 %	8,8 %				
Kortvarige avbrudd	3	1	0,3 %	0,1 %	39	8	0,9 %	0,1 %
Langvarige avbrudd	3	4	0,3 %	0,5 %	132	2 889	3,0 %	48,9 %
300-220 kV	221	124	21,7 %	15,7 %	435	280	9,9 %	4,7 %
Ingen avbrudd	207	111	20,3 %	14,1 %				
Kortvarige avbrudd	4	5	0,4 %	0,6 %	110	37	2,5 %	0,6 %
Langvarige avbrudd	10	8	1,0 %	1,1 %	324	243	7,4 %	4,1 %
132 kV	325	242	31,9 %	30,7 %	2 440	1 545	55,8 %	26,2 %
Ingen avbrudd	261	170	25,6 %	21,6 %				
Kortvarige avbrudd	29	19	2,8 %	2,5 %	1 033	173	23,6 %	2,9 %
Langvarige avbrudd	35	53	3,4 %	6,7 %	1 407	1 372	32,2 %	23,2 %
110-33 kV	346	347	34,0 %	44,1 %	1 327	1 184	30,4 %	20,0 %
Ingen avbrudd	139	161	13,7 %	20,4 %				
Kortvarige avbrudd	77	66	7,6 %	8,4 %	252	57	5,8 %	1,0 %
Langvarige avbrudd	130	121	12,8 %	15,4 %	1 075	1 127	24,6 %	19,1 %
Sum	1 018	787	100 %	100 %	4 373	5 907	100 %	100 %

Som Figur 2.1 viser, var antall rapporterte driftsforstyrrelser i 2015 høyt i forhold til de aller fleste årene i 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.)



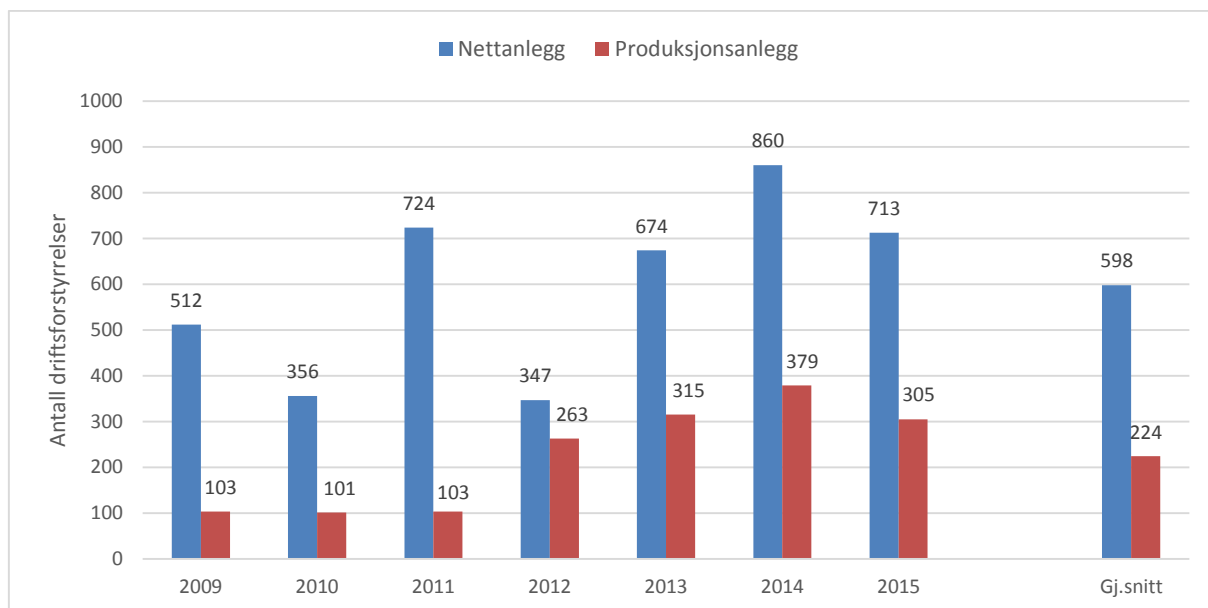
Figur 2.1 Antall driftsforstyrrelser per år i perioden 2005-2015

Figur 2.2 viser ikke levert energi (ILE) i MWh for årene 2009-2015. Mengden i 2015 var relativt høy i forhold til et «normalår», men en god del lavere enn 2011 (ekstremværet Dagmar) og 2013 (én enkelt driftsforstyrrelse medførte ILE på over 8500 MWh).



Figur 2.2 ILE per år i perioden 2009-2015

I Figur 2.3 er antall driftsforstyrrelser siste sju år vist oppdelt på nettanlegg og produksjonsanlegg. Her ser vi tydelig den tidligere omtalte økningen i rapporterte driftsforstyrrelser i produksjonsanlegg de siste fire 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 2009-2015, fordelt på hhv. Nettanlegg¹ og Produksjonsanlegg

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

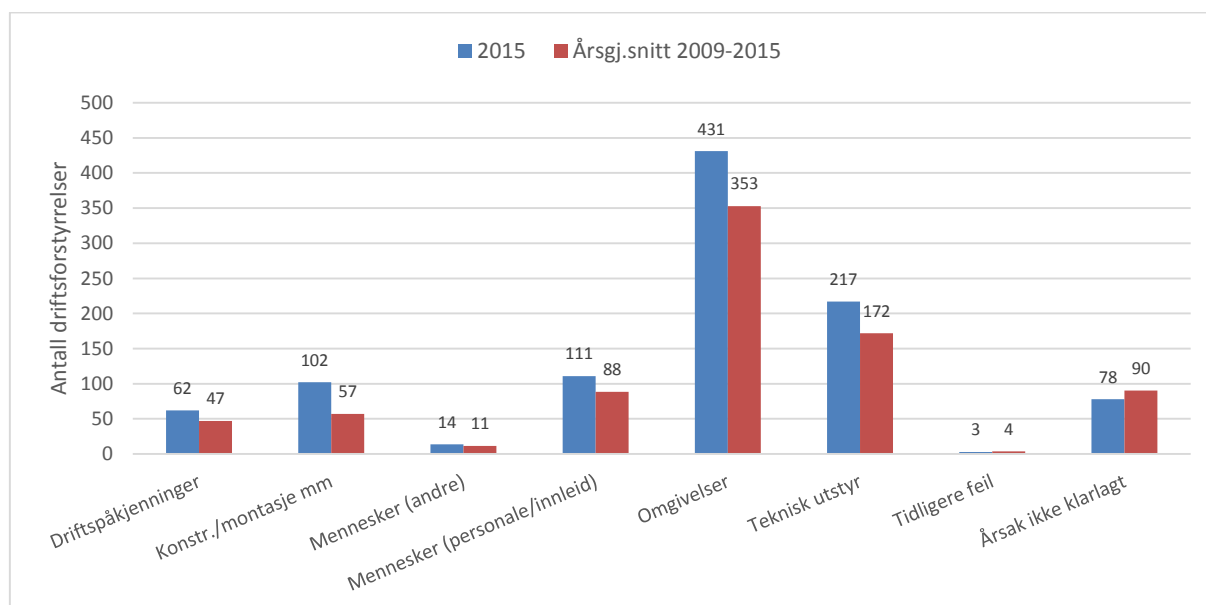
2.2 Antall driftsforstyrrelser og ILE fordelt på utløsende årsak

Hovedgruppene *Omgivelser* og *Teknisk utstyr* er de mest vanlige utløsende årsakene, og i 2015 er 2/3 av driftsforstyrrelsene registrert på disse, se Tabell 2.2 og Figur 2.4. Dette samsvarer godt med gjennomsnittet for siste 7 år. Tilsvarende svarer disse to gruppene for over 80 % av ILE, se Figur 2.5.

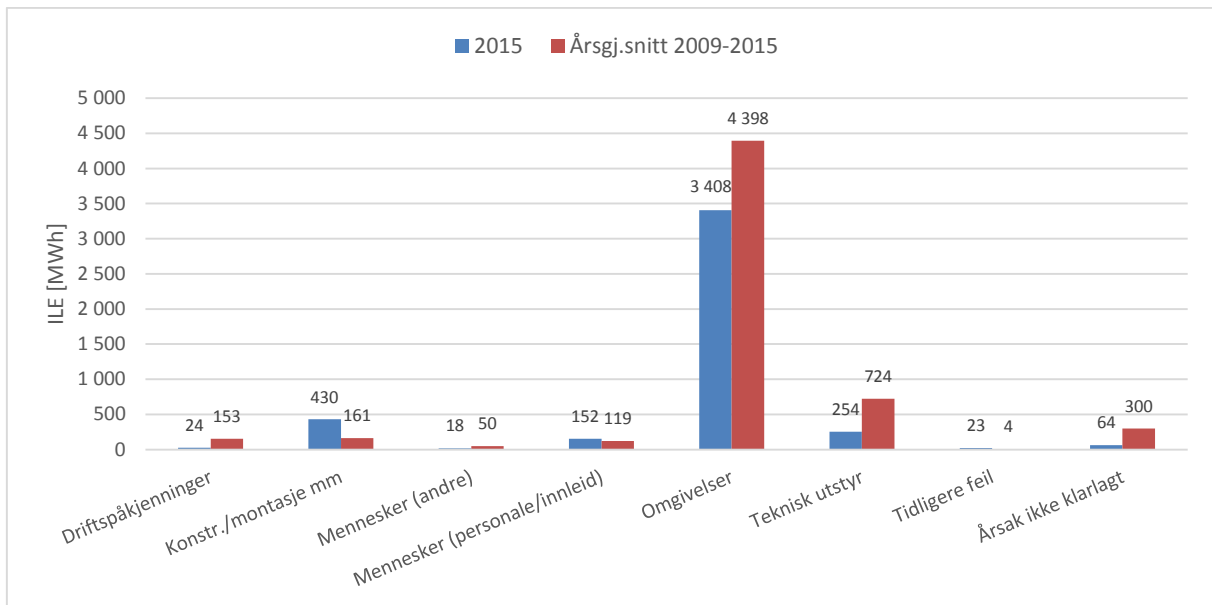
Tabell 2.2 Driftsforstyrrelser fordelt på utløsende årsak

Utløsende årsak (hovedgruppe)	Antall driftsforstyrrelser				ILE pga. driftsforstyrrelser			
	Antall		Andel		MWh		Andel	
	2015	Årsgj.snitt 2009-2015	2015	Årsgj.snitt 2009-2015	2015	Årsgj.snitt 2009-2015	2015	Årsgj.snitt 2009-2015
Driftspåkjenninger	62	47	6,1 %	5,7 %	24	153	0,5 %	2,6 %
Konstr./montasje mm	102	57	10,0 %	6,9 %	430	161	9,8 %	2,7 %
Mennesker (andre)	14	11	1,4 %	1,4 %	18	50	0,4 %	0,8 %
Mennesker (personale/innleid)	111	88	10,9 %	10,7 %	152	119	3,5 %	2,0 %
Omgivelser	431	353	42,3 %	42,9 %	3 408	4 398	77,9 %	74,4 %
Teknisk utstyr	217	172	21,3 %	20,9 %	254	724	5,8 %	12,2 %
Tidligere feil	3	4	0,3 %	0,5 %	23	4	0,5 %	0,1 %
Årsak ikke klarlagt	78	90	7,7 %	11,0 %	64	300	1,5 %	5,1 %
Sum	1 018	822	100 %	100 %	4 373	5 907	100 %	100 %

I 2015 er det registrert et større antall driftsforstyrrelser innenfor alle hovedårsaker med unntak av *årsak ikke klarlagt* sett i forhold til gjennomsnittet for siste 7 år. Dette indikerer en jevn økning i aktivitet og belastning i kraftsystemet samt en tendens i retning av mer grundig feilanalysearbeid.



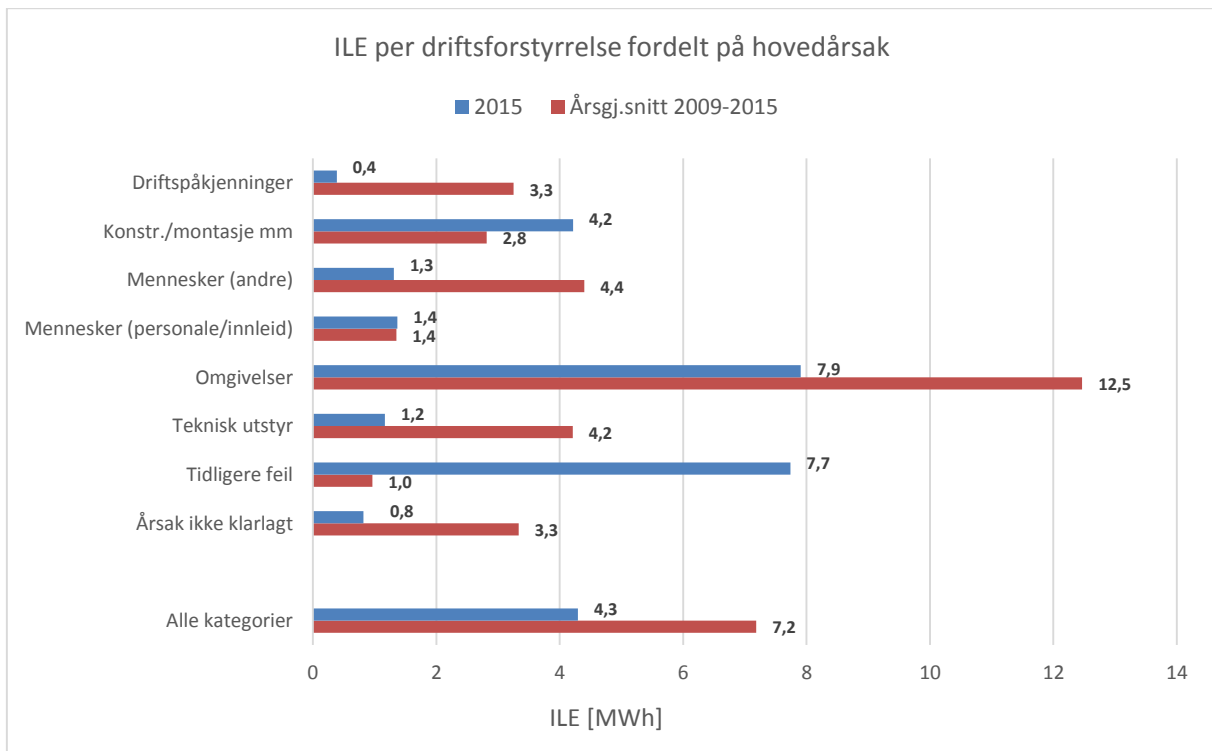
Figur 2.4 Antall driftsforstyrrelser fordelt på utløsende årsak



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 2015 har gruppen *Tidligere feil* høyest ILE per driftsforstyrrelse, mot vanligvis gruppen *omgivelser*. Dette skyldes at det er få primærfeil registrert med *tidligere feil* som utløsende årsak (3), og at en av disse har relativt høy ILE (23,2 MWh).

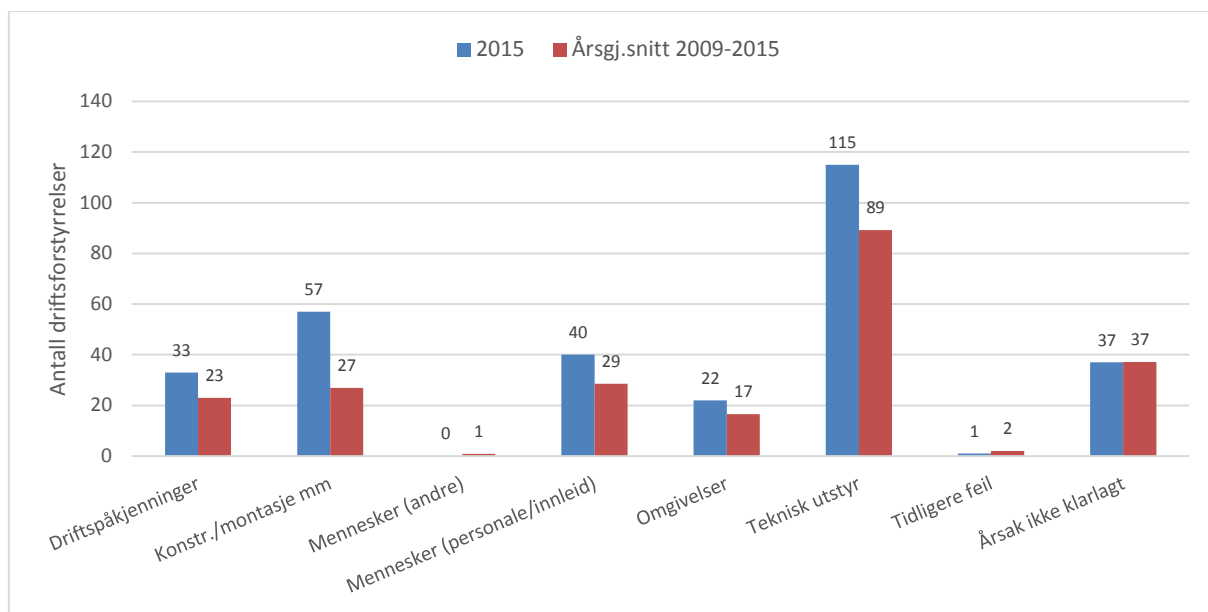
Nederste søyle i figuren viser gjennomsnittlig ILE for alle driftsforstyrrelser.



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

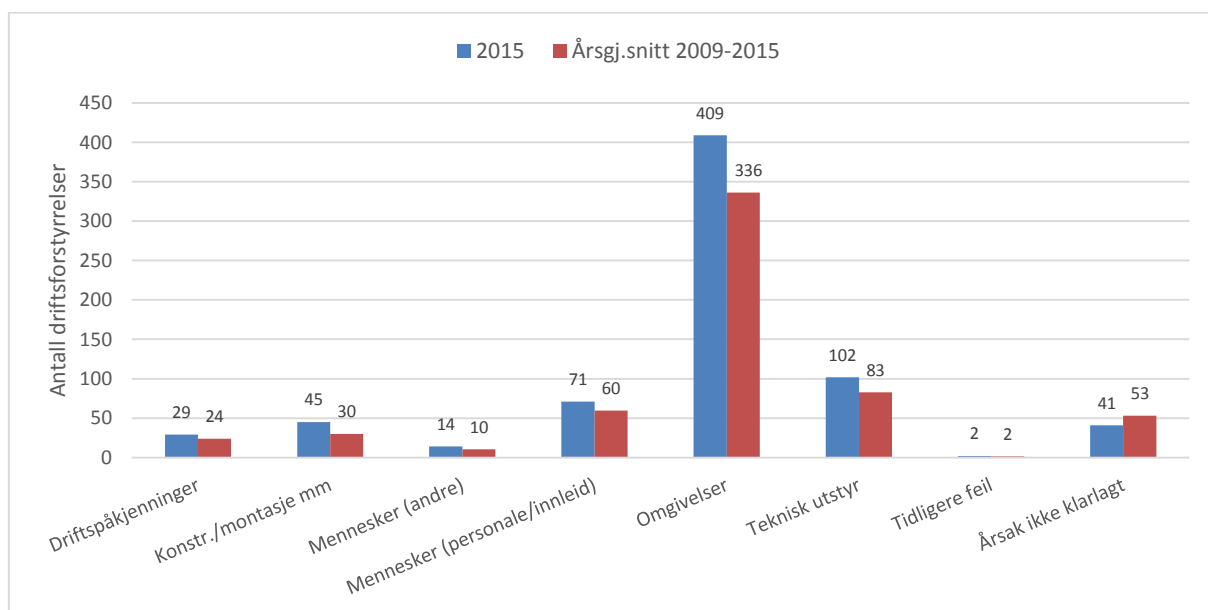
2.2.1 Driftsforstyrrelser fordelt på hhv. produksjons- og nettanlegg

Figur 2.7 og Figur 2.8 viser antall driftsforstyrrelser for hhv. produksjon- og nettanlegg. Produksjonsanleggene følger trenden for perioden 2009-2015, 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, og det er positivt at andel *årsak ikke klarlagt* går ned.



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

Driftsforstyrrelser i nettanlegg i 2015 følger også tilnærmet trenden for 2009-2015, med *omgivelser* som den dominerende årsaksgruppen. Også for disse anleggene er det gjennomgående flere driftsforstyrrelser enn gjennomsnittet for 2009-2015.



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

2.2.2 Antall driftsforstyrrelser og ILE med utløsende årsak omgivelser

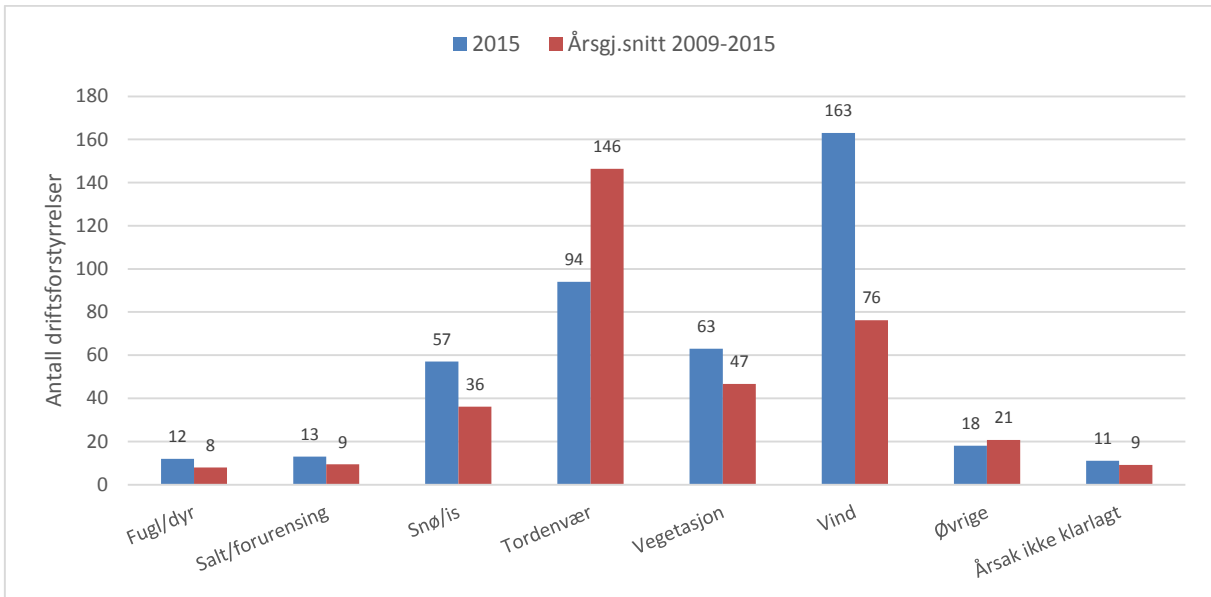
Omgivelser er som vanlig den dominerende utløsende årsaksgruppen for driftsforstyrrelser, se Tabell 2.2. Innenfor denne gruppen var *vind* den hyppigste enkeltårsaken i 2015, etterfulgt av *tordenvær*, *vegetasjon* og *snø/is*, som vist i Tabell 2.3. *Vind* er også den dominerende utløsende årsak når 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 2015 (4,2 %), men noe mer ILE (13,3 %).

Tabell 2.3 Driftsforstyrrelser fordelt på utløsende årsak i hovedgruppe omgivelser

Utløsende årsak: Omgivelser	Antall driftsforstyrrelser				ILE pga. driftsforstyrrelser			
	Antall		Andel		MWh		Andel	
	2015	Årsgj.snitt 2009-2015	2015	Årsgj.snitt 2009-2015	2015	Årsgj.snitt 2009-2015	2015	Årsgj.snitt 2009-2015
Fugl/dyr	12	8	2,8 %	2,3 %	8	11	0,2 %	0,2 %
Salt/forurensing	13	9	3,0 %	2,7 %	8	23	0,2 %	0,5 %
Snø/is	57	36	13,2 %	10,2 %	50	134	1,5 %	3,0 %
Tordenvær	94	146	21,8 %	41,5 %	329	248	9,7 %	5,6 %
Vegetasjon	63	47	14,6 %	13,2 %	680	651	20,0 %	14,8 %
Vind	163	76	37,8 %	21,6 %	1 879	3 163	55,1 %	71,9 %
Øvrige	18	21	4,2 %	5,9 %	454	135	13,3 %	3,1 %
Årsak ikke klarlagt	11	9	2,6 %	2,6 %	2	32	0,0 %	0,7 %
Sum	431	353	100 %	100 %	3 408	4 398	100 %	100 %

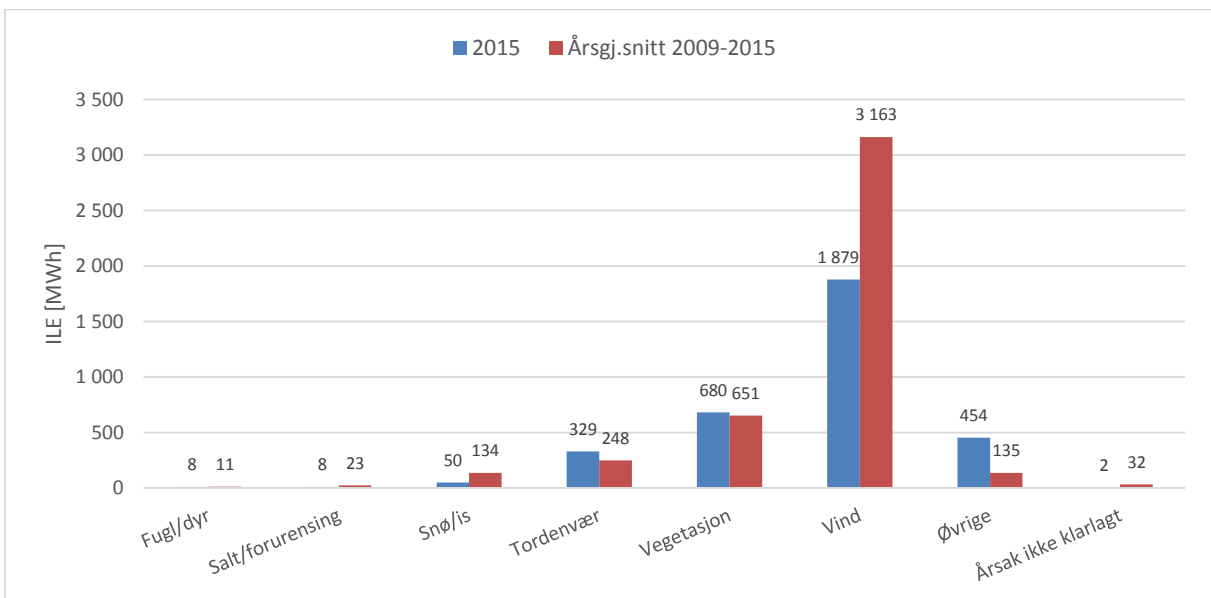
Den relativt høye ILE-mengden i gruppen *Øvrige* i 2015 skyldes utelukkende én enkelt hendelse i Mosjøen stasjon 11. februar med utløsende årsak *Fremmedlegemer* (se Kap. 1 for mer informasjon om driftsforstyrrelsen).

I Figur 2.9 ser vi en nedgang i antall driftsforstyrrelser som følge av *tordenvær* i 2015 sammenlignet med gjennomsnittet for siste 7 år. For *vind* ser vi derimot en fordobling av antallet, mye grunnet ekstremvær tidlig i 2015.



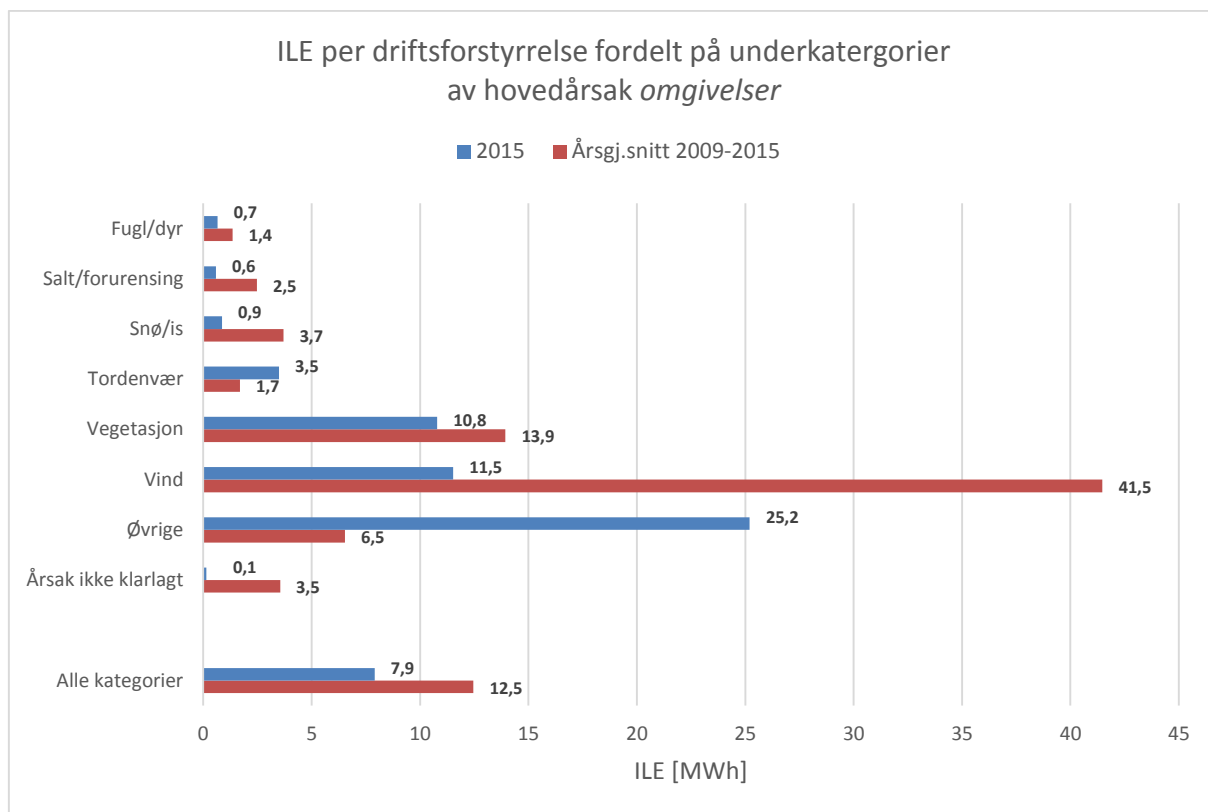
Figur 2.9 Antall driftsforstyrrelser fordelt på utløsende årsak innen hovedgruppe omgivelser

Fordelingen av ILE på utløsende årsak under hovedgruppe *Omgivelser*, som vist i Figur 2.10, viser at *vind* og *vegetasjon* var de største bidragsyterne i 2015. Imidlertid ser vi at ILE pga. *vind* var en god del mindre enn gjennomsnittet for 2009-2015. Dette skyldes i første rekke at gjennomsnittet er sterkt påvirket av enkelthendelser/ekstremvær.



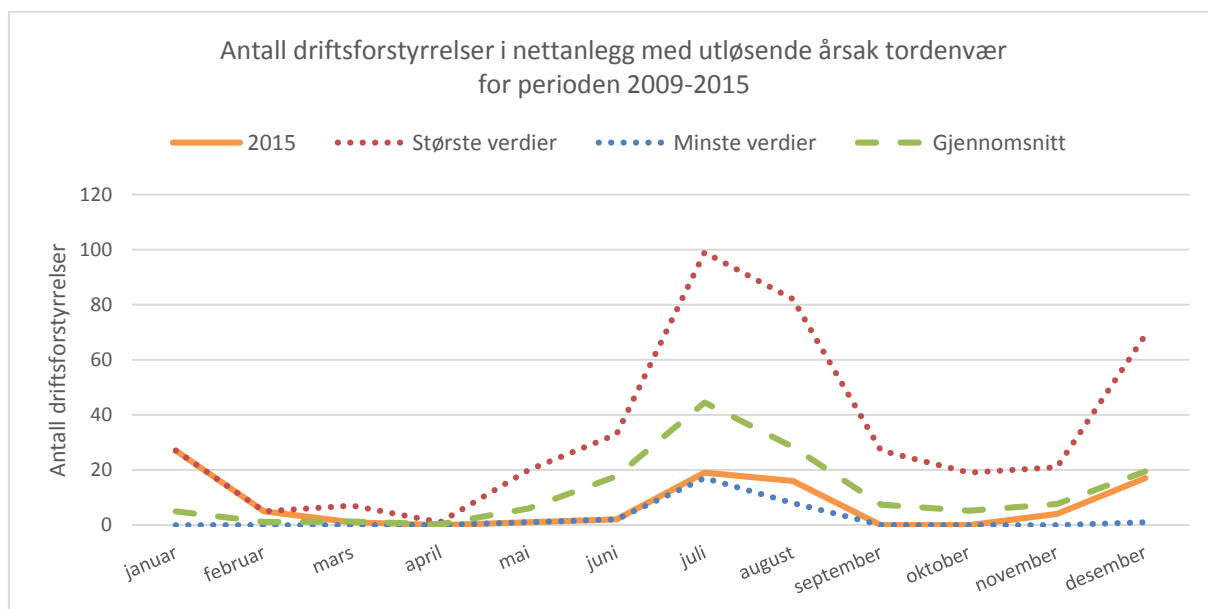
Figur 2.10 ILE fordelt på utløsende årsak innen hovedgruppe omgivelser

Figur 2.11 viser at en driftsforstyrrelse i 2015 i gjennomsnitt medførte 5,8 MWh ILE på disse spenningsnivåene, mot 12,5 MWh i gjennomsnitt for perioden 2009-2015. Den høye verdien for kategorien *Øvrige* i 2015 skyldes som tidligere nevnt én enkelt driftsforstyrrelse med utløsende årsak *fremmedlegemer*.



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 2009-2015. 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 2009-2015

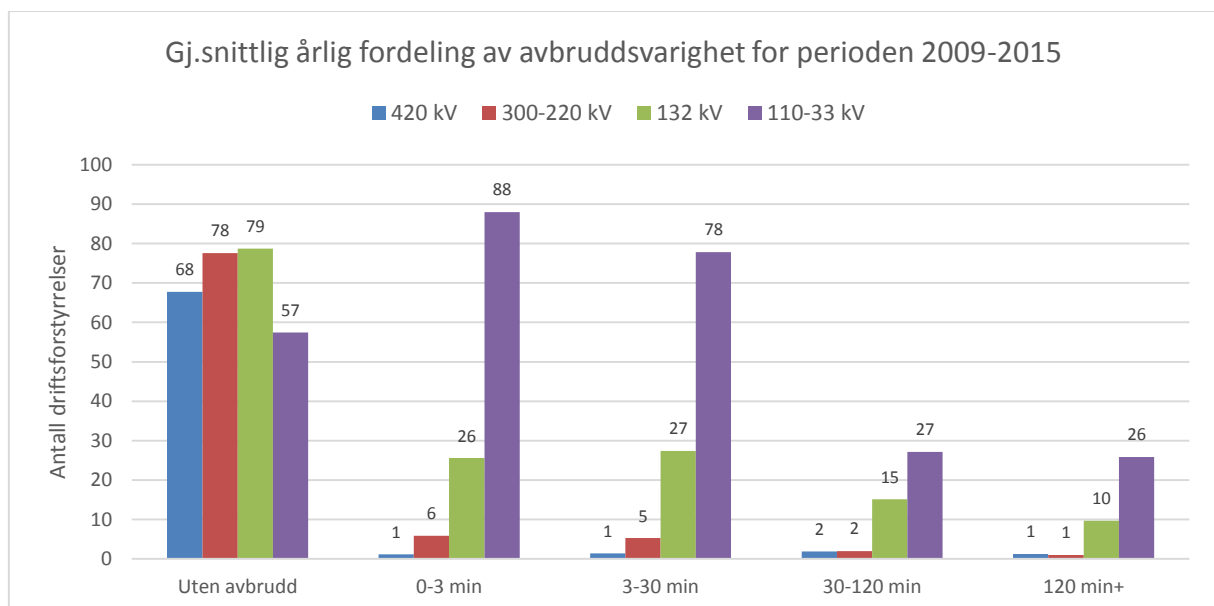
2.3 Antall driftsforstyrrelser fordelt på avbruddsvarighet (nettanlegg)

Av totalt 713 driftsforstyrrelser på nettanlegg med systemspenning 33-420 kV medførte 424 (60 %) *ikke* avbrudd i 2015. Dette er høyere enn gjennomsnittet for årene 2009-2015 (47 %). Av driftsforstyrrelser som medførte avbrudd er det omtrent samme fordeling mellom ulike varigheter i 2015 som i gjennomsnittet for perioden 2009-2015. Det vil si at økningen i antall driftsforstyrrelser i 2015 utelukkende skyldes økning i driftsforstyrrelser som *ikke* har medført avbrudd. 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	
	2015	Årsgj.snitt 2009-2015	2015	Årsgj.snitt 2009-2015
Uten avbrudd	424	281	59,5 %	47,1 %
0-3 min	113	121	15,8 %	20,2 %
3-30 min	101	112	14,2 %	18,7 %
30-120 min	33	46	4,6 %	7,7 %
120 min+	42	38	5,9 %	6,3 %
Sum	713	598	100 %	100 %

Hvis vi ser på gjennomsnittlig antall driftsforstyrrelser med ulik avbruddsvarighet for 2009-2015 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 2009-2015, mens for 132 kV og 33-110 kV var tilsvarende tall hhv. 50 % og 79 %.

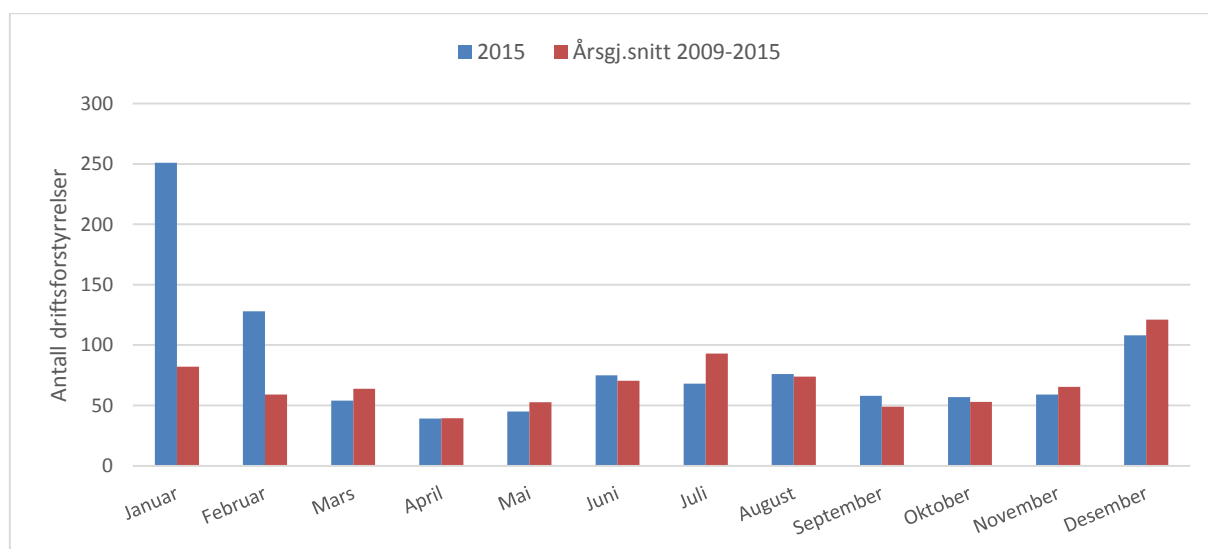
2.4 Antall driftsforstyrrelser og ILE fordelt på år, uke og døgn

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.

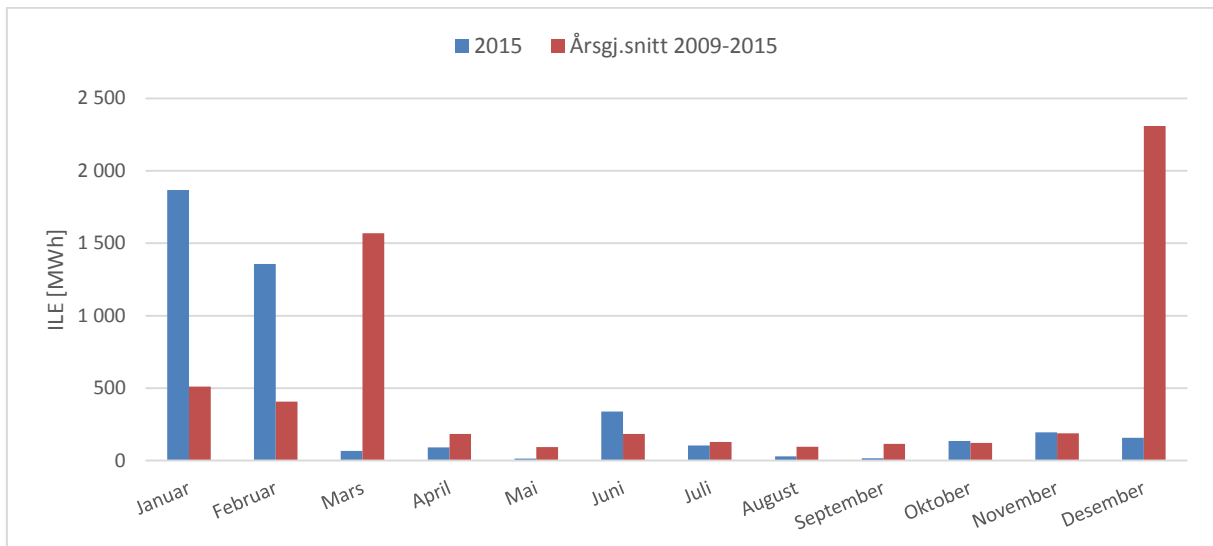
Fordelingen av antall driftsforstyrrelser over året viser tydelig at vintermånedene januar, februar og desember var måneder med mye dårlig vær i 2015. For januar og februar sitt vedkommende var antall driftsforstyrrelser i 2015 henholdsvis tre og to ganger så høyt som gjennomsnittet for 2009-2015, se Figur 2.14. I 2015 skyldtes over 70 % av all ILE driftsforstyrrelser i januar og februar, som var sterkt preget av ekstremværene Nina og Ole (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	
	2015	Årsgj.snitt 2009-2015	2015	Årsgj.snitt 2009-2015	2015	Årsgj.snitt 2009-2015	2015	Årsgj.snitt 2009-2015
Januar	251	82	24,7 %	10,0 %	1 868	510	42,7 %	8,6 %
Februar	128	59	12,6 %	7,2 %	1 357	408	31,0 %	6,9 %
Mars	54	64	5,3 %	7,7 %	66	1 569	1,5 %	26,6 %
April	39	39	3,8 %	4,8 %	91	185	2,1 %	3,1 %
Mai	45	53	4,4 %	6,4 %	14	92	0,3 %	1,6 %
Juni	75	70	7,4 %	8,5 %	339	184	7,8 %	3,1 %
Juli	68	93	6,7 %	11,3 %	105	128	2,4 %	2,2 %
August	76	74	7,5 %	9,0 %	29	95	0,7 %	1,6 %
September	58	49	5,7 %	5,9 %	15	115	0,4 %	1,9 %
Oktober	57	53	5,6 %	6,4 %	135	123	3,1 %	2,1 %
November	59	65	5,8 %	7,9 %	196	189	4,5 %	3,2 %
Desember	108	121	10,6 %	14,7 %	157	2 310	3,6 %	39,1 %
Sum	1 018	822	100 %	100 %	4 373	5 907	100 %	100 %

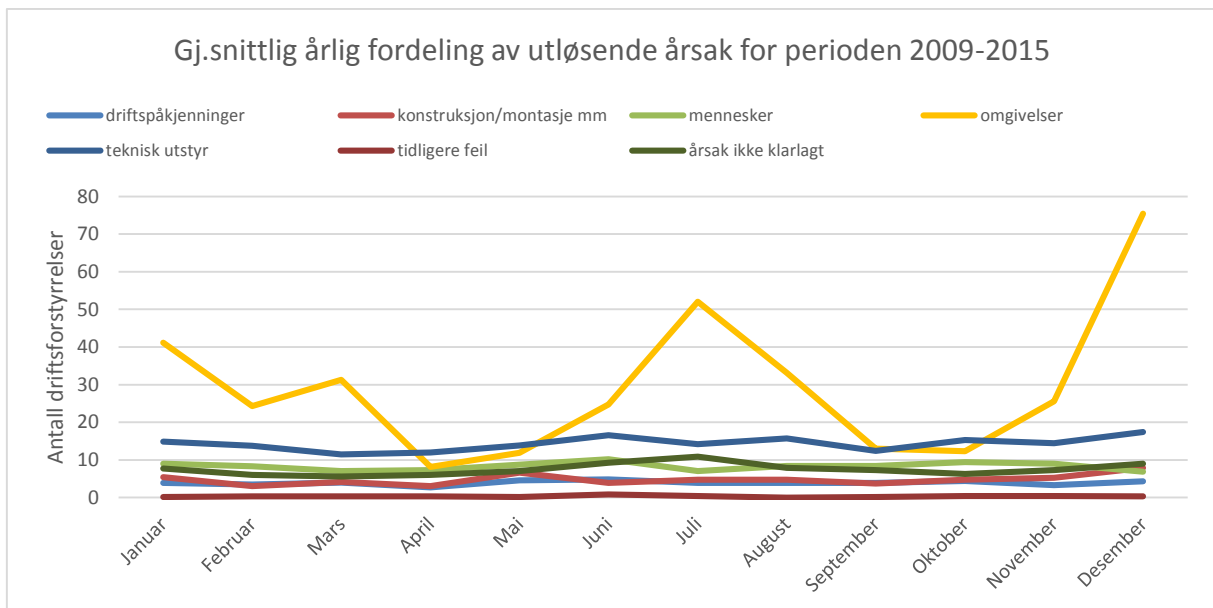


Figur 2.14 Fordeling av driftsforstyrrelser over året



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 2009-2015 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).



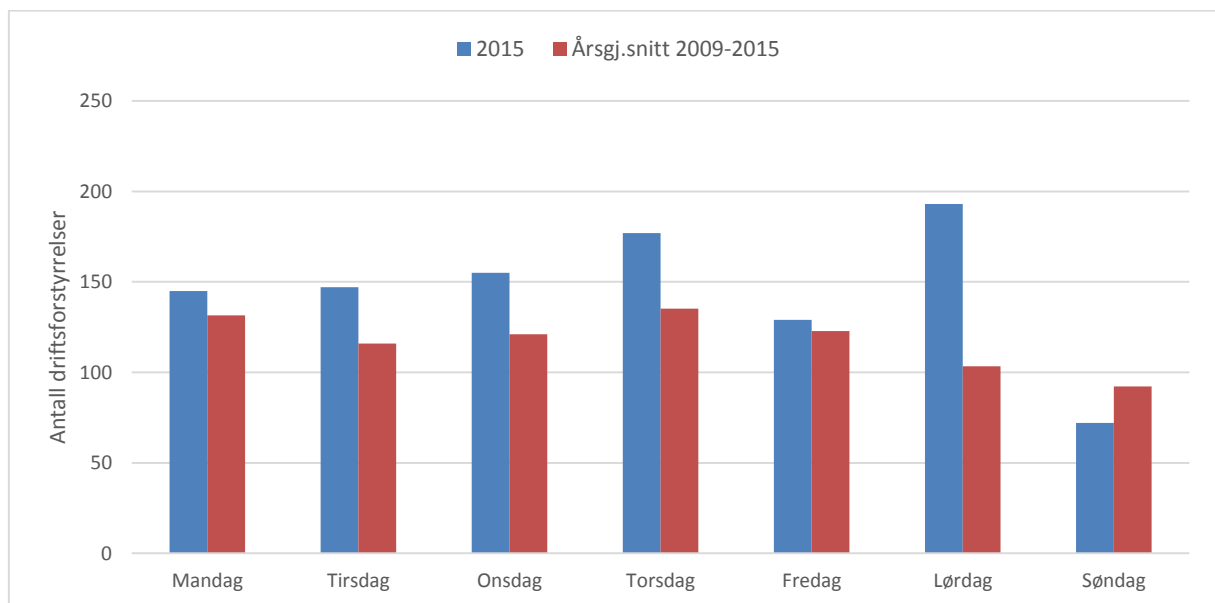
Figur 2.16 Fordeling av utløsende årsak for driftsforstyrrelser over året

Antall driftsforstyrrelser i 2015 fordelte seg forholdsvis jevnt over ukedagene, med en topp på lørdag (se Tabell 2.6 og Figur 2.17). Dette er forholdsvis uvanlig, da det typiske er at lørdag og søndag har færre driftsforstyrrelser enn de andre dagene pga. lavere aktivitet i samfunnet. Hovedårsaken til at det var mange driftsforstyrrelser på lørdager i 2015 skyldes utelukkende at ekstremværet Nina herjet lørdag 10. januar, og forårsaket ca. halvparten av alle driftsforstyrrelser registrert på lørdag i 2015. Også ekstremværet Ole inntraff på en lørdag, og forårsaket nesten 15 % av alle driftsforstyrrelser på lørdag.

Forklaringen på de høye ILE-andelen lørdag og søndag i gjennomsnittet for 2009-2015 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	
	2015	Årsgj.snitt 2009-2015	2015	Årsgj.snitt 2009-2015	2015	Årsgj.snitt 2009-2015	2015	Årsgj.snitt 2009-2015
Mandag	145	132	14,2 %	16,0 %	460	410	10,5 %	6,9 %
Tirsdag	147	116	14,4 %	14,1 %	303	385	6,9 %	6,5 %
Onsdag	155	121	15,2 %	14,7 %	720	435	16,5 %	7,4 %
Torsdag	177	135	17,4 %	16,5 %	1 145	626	26,2 %	10,6 %
Fredag	129	123	12,7 %	14,9 %	146	262	3,3 %	4,4 %
Lørdag	193	103	19,0 %	12,6 %	1 572	1 728	36,0 %	29,2 %
Søndag	72	92	7,1 %	11,2 %	27	2 061	0,6 %	34,9 %
Sum	1 018	822	100 %	100 %	4 373	5 907	100 %	100 %



Figur 2.17 Fordeling av antall driftsforstyrrelser over uka

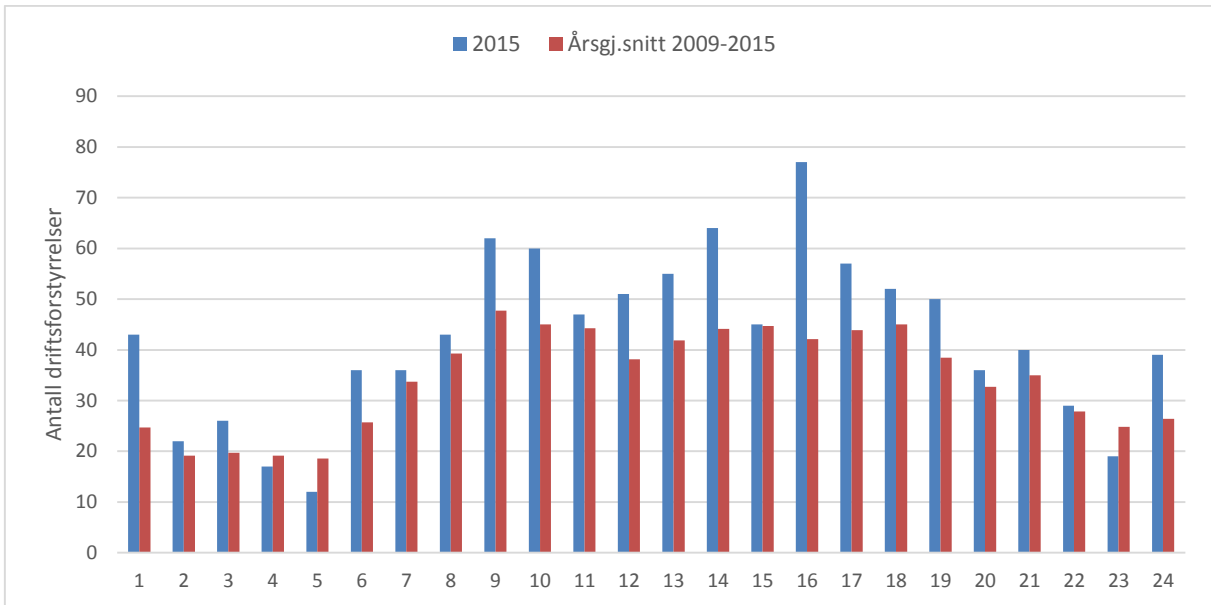
Tabell 2.7 og

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 arbeidsdagens slutt, for så å synke utover kvelden og natten. I 2015 ser vi også en topp i antall driftsforstyrrelser i time 16, uten at vi kan peke på en spesiell grunn til det. Den store ILE-mengden i time 16 i 2015 skyldes til gjengjeld feilen på 132 kV-ledning Kvandal-Kvitnes 29. januar kl. 1511, som er omtalt i Kapittel 1.

Tabell 2.7 Fordeling av antall driftsforstyrrelser og ILE over døgnet

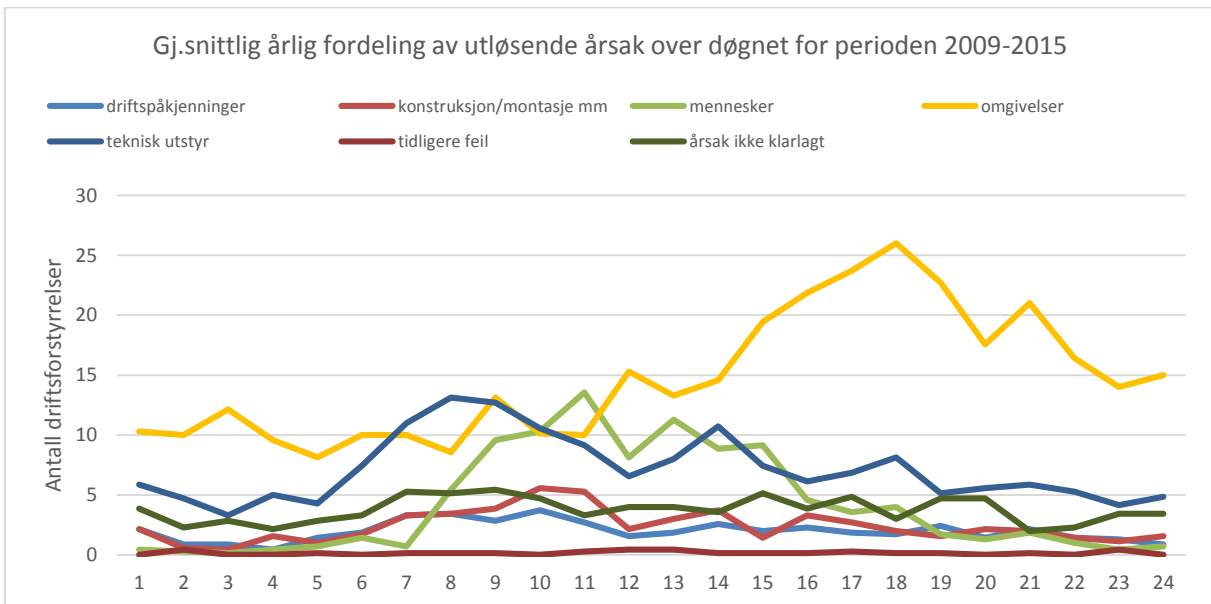
Time	Antall driftsforstyrrelser				ILE pga. driftsforstyrrelser			
	Antall		Andel		MWh		Andel	
	2015	Årsgj.snitt 2009-2015	2015	Årsgj.snitt 2009-2015	2015	Årsgj.snitt 2009-2015	2015	Årsgj.snitt 2009-2015
1	43	25	4,2 %	3,0 %	95	58	2,2 %	1,0 %
2	22	19	2,2 %	2,3 %	1	46	0,0 %	0,8 %
3	26	20	2,6 %	2,4 %	7	78	0,2 %	1,3 %
4	17	19	1,7 %	2,3 %	16	121	0,4 %	2,0 %
5	12	19	1,2 %	2,3 %	50	88	1,1 %	1,5 %
6	36	26	3,5 %	3,1 %	20	66	0,4 %	1,1 %
7	36	34	3,5 %	4,1 %	14	81	0,3 %	1,4 %
8	43	39	4,2 %	4,8 %	70	129	1,6 %	2,2 %
9	62	48	6,1 %	5,8 %	38	113	0,9 %	1,9 %
10	60	45	5,9 %	5,5 %	45	55	1,0 %	0,9 %
11	47	44	4,6 %	5,4 %	2	60	0,0 %	1,0 %
12	51	38	5,0 %	4,6 %	590	173	13,5 %	2,9 %
13	55	42	5,4 %	5,1 %	338	102	7,7 %	1,7 %
14	64	44	6,3 %	5,4 %	23	115	0,5 %	1,9 %
15	45	45	4,4 %	5,4 %	123	1 300	2,8 %	22,0 %
16	77	42	7,6 %	5,1 %	1 071	238	24,5 %	4,0 %
17	57	44	5,6 %	5,3 %	474	196	10,8 %	3,3 %
18	52	45	5,1 %	5,5 %	93	154	2,1 %	2,6 %
19	50	38	4,9 %	4,7 %	481	396	11,0 %	6,7 %
20	36	33	3,5 %	4,0 %	582	405	13,3 %	6,9 %
21	40	35	3,9 %	4,3 %	26	1 338	0,6 %	22,6 %
22	29	28	2,8 %	3,4 %	5	267	0,1 %	4,5 %
23	19	25	1,9 %	3,0 %	26	132	0,6 %	2,2 %
24	39	26	3,8 %	3,2 %	182	196	4,2 %	3,3 %
Sum	1 018	822	100 %	100 %	4 373	5 907	100 %	100 %

* 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 2009-2015 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 2009-2015

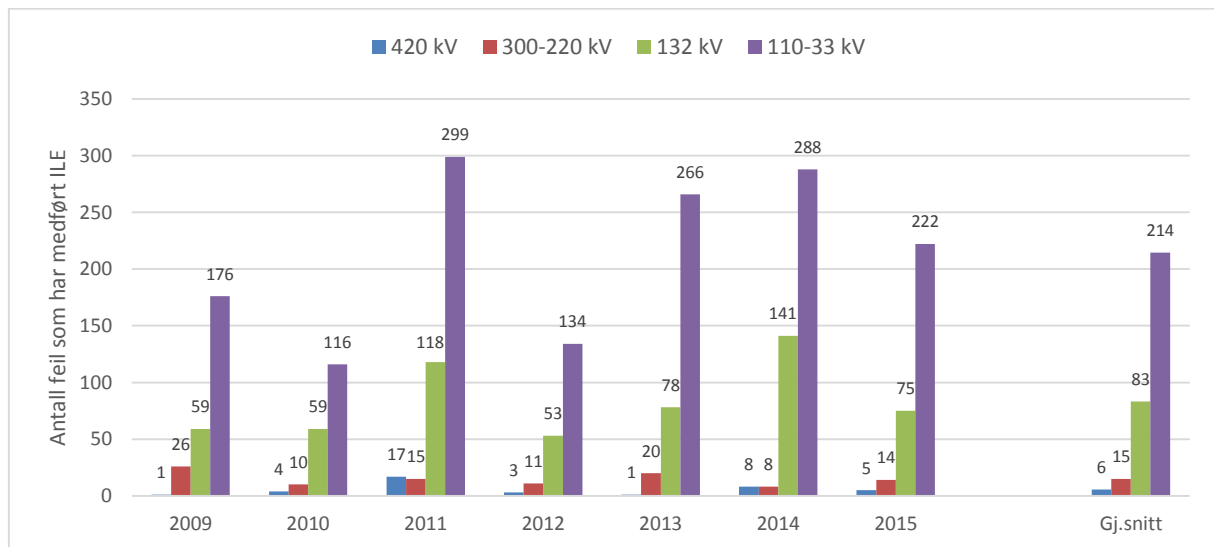
3. Feil

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 2015 var det totalt 316 antall feil som medførte ILE. Dette er en nedgang fra 2014 hvor det var 445 feil som medførte ILE. Dette er nært gjennomsnittet på 318 feil per år for perioden 2009-2015. Figur 3.1 viser en oversikt over antall feil som har medført ILE fordelt på år og spenningsnivå. Det er verdt å merke seg at til tross for at antall feil som medførte ILE for 2015 ligger nært gjennomsnittet, er totalt antall rapporterte feil 1139, noe som er over gjennomsnittet på 924 for perioden. Dette vises nærmere i kapittel 3.2. 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 2015 og gjennomsnittet. 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 1139 feil i 2015, hvorav 691 forbigående og 448 varige feil. Dette er lavere enn 2014 med 1394 feil, men over gjennomsnittet for perioden 2009-2015 med 924 feil. I 2015 var det flest feil på kraftledningsanlegg og produksjonsanlegg, med hhv 498 og 346 feil. Innrapporteringen av feil på produksjonsanlegg har økt de siste årene (som vist i Figur 2.3) og er en medvirkende årsak til at antall feil i 2015 ligger over gjennomsnittet.

I tillegg har feil på kompenseringssystem økt de siste årene, hvor feilene i stor grad fordeler seg på noen få anlegg. Ekstremvær i 2015, spesielt Nina og Ole, påvirker i stor grad antall feil på kraftledning, som for 2015 ligger over gjennomsnittet for perioden. Imidlertid er antallet lavere enn for 2014 (703), hvor påvirkningen på kraftsystemet fra ekstremvær og lyn var enda større.

Mengden ILE for feil på kraftledningsanlegg var lavere i 2015 enn gjennomsnittet på grunn av 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 2015 en nedgang for kraftledningsanlegg, mens det var en økning for samleskinneanlegg sammenlignet med tidligere år. ILE på grunn av feil på samleskinneanlegg i 2015 var 17 MWh per feil, mot 8,2 MWh per feil i gjennomsnitt for 2009-2015. Dette skyldes to enkelthendelser med feil på anleggsdel samleskinne/føring ved Smestad og Mosjøen i 2015, begge med relativt stor ILE-mengde.

Tabell 3.1 Fordeling av feil og tilhørende ILE på anlegg

Anlegg	Forbigående feil		Varige feil		Alle feil		ILE pga. feil					
	2015	Årsgj.snitt 2009-2015	2015	Årsgj.snitt 2009-2015	2015	Årsgj.snitt 2009-2015	MWh		Andel		MWh/feil	
							2015	Årsgj.snitt 2009-2015	2015	Årsgj.snitt 2009-2015	2015	Årsgj.snitt 2009-2015
HVDC-anlegg	3	5	0	4	3	8	0	0	0,0 %	0,0 %	0,0	0,0
Kabelanlegg	12	5	11	10	23	15	34	90	0,8 %	1,5 %	1,5	6,0
Kompenseringssystem	52	32	20	11	72	43	4	6	0,1 %	0,1 %	0,1	0,1
Kraftledningsanlegg	370	319	128	108	498	427	3 081	4 811	70,4 %	81,9 %	6,2	11,3
Produksjonsanlegg	121	98	225	145	346	243	256	46	5,9 %	0,8 %	0,7	0,2
Samleskinneanlegg	27	20	17	17	44	38	748	309	17,1 %	5,3 %	17,0	8,2
Transformatoranlegg	75	66	43	45	118	111	235	488	5,4 %	8,3 %	2,0	4,4
Annet	31	20	4	5	35	26	20	69	0,5 %	1,2 %	0,6	2,7
Ukjent	0	14	0	0	0	14	0	53	0,0 %	0,9 %	0,0	3,7
Sum	691	579	448	345	1 139	924	4 379	5 873	100 %	100 %	3,8	6,4

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 0 til 3.7. Enkelthendelser i 2015 medførte betydelig større ILE enn gjennomsnittet for anleggsdeler som datautstyr, spenningstransformator, og som tidligere nevnt samleskinne/føring. 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 2015 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-mengde på selve kraftledningen. Større ILE på signaloverføring i forhold til tidligere år skyldes én hendelse i januar, som omfattet mørklegging av Nord-Norge, som nevnt i Kapittel 1. Feilen skyldtes feil på signalføringen mellom vern og effektbryter som resulterte i uteblitt effektbryterrespons.

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 2015	Forbigående feil			Varige feil			Alle feil			ILE pga. feil			
		Antall feil 2015	Feil pr. 100 anl.del / år		Antall feil 2015	Feil pr. 100 anl.del / år		Antall feil 2015	Feil pr. 100 anl.del / år		MWh		MWh/feil	
			2015	Årsgj.snitt 2009-2015		2015	Årsgj.snitt 2009-2015		2015	Årsgj.snitt 2009-2015	2015	Årsgj.snitt 2009-2015	2015	Årsgj.snitt 2009-2015
Anleggsdeler i vannvei	-	2			3			5			0	0	0,0	0,0
Avleder	-	2			4			6			7	161	1,2	18,8
Brannteknisk anlegg	-	3			2			5			2	4	0,4	0,7
Datautstyr	-	5			11			16			23	3	1,5	0,4
Effektbryter	6 956	21	0,30	0,28	16	0,23	0,19	37	0,53	0,48	43	84	1,2	2,7
Fjernstyring	-	5			1			6			22	13	3,7	2,5
Generator	660	10	1,52	1,48	17	2,58	2,39	27	4,09	3,86	0	0	0,0	0,0
Hf-sperre	-	0			0			0			0	0	0,0	0,0
1) HVDC, øvrig	-	1			0			1			0	0	0,0	0,0
2) Kabel	1 528	2	0,13	0,12	10	0,65	0,79	12	0,79	0,91	17	160	1,4	13,0
Kjølevannsanlegg	-	10			33			43			0	0	0,0	0,0
Kondensatorbatteri	-	1			10			11			0	3	0,0	0,8
Koplingsutstyr	-	3			10			13			3	80	0,2	4,4
2) Kraftledning	30 647	324	1,06	0,89	107	0,35	0,27	431	1,41	1,16	2 077	4 200	4,8	12,0
3) Magnetiseringsutstyr	660	3	0,45	0,46	10	1,52	0,95	13	1,97	1,41	0	0	0,0	0,0
Måle- og meldesystem	-	25			27			52			0	32	0,0	0,8
Reaktor	-	1			1			2			0	2	0,0	1,2
Roterende fasekompensator	-	3			0			3			0	0	0,0	0,0
Samleskinne/føring	-	7			8			15			571	208	38,0	18,2
SF6-anlegg	-	0			1			1			0	3	0,0	4,8
Signaloverføring	-	9			5			14			932	138	66,6	15,1
Sikring	-	0			0			0			0	0	0,0	0,0
4) Skillebryter	-	5			5			10			13	56	1,3	5,7
Slukkespole	-	1			0			1			4	3	3,7	2,6
Smøreoljesystem	-	0			7			7			0	0	0,0	0,0
Spenningsregulator	-	2			2			4			0	12	0,0	2,5
Spenningstransformator	-	1			6			7			190	98	27,1	9,8
Stasjonsforsyning	-	13			13			26			16	2	0,6	0,2
Strømtransformator	-	4			7			11			13	29	1,2	4,0
5) SVC	-	30			0			30			0	0	0,0	0,0
6) Systemfeil	-	25			3			28			26	67	0,9	3,1
Transformator	2 871	9	0,31	0,40	14	0,49	0,52	23	0,80	0,92	46	165	2,0	6,5
Trykkluftanlegg	-	0			1			1			0	0	0,0	0,0
Turbin	660	10	1,52	0,80	11	1,67	1,45	21	3,18	2,26	0	0	0,0	0,0
Turbinregulator	660	12	1,82	2,02	32	4,85	2,63	44	6,67	4,64	256	37	5,8	1,2
Tømme- og lenseanlegg	-	2			2			4			0	0	0,0	0,0
Ventilsystem	660	0	0,00	0,15	7	1,06	0,65	7	1,06	0,80	0	0	0,0	0,0
Vern	-	105			60			165			109	208	0,7	1,8
Anleggsdel ikke identifisert	-	35			2			37			10	105	0,3	1,7
Sum		691			448			1 139			4 379	5 873	3,8	6,4

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".

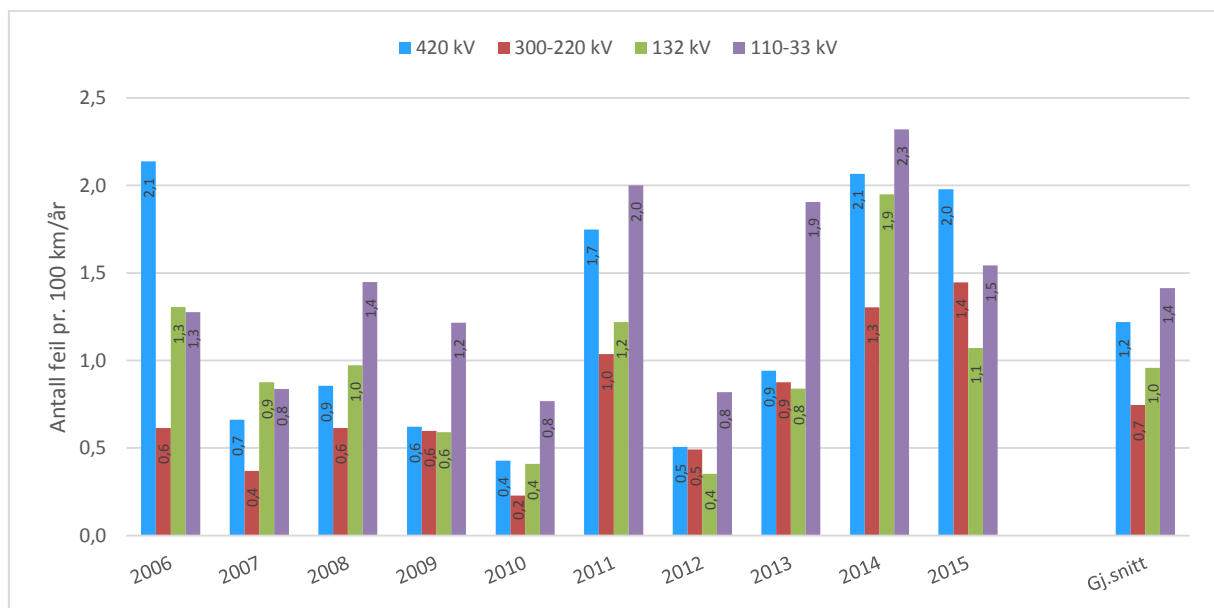
3.3 Feil på kraftledning

Tabell 3.2 fra forrige kapittel viser at det til sammen var 431 feil på anleggsdelen kraftledning i 2015, fordelt på hhv 324 forbigående og 107 varige feil. Dette er en nedgang fra 2014 hvor antall feil på kraftledning til sammen var på 598. Dette var imidlertid det høyeste tallet registrert siste 10-årsperiode og dobbelt så høyt som gjennomsnittet for perioden.

Det er store sesongvariasjoner i feil på kraftledning. Av alle spenningsintervall i rapporten har 420 kV-nivå den høyeste feilfrekvensen for forbigående feil i vintermånedene. Lavere spenningsnivå ser ut til å ha en 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

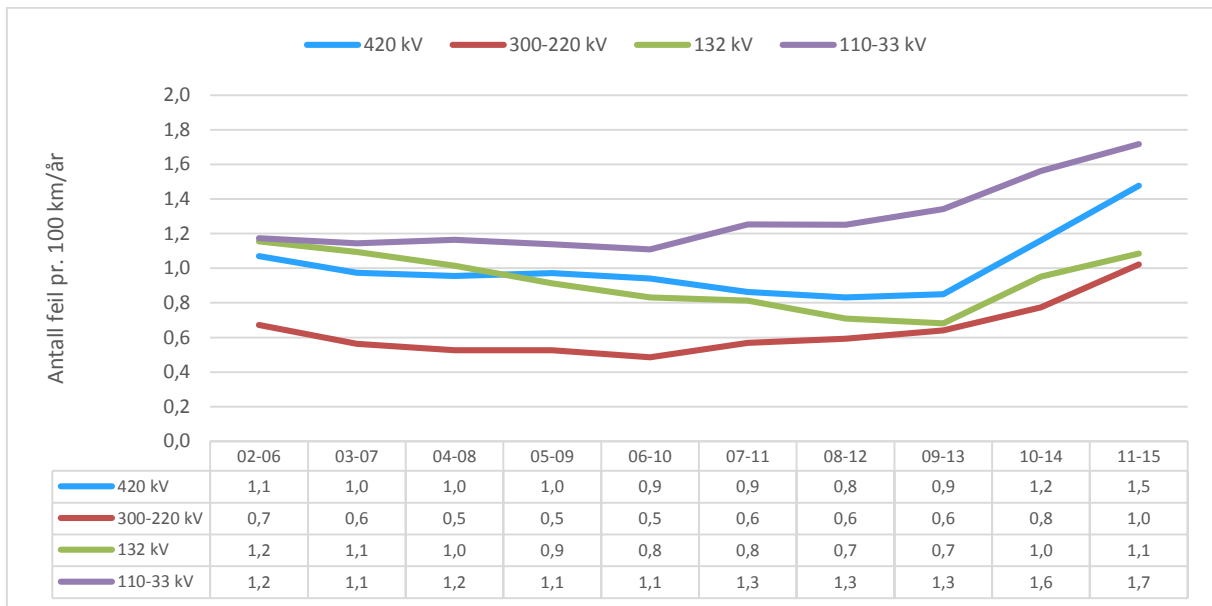
Figur 3.2 viser feilfrekvens fordelt på spenningsnivå og år. Samtlige spenningsnivå presentert i figuren bortsett fra 300-220 kV viser en nedgang i feilfrekvens i 2015 i forhold til 2014. Feilfrekvensen er imidlertid høyere for 2015 enn gjennomsnittet for perioden 2006-2015. Figur 3.2 viser også stor 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-statistikken², er det i Figur 3.3 vist et glidende gjennomsnitt for 5-årsperioder siden 2002. Ekstremvær og tordenvær de siste årene medfører en stigende trend når det gjelder feilfrekvens for kraftledning på alle spenningsnivå. Økningen i det glidende gjennomsnittet forsterkes ytterligere av at årene fram til og med 2010 hadde relativt få feil. Høyest feilfrekvens over tid har kraftledning på 33-110 kV og 420 kV.

² <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 2009-2015 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.

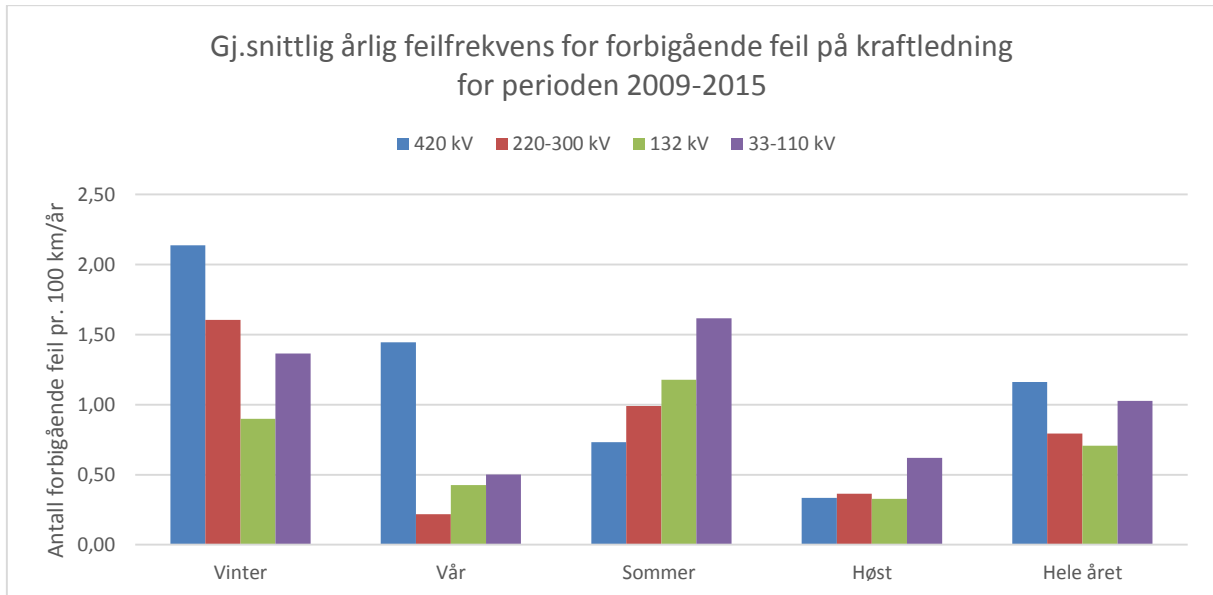
Tabell 3.3 Feilfrekvens for kraftledning fordelt på årstid

Feilfrekvens per 100 km kraftledning for perioden 2009-2015												
Årstid	420 kV			220-300 kV			132 kV			33-110 kV		
	Forbigående	Varig	Totalt	Forbigående	Varig	Totalt	Forbigående	Varig	Totalt	Forbigående	Varig	Totalt
Vinter	2,14	0,13	2,26	1,60	0,11	1,72	0,90	0,41	1,31	1,37	1,00	2,36
Vår	1,45	0,06	1,51	0,22	0,02	0,24	0,43	0,13	0,55	0,50	0,29	0,79
Sommer	0,73	0,00	0,73	0,99	0,04	1,03	1,18	0,16	1,34	1,62	0,28	1,90
Høst	0,34	0,04	0,38	0,36	0,00	0,36	0,33	0,14	0,47	0,62	0,37	1,00
Hele året	1,16	0,06	1,22	0,79	0,04	0,84	0,71	0,21	0,92	1,03	0,48	1,51

For 420 kV kraftledning forekommer 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 bakenforliggende årsak *vind*.

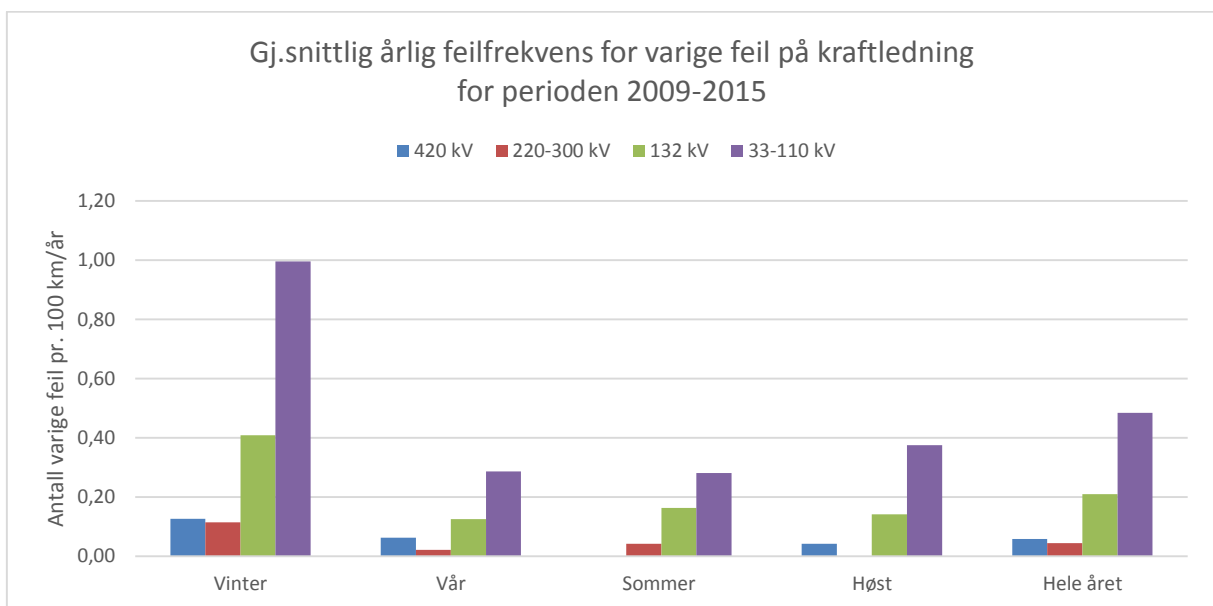
For 220-300 kV fordeler flest feil seg på vinter og sommer, hovedsakelig som følge av årsakene *vind* og *tordenvær*. Feil på 132 kV kraftledning fordeler seg også hovedsakelig mellom vinter og sommer, med flest feil registrert med *tordenvær* som utløsende årsak etterfulgt av *vind* og *vegetasjon*.

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 2009-2015

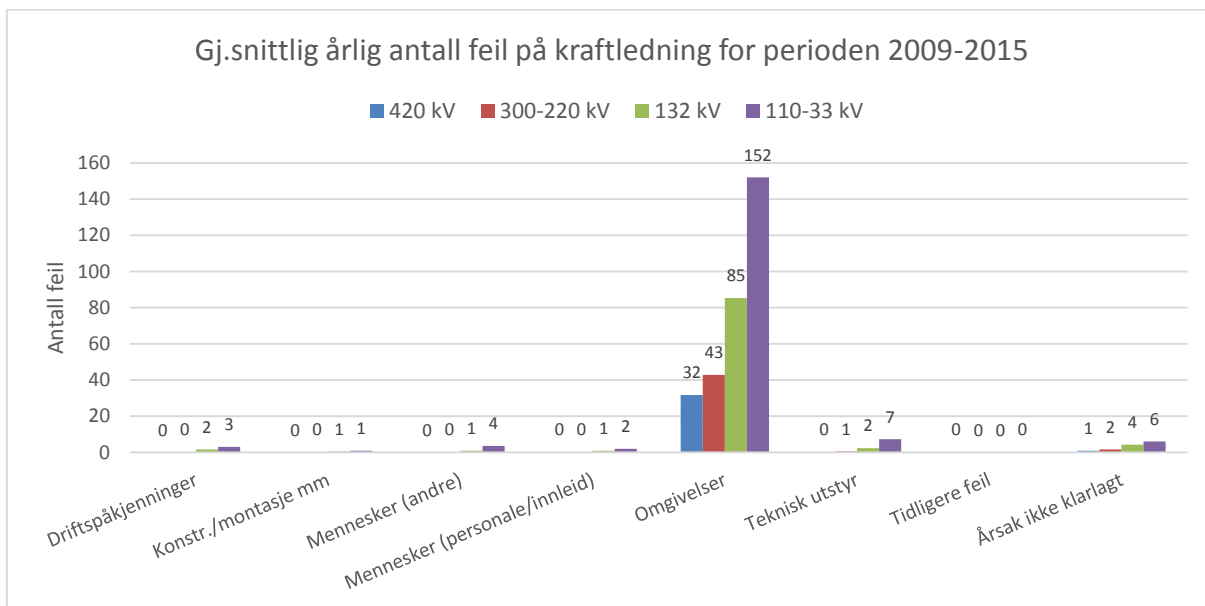
For systemspenning 33-100 kV er det en større andel varige feil på vinterstid i forhold til de andre spenningsnivåene. Dette kan ha en sammenheng med at feil på grunn av *vegetasjon* i kombinasjon med *vind* er vanligere på spenningsnivåene 33-110 kV, som vist i Figur 3.7. Feilfrekvens på 33-110 kV er 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 2009-2015

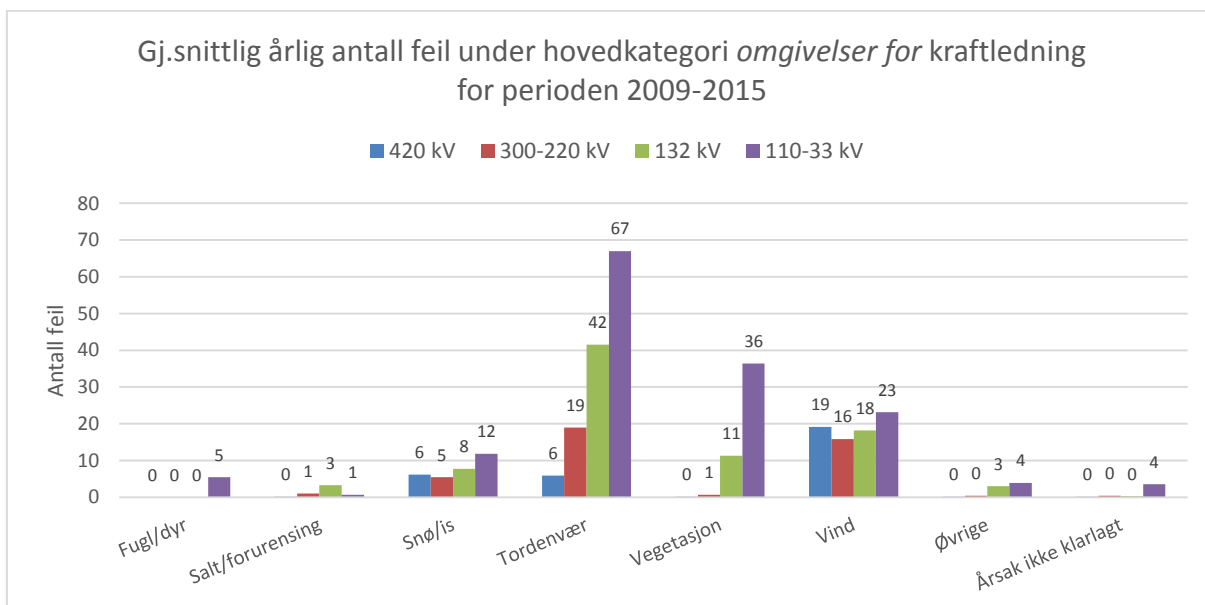
3.3.3 Årsak til feil på kraftledning

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 2009-2015

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.

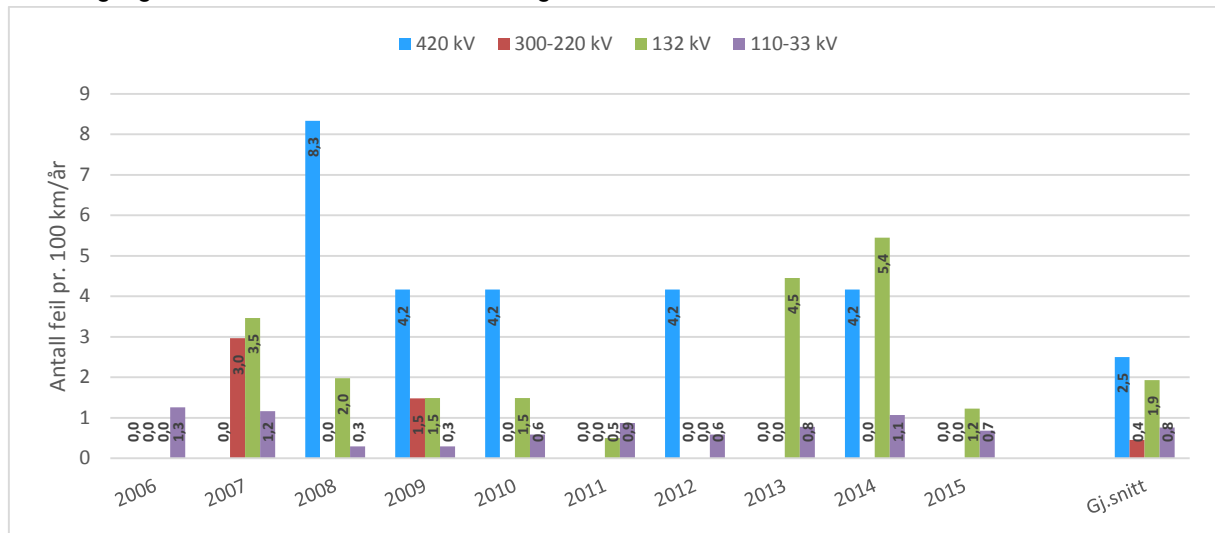


Figur 3.7 Gjennomsnittlig årlig antall feil på kraftledning fordelt på underkategorier av den utløsende årsaken *omgivelser* for perioden 2009-2015

3.4 Feil på kabel

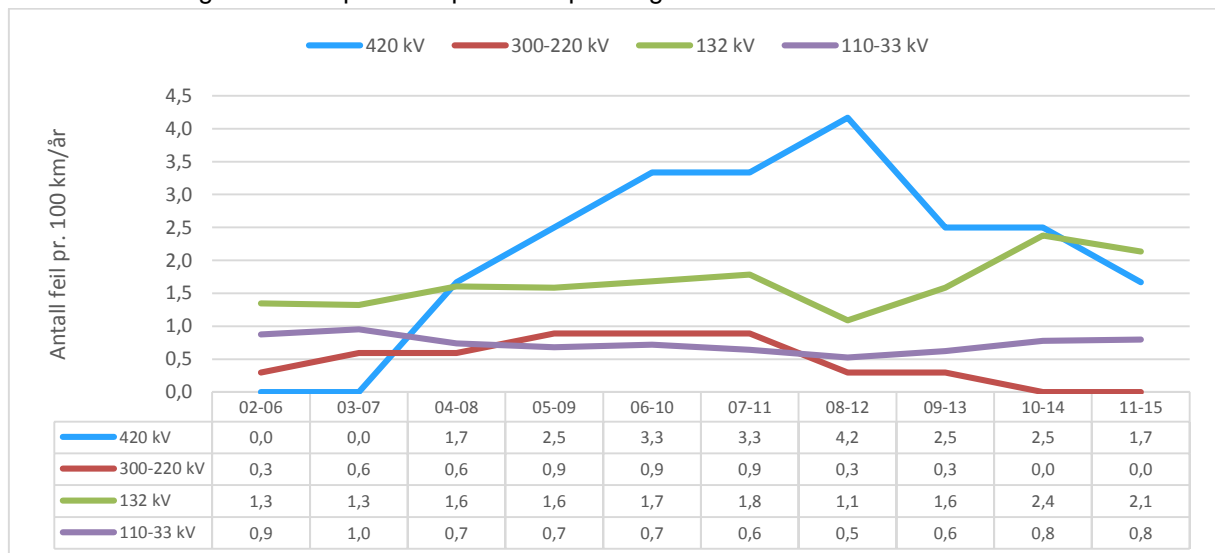
Med *kabel* i denne årsstatistikken menes vekselstrømskabel (HVAC). Det vil si at feil på likestrømskabel (HVDC) ikke er med i datagrunnlaget.

Feil på kabel kan være av høy alvorlighetsgrad da de fleste feil er av varig karakter og kan innebære langvarige utetider i forbindelse med reparasjon. Det var totalt 12 feil på kabel i 2015 fordelt på 2 forbigående og 10 varige feil. Figur 3.8 viser feilfrekvens på kabel per år for perioden 2006-2015 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 2011-2015 er noe synkende på 132 kV etter å ha hatt en stigende trend. Gjennomsnittlig feilfrekvens for 420 kV er også nedadgående, da det ikke var noen registrerte feil på kabel på dette spenningsnivået i 2015.

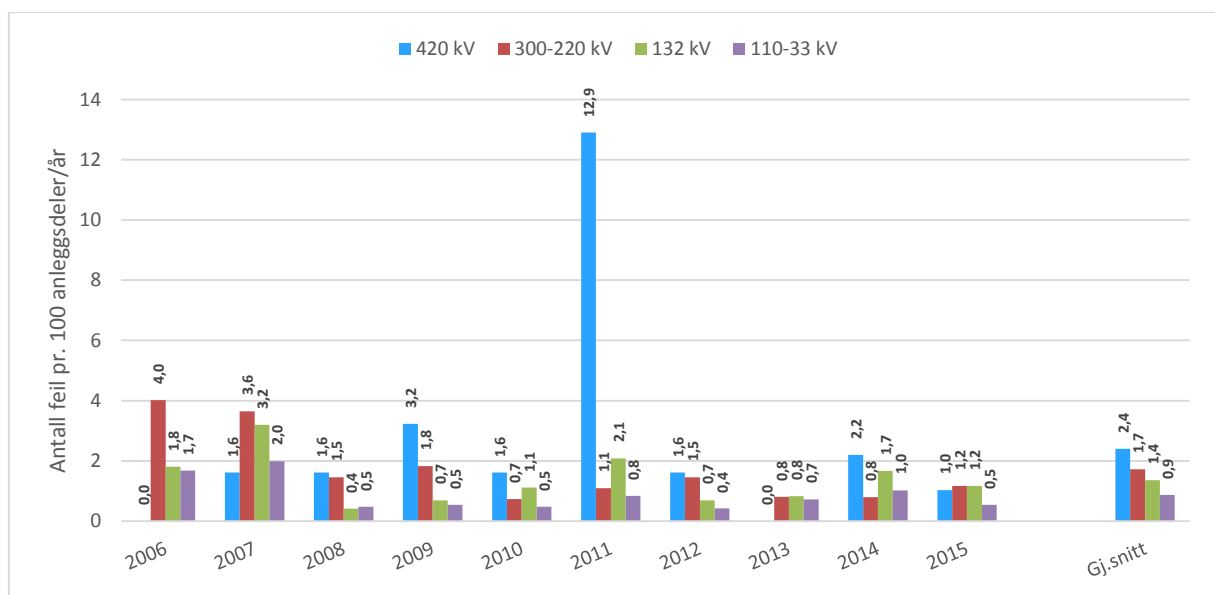


Figur 3.9 Feilfrekvens for kabel vist som glidende 5 års gjennomsnitt

3.5 Feil på krafttransformator

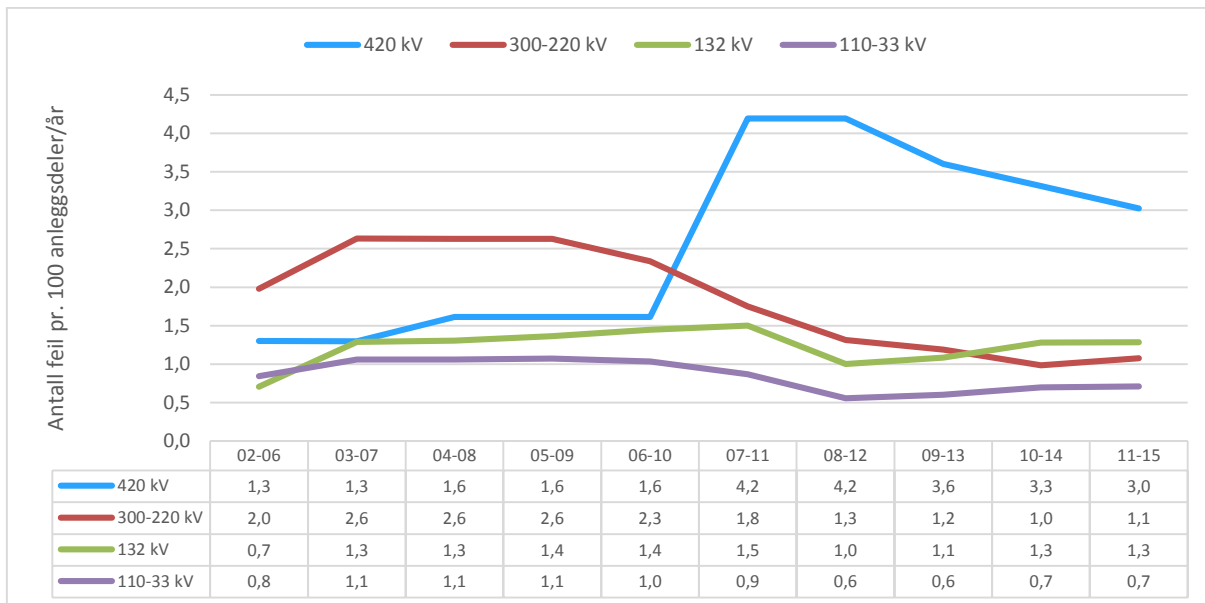
Feil på krafttransformatorer (og sjøkabler og til dels jordkabler) vurderes som de mest alvorlige, og vil kunne innebære langvarige utetider. Dette henger sammen med lange reparasjonstider og leveringstider, komplisert transport, utfordringer knyttet til effektivt beredskapslager m.m. I 2015 var det 23 feil på krafttransformatorer. Av de 23 feilene var det 9 forbigående og 14 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 2015 er lavere enn gjennomsnittet for perioden 2006-2015, og også lavere enn for 2014. 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 2015 var det kun én registrert feil på dette spenningsnivået (Halse, 8. april), se beskrivelse i Kapittel 1.



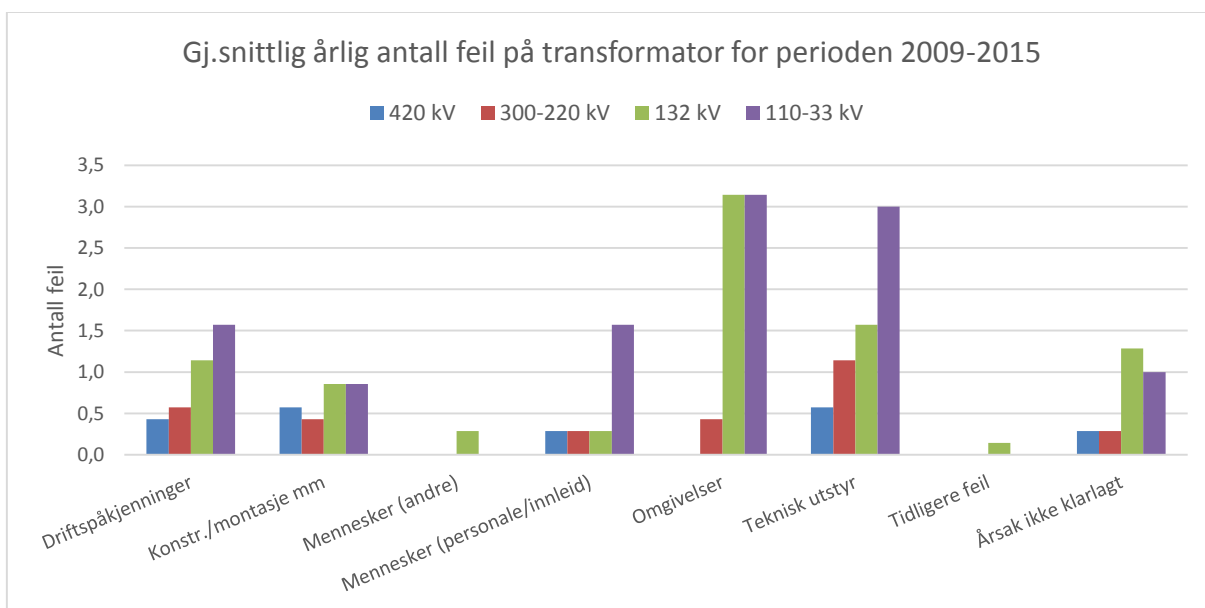
Figur 3.10 Feilfrekvens for krafttransformator fordelt på år og spenningsnivå

Glidende 5 års gjennomsnitt for feilfrekvens i Figur 3.11 viser en synkende trend for de to høyeste 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.



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.



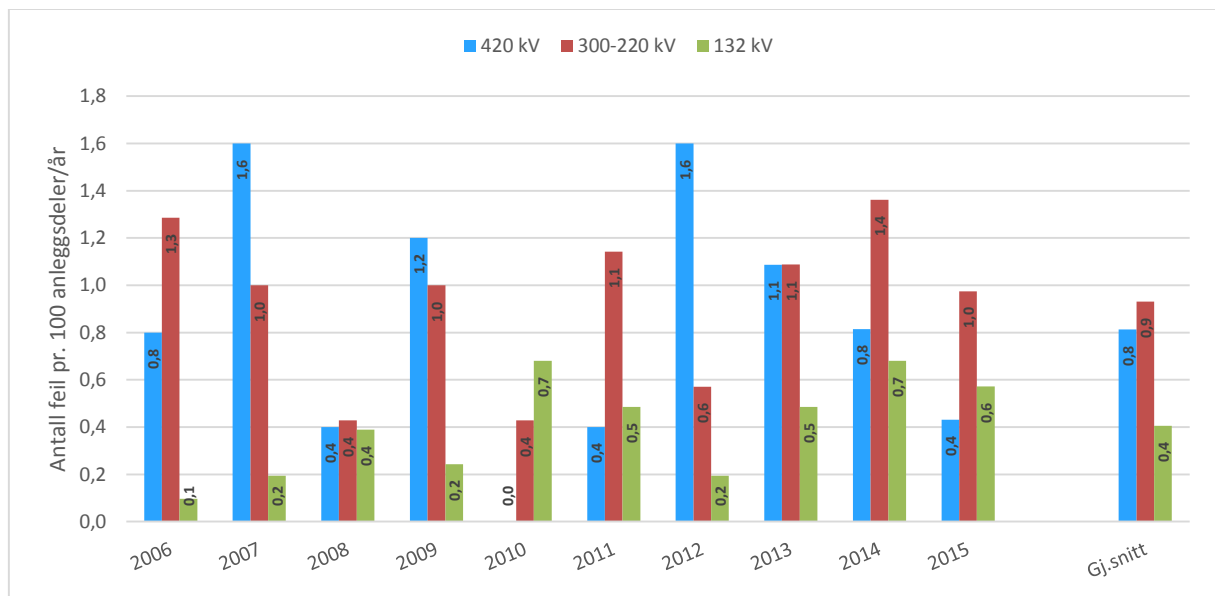
Figur 3.12 Gjennomsnittlig årlig antall feil på krafttransformator fordelt på utløsende årsak for perioden 2009-2015

3.6 Feil på effektbryter

Det var til sammen 37 feil på effektbryter i 2015, fordelt på 21 forbigående og 16 varige feil. Det er verdt å merke seg at feilbetjening av effektbryter registreres som forbigående feil på bryteren som feilaktig kobles, og i 2015 var det 8 forbigående feil med utløsende årsak *feilbetjening*.

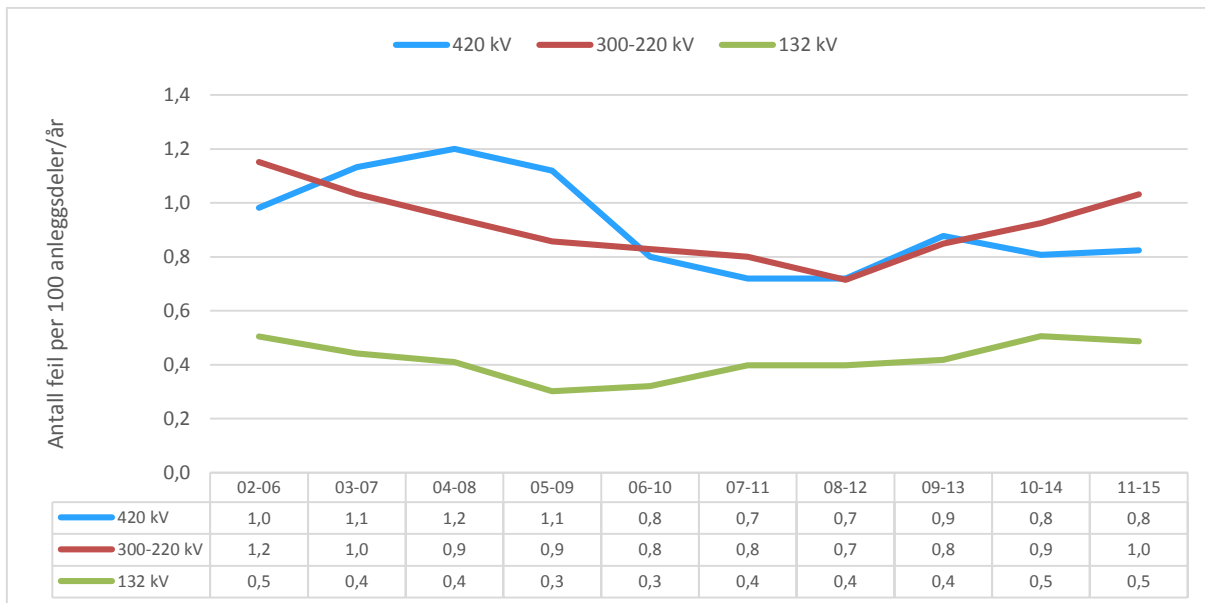
Figur 3.13 viser feilfrekvens for effektbryter fordelt på år og spenningsnivå. For 2015 var feilfrekvensen lavere enn i 2014, men ligger noe over gjennomsnittet for perioden 2006-2015 på spenningsnivåene 132 kV og 300-200 kV. For 420 kV var feilfrekvensen i 2015 lavere enn gjennomsnittet.

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.



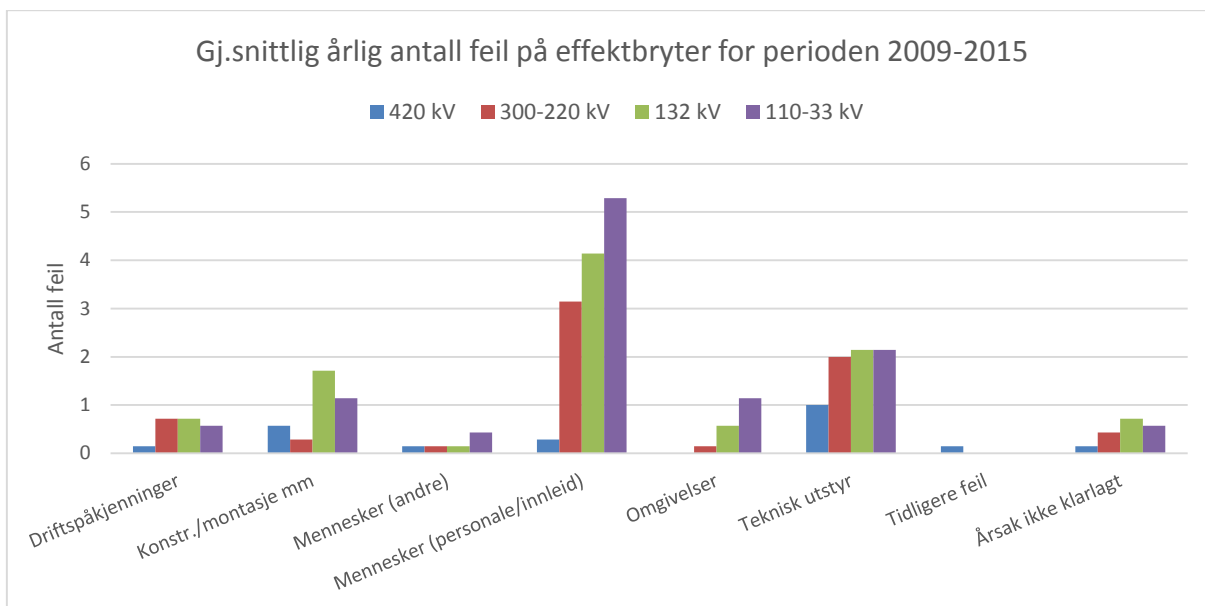
Figur 3.13 Feilfrekvens for effektbryter fordelt på år og spenningsnivå

I Figur 3.14 vises glidende 5-års gjennomsnitt. For 132 kV og 420 kV er utviklingen stabil, mens det er en økning for effektbrytere på 300-220 kV. 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.



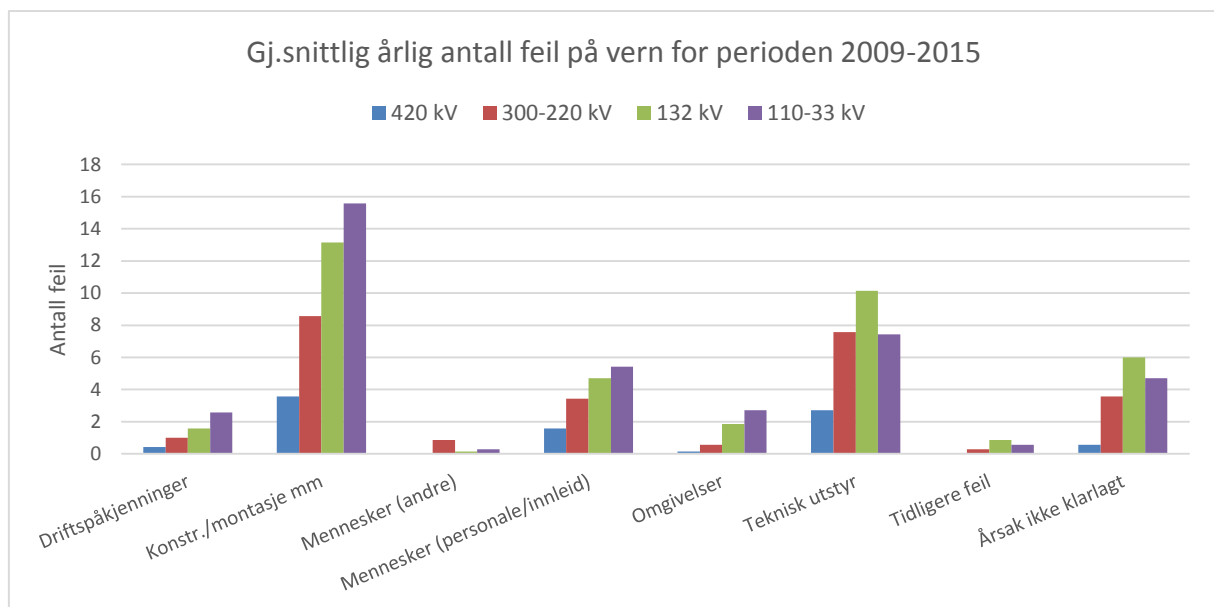
Figur 3.15 Gjennomsnittlig årlig antall feil på effektbryter fordelt på utløsende årsak for perioden 2009-2015

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 165 registrerte feil på vern i 2015 fordelt på henholdsvis 105 forbigående og 60 varige feil. Dette er lavere enn i 2014 med 204 registrerte feil, men godt over gjennomsnittet på 112 for perioden 2009-2015. 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 tre 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 feilinnstilling. Feil med utløsende årsak *mennesker (personale/innleid)* er ofte knyttet til uønsket vernutløsning i forbindelse med arbeid i stasjoner.

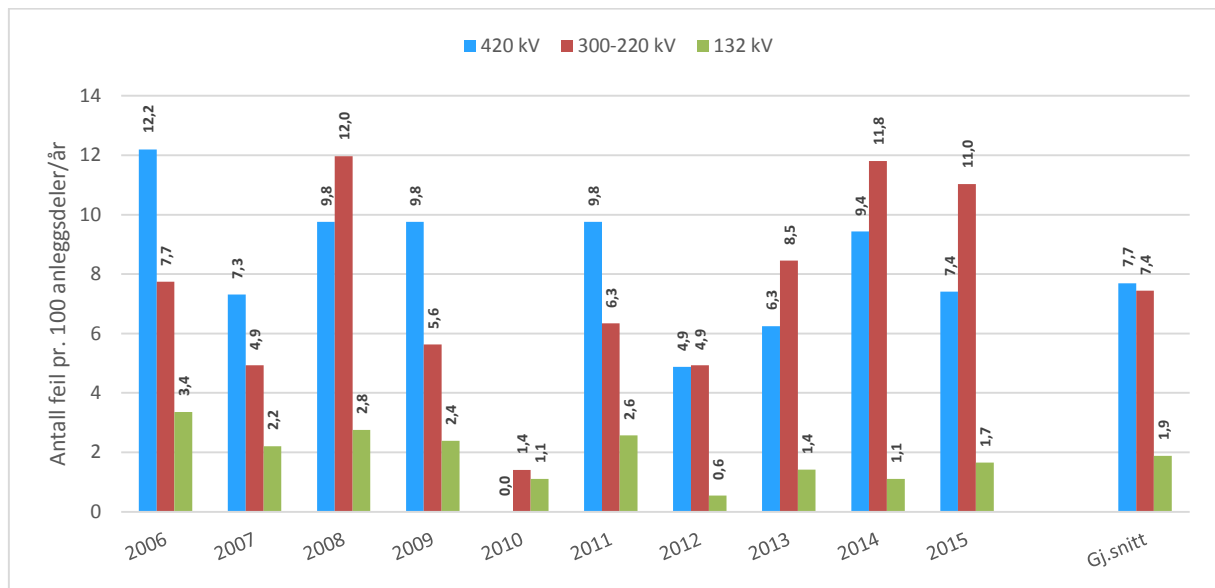


Figur 3.16 Gjennomsnittlig årlig antall feil på vern fordelt på utløsende årsak for perioden 2009-2015

3.7.1 Feilfrekvens for vern for kraftledning og kabel

Det var rapportert 34 feil på vern for kraftledningsanlegg og 7 feil på vern for kabelanlegg i 2015. Antall feil på vern for kraftledninger og kabler ligger noe over gjennomsnittet for perioden 2006-2015, som vist i Figur 3.17. Dette er imidlertid 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. Oppgangen de siste to årene skyldes sannsynligvis økning i antall kortslutninger på kraftledning som beskrevet i kapittel 0.

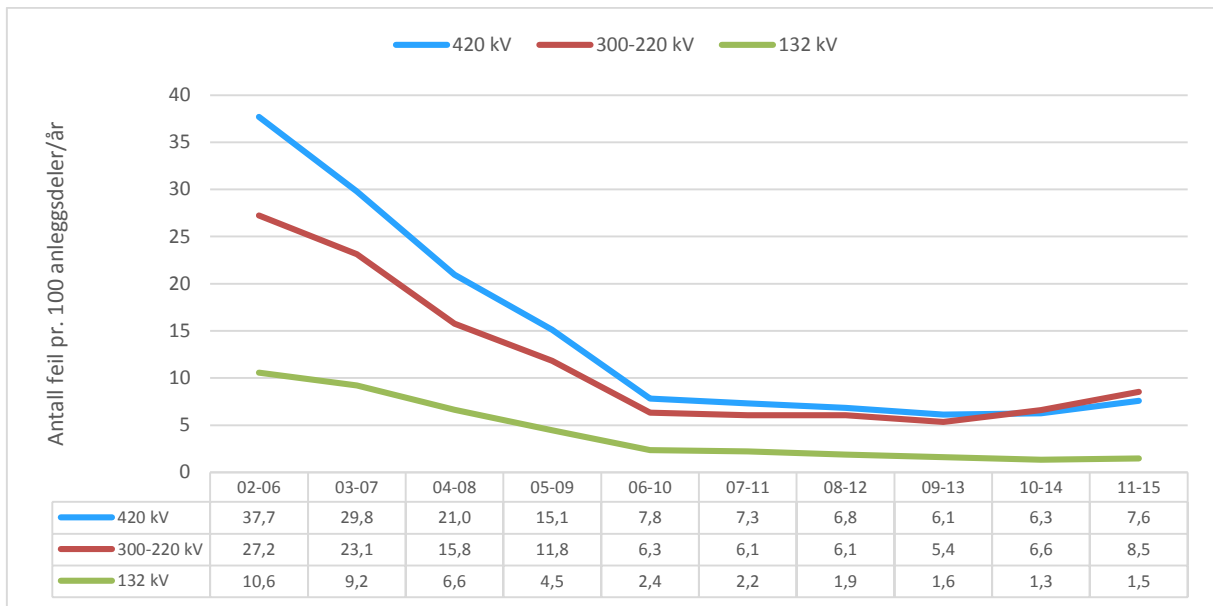
Feilfrekvens for 33-110 kV er ikke presentert grunnet manglende oversikt over antall ledninger på disse spenningsnivåene. Det ble registrert 10 feil på vern på dette spenningsintervallet i 2015, noe som sammenfaller godt med gjennomsnittet for perioden 2009-2015 (9 feil).



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 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 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.

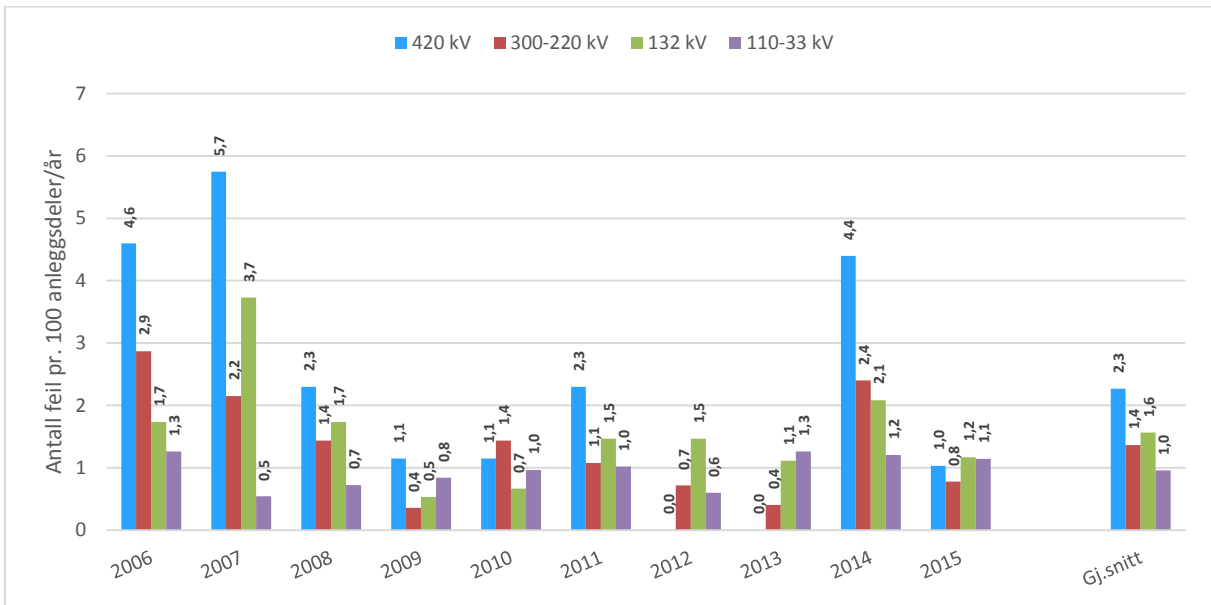


Figur 3.18 Feilfrekvens for vern for kraftledning og kabel vist som glidende 5 års gjennomsnitt (Som anleggsdel regnes ett vernsystem per kraftledning/kabel)

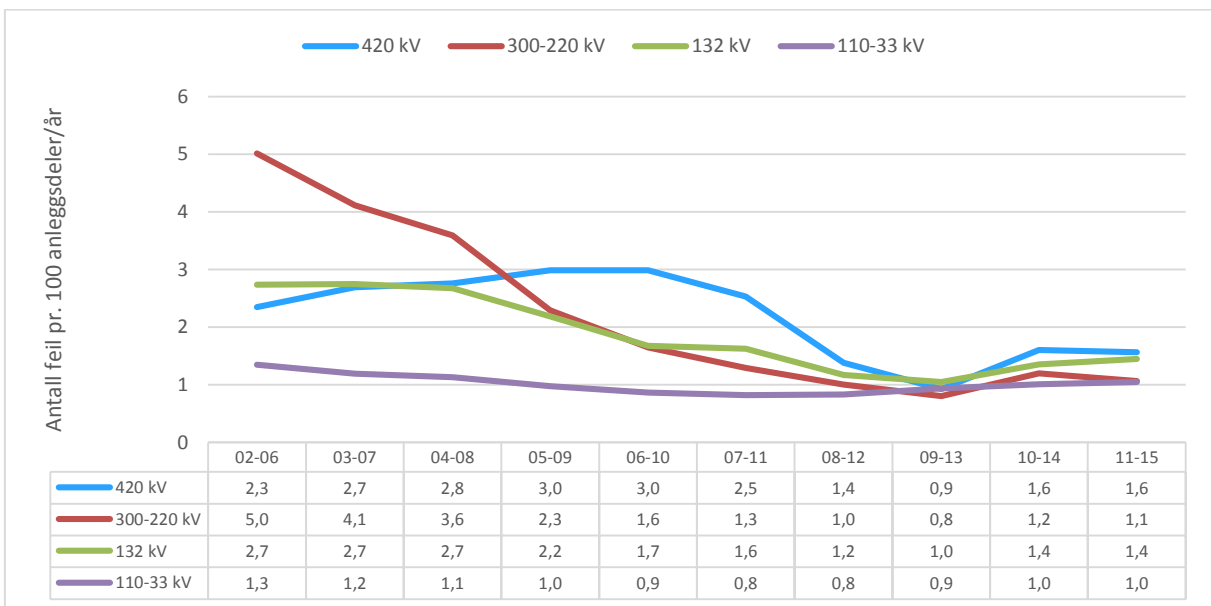
3.7.2 Feilfrekvens for vern for krafttransformator

Det var til sammen 32 feil på vern for transformatoranlegg i 2015, fordelt på 23 forbigående og 9 varige. Angitt spenningsnivå er primærsiden av transformatoren (siden med høyeste spenning).

Figur 3.19 viser feilfrekvens for vern til krafttransformator. I 2015 var det en nedgang for alle spenningsnivå i forhold til 2014. 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)



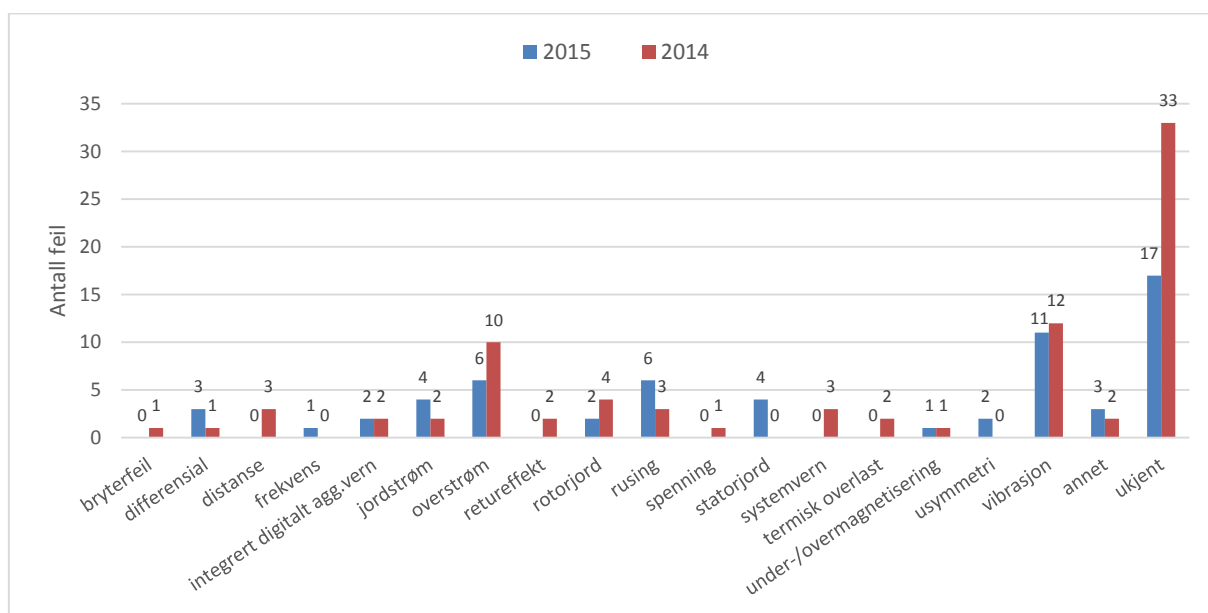
Figur 3.20 Feilfrekvens for vern for krafttransformator vist som glidende 5 års gjennomsnitt

3.7.3 Feil på vern for produksjonsanlegg

Det var til sammen 62 rapporterte feil på vern for produksjonsanlegg i 2015, fordelt på 27 forbigående og 35 varige feil. Dette representerer en nedgang fra 2014 hvor det til sammen var rapportert 82 feil.

Figur 3.21 viser en oversikt over feil fordelt på type vernfunksjon for 2014 og 2015. 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 underrapporteringen gjør store utslag.



Figur 3.21 Antall feil på ulike vernfunksjoner tilknyttet produksjonsanlegg

Vedlegg 1 Definisjoner

Definisjoner knyttet til driftsforstyrrelser

	Definisjon	Kommentar
Driftsforstyrrelse	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"> bryterfall som følge av lynnedslag på ledning mislykket innkobling av aggregat der det må gjøres reparasjon eller justering før aggregatet kan kobles inn på nettet nødutkobling pga brann uønsket utløsning av transformator som følge av uhell under testing av vern
Utkobling	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>
Utløsning	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>
Utfall	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>
Utetid	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
Feil	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.
Varig feil	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.
Forbigående feil	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 befaring uten at feil ble funnet.
Gjentakende feil	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.
Fellesfeil	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.
Primærfeil	Feil som innleder en driftsforstyrrelse.	En driftsforstyrrelse kan ha flere primærfeil, for eksempel ved fellesfeil eller doble jordslutninger.
Systemfeil	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 separatnett 2) effektpendlinger 3) høy eller lav spenning i nettdeler omtales som systemfeil.
Feilårsak	Forhold knyttet til konstruksjon, produksjon, installasjon, bruk eller vedlikehold som har ført til feil på enhet.	<p>Feilårsak klassifiseres i utløsende -, bakenforliggende- og medvirkende årsak.</p> <p>Feilårsak knyttes til én feil. Alle feil har en utløsende årsak. Noen feil har også medvirkende eller bakenforliggende årsaker.</p> <p>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.</p>
Utløsende årsak	Hendelse eller omstendigheter som fører til svikt på en enhet.	Se kommentar til definisjon «feilårsak».
Bakenforliggende årsak	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».
Medvirkende årsak	Hendelse eller omstendigheter som opptrer i kombinasjon med utløsende årsak, hvor begge årsakene bidrar til svikt på en enhet.	Se kommentar til definisjon «feilårsak».
Reparasjonstid	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
Avbrudd	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"> • Langvarige avbrudd (>3 min) • Kortvarige avbrudd (≤3 min)
Ikke varslet avbrudd	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.
Varslet avbrudd	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>
Avbruddsvarighet	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.
Lengste avbruddsvarighet	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.
Total avbruddsvarighet	Tid fra første sluttbruker mister forsyning innenfor en driftsforstyrrelse eller planlagt utkobling til siste sluttbruker igjen har spenning over 90% av kontraktsmessig avtalt spenning.	
Ikke levert energi (ILE)	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
Sluttbruker	Kjøper av elektrisk energi som ikke selger denne videre.	
Leveringspunkt	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.
Kraftsystemenhet	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.
Anlegg	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.
Anleggsdel	Utstyr som utfører en hovedfunksjon i et anlegg.	
Komponent	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.

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 at kun anlegg i drift er inkludert. For 2015 er tallene basert på innmeldte data på Fosweb og regionale kraftsystemutredninger.

År	Systemspenning	Kraftledning [km]	Kabel [km]	Krafttransformator	Effektbryter
2002	33-110 kV	11 595	1 031	1 663	3 328
	132 kV	10 111	183	691	1 974
	220-300 kV	5 825	67	270	687
	420 kV	2 273	25	61	236
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