




Reparasjonsberedskap i lokalt distribusjonsnett

Prosjektrapport med anbefalte tiltak for god reparasjonsberedskap

REN-prosjekt med bransjedeltagelse 

Mars 2023

Prosjektrapport

Reparasjonsberedskap i lokalt distribusjonsnett

Utgitt av: REN AS

Redaktør: Helge Ulsberg, Rådgivning innen kraftforsyningsberedskap

Prosjektgruppe Vidar Dale – Tensio TN AS, Gunnar Berge – BKK AS,
Kristian Vassbotten – Linja AS, Håkon Bø – Vonett AS, Martin Lutnæs – Elvia AS,
Ivar Vikan – S-Nett AS, Stein B. Isaksen – NettiNord AS, Magnus Johansson –
REN AS.

Forsidefoto: ©REN AS

Sammenheng: Denne rapporten drøfter kriterier for god reparasjonsberedskap i lokalt distribusjonsnett med utgangspunkt i forskrift om sikkerhet og beredskap i kraftforsyningen (kraftberedskapsforskriften) §§ 4-1. *Reparasjonsberedskap* og 4-3. *Drift i ekstraordinære situasjoner og gjenoppretting av funksjon* og i forskrift om leveringskvalitet i kraftnettet § 2-1. *Utbedring*.

Emneord: Reparasjonsberedskap, materielloversikter, kritiske ressurser, lager, samarbeidsordninger, planer for gjenoppretting av funksjon, distribusjonsnett

Rapporten er tilgjengelig på www.ren.no

Mars 2023

Innhold

Forord	6
Sammendrag	7
1 Innledning	14
1.1 FASIT-rapportering	15
2 Prosjekt og mandat.....	16
2.1 Mandat	16
2.2 Deltagere i prosjektet	16
3 Overordnede vurderinger	17
3.1 Inntektsrammer og effektivitetsmåling	17
3.2 KILE-kostnader	17
3.3 Organisering.....	18
3.4 Geografi.....	18
3.5 Risikovurderinger	18
3.6 Beredskapsmateriell	19
3.7 Teknisk svikt.....	19
3.8 Uten ugrunnet opphold – begrepsutvikling.....	20
4 Forslag til tiltak for god reparasjonsberedskap	20
4.1 Bakgrunn	20
4.2 Prosjektgruppens forslag til anbefaling.....	21
4.3 Forslag til tiltak	22
5 Materielloversikter	22
5.1 REN Beredskap	22
5.1.1 Bakgrunnen for REN Beredskap	22
5.1.2 Mål for REN Beredskap	23
5.1.3 Bransjens deltagelse i REN Beredskap	24
5.1.4 Vurdering.....	24
5.1.5 Forslag til tiltak	24
5.2 Aggregater.....	25
5.2.1 Vurdering.....	25
5.2.2 Forslag til tiltak	25
5.3 Beredskapsmaster	25
5.3.1 Vurdering.....	26
5.3.2 Forslag til tiltak	26
5.4 Sjøkabler	26
5.4.1 Vurderinger	26
5.4.2 Forslag til tiltak	27
5.5 Jordkabler.....	27
5.5.1 Vurderinger	27
5.5.2 Forslag til tiltak	28
5.6 Transformatorer	28
5.6.1 Reparasjonskapasitet	28
5.6.1.1 Verksteder og fabrikker.....	29
5.6.1.2 Økodesignkrav	29

5.6.2	Vurdering.....	30
5.6.3	Forslag til tiltak	30
5.7	GIS-anlegg	30
5.7.1	Vurdering.....	31
5.7.2	Forslag til tiltak	31
5.8	Jordslutningsspoler (Petersenspoler)	31
5.8.1	Vurdering.....	32
5.8.2	Forslag til tiltak	32
6	Oversikt over øvrige nødvendige ressurser.....	32
6.1	Driftskontrollsystemer og driftssentraler	32
6.2	Driftssentral	32
6.2.1	Vurdering.....	33
6.2.2	Forslag til tiltak	33
6.3	Driftskontrollsystem.....	33
6.3.1	Vurdering.....	33
6.3.2	Forslag til tiltak	34
6.4	Samband	34
6.4.1	Vurdering.....	34
6.4.2	Forslag til tiltak	34
6.5	Relévern	34
6.5.1	Vurdering.....	35
6.5.2	Forslag til tiltak	35
6.6	Transport	35
6.6.1	Vurdering.....	35
6.6.2	Forslag til tiltak	35
6.7	Entreprenører	35
6.7.1	Vurdering.....	36
6.7.2	Forslag til tiltak	36
6.8	Kompetanse og personell	36
6.8.1	Vurdering.....	37
6.8.2	Forslag til tiltak	37
6.9	Eksterne leverandører	37
6.9.1	Vurdering.....	38
6.9.2	Forslag til tiltak	38
7	Lagring av beredskapsmaterieill	38
7.1	Vurdering	39
7.2	Forslag til tiltak	39
8	Samarbeidsordninger og varsling	39
8.1	Samarbeidsordninger.....	39
8.1.1	Vurdering.....	40
8.1.2	Forslag til tiltak	40
8.2	Varsling	40
8.2.1	Vurdering.....	40
8.2.2	Forslag til tiltak	41
8.3	Øvelser	41
8.3.1	Vurdering.....	41
8.3.2	Forslag til tiltak	41

9	Moderne metoder	42
9.1	Droner.....	42
9.1.1	Vurdering.....	42
9.1.2	Forslag til tiltak	42
9.2	Lokalisering av kabelfeil.....	42
9.2.1	Vurdering.....	43
9.2.2	Forslag til tiltak	43
9.3	Moduler i nettstasjoner.....	43
9.3.1	Vurdering.....	43
9.3.2	Forslag til tiltak	43
9.4	Digitale stasjoner og moderne vern	43
9.4.1	Vurdering.....	44
9.4.2	Forslag til tiltak	44
9.5	AUS ved feilretting	44
9.5.1	Vurdering.....	44
9.5.2	Forslag til tiltak	44
10	Planer og analyser for ekstraordinære hendelser med behov for feilretting i distribusjonsnettet	44
10.1.1	Vurdering.....	45
10.1.2	Forslag til tiltak	45
10.2	Arbeid i ekstraordinære situasjoner	46
10.2.1	Storm og uvær.....	46
10.2.2	Verneområder	46
10.2.3	Vurdering.....	46
10.2.4	Forslag til tiltak	46
10.3	Nettutvikling.....	47
10.3.1	Vurdering.....	47
10.3.2	Forslag til tiltak	47
11	Inntektsrammereguleringen.....	47
11.1	Vurdering.....	48
11.2	Forslag til tiltak	48
	Vedlegg	49
	Vedlegg 1 Mandat	49
	Vedlegg 2 Aktuelle forutsetninger	52
	Vedlegg 3 Ordforklaringer og forkortelser.....	54
	Vedlegg 4 Tiltak for god reparasjonsberedskap	55

Forord

Sikker kraftforsyning har avgjørende betydning for et moderne samfunn. Næringsliv, offentlig administrasjon, tjenesteproduksjon og husholdninger rammes hardt av stans i kraftforsyningen. Norge har et vel utbygd kraftforsyningssystem med kraftstasjoner og overføringsnett spredt over hele landet. Etter hvert som anleggene utnyttes hardere og blir eldre, må vedlikehold og reparasjonsberedskap intensiveres. Hva er samfunnets forventninger til god reparasjonsberedskap? Hvor lang tid skal det ta å gjenopprette strømforsyningen etter en feilhendelse? Hvilket beredskapsnivå er akseptabelt?

Norge er som resten av verden inne i det grønne skiftet og overgang til en kraftig elektrifisering. Dette stiller sterkere krav til både nettkapasitet og raske reparasjoner ved strømbrudd.

Det lokale distribusjonsnettet står for 40 % av nettkapitalen i Norge og så godt som alle nettkunder får sin forsyning herfra. Samtidig vet vi at 95 % av alle avbrudd i nettet i 2021 skjedde i dette nettet.

For å belyse disse forholdene nedsatte REN våren 2022 et prosjekt med bransjedeltagelse. I prosjektrapporten er det laget forslag til kriterier for god reparasjonsberedskap. Elforsyningsbransjen gir tydelige føringer for de forventninger samfunnet med rimelighet kan ha til kraftforsyningen i feiltilfeller. Denne rapporten gir uttrykk for prosjektgruppens samlede vurderinger, og er ikke nødvendigvis et uttrykk for synet til de virksomhetene som har hatt deltagere i prosjektgruppen.

Viktige resultater av arbeidet videreføres i relevante RENblader.

Prosjektgruppens mange anbefalinger og forslag er forankret hos RENs Beredskapsråd som har tjent som styringsgruppe.

Stor takk til prosjektdeltagerne for engasjement og mange konstruktive forslag!

Oslo, mars 2023

Helge Ulsberg
prosjektleder



Sammendrag

Utfall i distribusjonsnettet medfører negative konsekvenser for nettkundene det rammer. Konsekvensene kan for enkelte være store, og konsekvensene øker med avbruddets lengde. I forskrift om sikkerhet og beredskap i kraftforsyningen (kraftberedskapsforskriften) § 4-1 stilles det krav til reparasjonsberedskap. Dette innebærer at virksomhetene skal ha tilgang til kompetente personer og reserve- og beredskapsmateriell for raskest mulig å kunne gjenopprette strømforsyningen ved utfall.

Ingen virksomheter har ressurser til å kunne håndtere de mest omfattende utfallene alene. Samarbeid og gode beredskapsavtaler er derfor av stor betydning. Nettvirksomhetenes samarbeid i REN og REN Beredskap er opprettet for dette formålet, og fungerer godt for de som er med i ordningen. Ved behov for reservemateriell utover det man besitter selv, får man raskt oversikt over materiell som finnes, hvor mye som er tilgjengelig og hvor det er lagret. Det er listet opp distribusjonsmateriell, men det kunne vært mer. Tradisjonelt har den enkelte virksomhet hatt et plukkklager av dette eller avtale med en grossist.

I rapporten pekes det særlig på hvor viktig det er at virksomhetene kartlegger og anskaffer nødvendig materiell og ikke minst kompetanse som skal inngå i reparasjonsberedskapen.

Det aller viktigste er imidlertid at virksomhetene bygger inn redundans i forsyningsområdet og har et tilstrekkelig overvåkings- og vedlikeholdsprogram for nettet slik som det står i forskrift om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi m.m. (energilovforskriften) § 3-5 om plikter ved konsesjon for elektriske anlegg. Gode tilstandsvurderinger og systematisk vedlikehold bidrar til å redusere antall avbrudd. Proaktive tiltak som korrekt montasje og dimensjonering bidrar til å redusere risikoen for utfall på grunn av aldring og påkjenninger som kan føre til havari.

I kraftberedskapsforskriften og leveringskvalitetsforskriften er det gitt krav til gjenopprettingstider. Tidskravet er ikke eksakt, men beskrevet som *uten ugrunnet opphold*. I veiledningen til leveringskvalitetsforskriften er dette beskrevet slik: «Kravet til gjenoppretting uten ugrunnet opphold innebærer at den som er ansvarlig for utbedringen, ikke har anledning å utsette eller nedprioritere oppgaven uten at det foreligger en begrunnelse som kan forsvare dette. Økonomiske insentiver er ikke god nok begrunnelse i denne sammenhengen.»

Dette prosjektet har forsøkt å angi tidsforventningene nærmere. Prosjektet har også angitt hva slags kompetanse og materiell virksomhetene som et minimum må ha tilgjengelig for å ha mulighet til å gjenopprette forsyningen innenfor de forventede gjenopprettingstidene.

Alle komponenter, utstyr, kompetanse og personell som er drøftet i rapporten, ansees som viktige ressurser nettvirksomhetene må ha dersom man skal oppfylle krav og forventninger til god reparasjonsevne ved utfall.

Prosjektgruppen har utarbeidet forslag til tiltak innenfor alle områder som er behandlet. I det følgende er disse behandlet. Punktene nedenfor er tiltak prosjektgruppen vil anbefale.

Prosjektrapporten inneholder i alt 73 forslag til forbedring av reparasjonsberedskapen.

1. Prosjektgruppens forslag til tiltak for god reparasjonsberedskap (kap. 4)
 - a. Anbefalingene for reparasjonsberedskap bør danne grunnlag for nye eller endrete RENblader.

2. REN Beredskap (kap. 5.1)
 - a. REN fortsetter og intensiverer arbeidet med å få deltagerne i REN Beredskap til å legge mer materiell for distribusjonsnettet inn i databasen og holde dataene oppdatert.
 - b. Beredskapsrådet bør vurdere en API-løsning for automatisk oppdatering.
 - c. Arbeidet med å øke antallet og få flere med i beredskapsordningene, bør gjøres både ved forsterket innsats fra REN, men også ved at de som allerede er med, tar dette opp med sine kolleger i andre virksomheter.
 - d. NVE bør ved sine tilsyn etterspørre deltagelse i beredskapsordninger og om virksomhetene har oversikt over sitt beredskaps- og reservemateriell.
3. Aggregater (kap. 5.2)
 - a. Nettvirksomhetene bør undersøke hvor i nettet utfall av en nettstasjon eller lavspentavgang kan dekkes med nødaggregat, og eventuelt anskaffe aggregater.
 - b. Virksomhetene bør gjennomgå sine beredskapsplaner for aggregatdrift og avtale sikker tilgang til diesel.
 - c. Virksomhetene bør inngå transportavtale for frakt av store aggregater med båt eller ferje.
 - d. Virksomhetene bør gjennomgå mulighetene for å plassere aggregater der det kan være behov for det, og eventuelt tilpasse oppstillingsplassene.
4. Beredskapsmaster (kap. 5.3)
 - a. Alle eiere av luftledninger bør anskaffe komplette sett av beredskapsmaster og øvrig materiell for minst det minimumsbehovet eieren selv anslår.
 - b. Montasje av master, enten i egen regi eller som et samarbeid mellom flere eiere, bør inngå i beredskapsøvelser. Øvelsene kan blant annet teste logistikken rundt det å fremskaffe, frakte og sette opp master på kort varsel under ugunstige forhold.
5. Sjøkabler (kap. 5.4)
 - a. Alle eiere av sjøkabelanlegg bør anskaffe reservelengder for innskjøting ved skader. I tillegg bør eierne ha minst ett komplett trefasesett av alle aktuelle skjøte- og endemuffer.
 - b. Sjøkabeleiere som har kritiske sjøkabler uten redundante forsyningsveier, bør inngå beredskapsavtale om kabelskip og kabelmontører. I tillegg bør alle eiere av sjøkabelanlegg sikre at reparasjonstidene ved feil og skader er på et minimum ved for eksempel å delta i REN Sjøkabelberedskap, slik at kabelens funksjon kan gjenopprettes uten unødig tap av tid.
 - c. Sjøkabeleiere bør utarbeide en oversikt over hvor det kan være aktuelt med aggregatdrift og størrelsen på aggregatet som skal brukes.
6. Jordkabler (kap. 5.5)
 - a. Alle eiere av jordkabelanlegg bør ha tilstrekkelige lengder med reservekabel for alle aktuelle spenninger og lengder. Alternativet er å inngå beredskapsavtaler som sikrer tilgang på kabel og kompetanse for skjøting.

- b. Eiere av jordkabelanlegg bør selv eller i samarbeid med andre anskaffe reservekomponenter som skjøter og endeavslutninger i tilstrekkelig antall; minst ett trefasesett av hver, og et antall reservelengder for innskjøting.
- c. Eierne bør utrede behovet for samarbeid om lagring av jordkabel for aktuelle lengder i rør og kulverter, eventuelt i regi av REN Beredskap. Muligheter for standardisering vil naturlig inngå i de vurderingene som må gjøres.

7. Transformatorer (kap. 5.6)

- a. Eiere av fordelingstransformatorer bør ha tilgang til grunnleggende transformatorkompetanse.
- b. Eierne bør sikre at nødvendig dokumentasjon og tegninger er tilgjengelig.
- c. Eierne bør gjøre en kartlegging av transformatorer som står i reserve om de er kjøpt etter 11. juni 2014, og om de oppfyller kravene i økodesignforordningen.
- d. Eierne bør inngå avtaler om reparasjonsberedskap.
- e. Alle eiere av nettstasjoner bør gjøre en vurdering av den forsyningsmessige konsekvensen ved havari for å finne behovet for reservetransformatorer, og anskaffe slike.
- f. Gjennom REN Beredskap bør det iverksettes en utredning for å finne behovet for et felles lagerhold av spesielle fordelingstransformatorer.
- g. Nettvirksomhetene bør gjøre en analyse av hvor feil oppstår og hyppighet for å se hvor det er nødvendig å gjøre tiltak for å redusere feilhyppigheten.
- h. Når leveringstidene for nye transformatorer øker, bør eierne vurdere behovet for å anskaffe flere reservetransformatorer.

8. GIS-anlegg (kap. 5.7)

- a. Eiere av gassisolerte koblingsanlegg bør gjøre en analyse av konsekvensene for forsynings sikkerheten ved feil i anlegget. Analysen må peke på mulige tiltak og beredskapsplaner.
- b. Eierne bør forberede provisoriske tiltak for å opprettholde forsyningen ved feil i anlegget. Slike tiltak må være klar til bruk, utprøvd og øvet.
- c. Eierne bør inngå beredskapsavtaler for reparasjon eller erstatning av anlegget.

9. Jordslutningsspoler (Petersenspoler) (kap. 5.8)

- a. Nettvirksomhetene bør ha tilgang til reservespoler.
- b. Virksomhetene må ha kompetanse for nødvendige omkoblinger og innstilling av vern.
- c. Netteiere med spolejordede system bør på lik linje med andre system, teste for å verifisere at vern detekterer feil og kobler ut riktig avgang. Det anbefales at systemene testes skarpt med motstand i «feilen». Tester bør tas med 5-10 års regelmessighet og ved bytte av linjevern.
- d. Testene bør danne grunnlag for å kartlegge behovet for utplasserte spoler, se RENblad 7505.

- e. Det anbefales at ved modernisering av vern, blir det anskaffet vern som kan koble ut intermitterende jordfeil og aktivere reserveutkobling på samleskinnen.

10. Driftssentral (kap. 6.2)

- a. Nettvirksomhetene bør vurdere å overvåke og styre distribusjonsnettets fra en driftssentral.
- b. Virksomhetene bør vurdere om driftssentralen bør være døgnbemannet.
- c. Virksomhetene bør sette av tilstrekkelig med møterom og kontorplasser i rom tilstøtende driftssentralen for å ha en effektiv kriseledelse. Det bør skilles på strategisk og operativ ledelse.
- d. Virksomhetene bør utrede bruk av alternative muligheter som elektronisk kommunikasjon.
- e. Sentrale punkt i D-nettet bør kunne fjernstyres.

11. Driftskontrollsystem (kap. 6.3)

- a. Alle eiere av driftskontrollsystemer bør ha tilgang til reservekomponenter. Dette omfatter blant annet minst én komplett arbeidsstasjon og andre viktige komponenter i prosessanlegget og i sambandsveiene til anleggene.
- b. Virksomhetene bør inngå avtale om reparasjonsberedskap for prosessanlegget, sambandsinstallasjoner, lokalkontrollanlegg og innstilling av relévern når virksomheten selv ikke har denne kompetansen.
- c. Netteierne bør sikre seg at de har tilgang til det personellet som kjenner nettet og kan koble ute i anleggene.

12. Samband (kap. 6.4)

- a. Alle eiere av sambandsanlegg bør ha grunnleggende kompetanse om anleggene slik at de kan gjøre faglige vurderinger ved feil, foreta enkle reparasjoner og utskiftninger, og tilkalle mer kompetent hjelp ved behov.
- b. Eierne bør inngå reparasjonsberedskapsavtaler for sambandsanleggene og med tilbydere av sambandstjenester hvis kompetansen ikke finnes i egen virksomhet.

13. Relévern (kap. 6.5)

- a. Alle nettvirksomheter bør gjennomgå den kompetansen som behøves for relébeskyttelse i distribusjonsnettets, og ser dette i forhold til kompetansen til eget personell. Ved mangel på relévernkompetanse bør det foretas ansettelser, inngås avtaler med andre som har denne kompetansen eller kjøpes beredskap for dette fagområdet.

14. Transport (kap. 6.6)

- a. Nettvirksomheter i tilgrensende områder bør vurdere å inngå felles beredskapsavtaler om tilgang til båt- og helikoptertransport i utfordrende vær-situasjoner.

15. Entreprenører (kap. 6.7)

- a. Nærliggende nettvirksomheter bør samarbeide med KDS om å prioritere rekkefølgen på gjenoppbygging og ta i bruk kompetanse og ressurser fra mange virksomheter.

16. Kompetanse og personell (kap. 6.8)

- a. Virksomhetene bør ha oppdaterte oversikter over den kompetanse og det personell som trengs ved omfattende hendelser som krever gjenoppretting av funksjon. Dette bør beskrives i risikovurderingen for virksomheten.
- b. Virksomhetene bør ha beredskapsavtale med en skogsentreprenør som har mannskap som kan stille opp på kort varsel.
- c. Eierne av luftledninger bør gjøre seg kjent med RENbladene 8640 *Planlegging og forvaltning av linjerydding* og 2024 *Retningslinjer for utførelse linjerydding*.

17. Eksterne leverandører (kap. 6.9)

- a. Ved inngåelse av beredskapsavtaler bør det alltid angis maksimal responstid, hvilket materiell som skal være tilgjengelig og øvrige ressurser, samt garanterte muligheter for oppskalering.
- b. KDS for alle enheter i KBO innen sitt distrikt bør gjøre en vurdering av alle inngåtte beredskapsavtaler, og kontrollere at avtalene sett i sammenheng virker realistiske i en ekstraordinær situasjon.

18. Lagring av beredskapsmateriell (kap. 7)

- a. Eierne av distribusjonsnett bør i samarbeid med REN Beredskap utarbeide oversikter over lagerstatus og orienterer KDS-ene om resultatet.
- b. Eierne bør gjøre en vurdering av tilstanden til materiell og lagerbygninger. Defekt materiell må repareres eller byttes ut, og lagerbygg må sikres slik at materialet ligger trygt.

19. Samarbeidsordninger (kap. 8.1)

- a. Alle nettvirksomheter bør delta i en samarbeidsordning som kan styrke reparasjonsberedskapen.

20. Varsling (kap. 8.2)

- a. Alle eiere i distribusjonsnettet bør gjennomgå rutinene for varsling av publikum og berørte enheter i KBO. Rutinene bør testes jevnlig og oppdateres fortløpende.
- b. Når strømstans rammer sluttbrukere, må det være utarbeidet rutiner for varsling som inkluderer berørte myndigheter, publikum og media.
- c. Rutinene bør tydelig beskrive når det skal varsles, hvem som varsles, hvor raskt det skal varsles, og hvem som er ansvarlig for å varsle.

21. Øvelser (kap. 8.3)

- a. Alle virksomheter bør gjennomføre øvelser i reparasjonsberedskap. Øvelsene må tilpasses de stedlige forhold og være relevante for det enkelte virksomhet. Ulike former for øvelser anbefales fra skrivebordsøvelser til fullskala.

- b. Program for øvelser bør oversendes KDS for orientering, og der hvor det er aktuelt, som innspill til samvirkeøvelser.
22. Droner (kap. 9.1)
- a. Alle nettvirksomheter med luftnett bør vurdere å anskaffe droner for feillokalisering eller inngå en avtale med en droneoperatør.
 - b. Virksomhetene bør orientere lokalt politi om at de kommer til å bruke droner for overvåking, inspeksjoner og feillokalisering. Behovet for systematisk varsling til politiet må avklares.
23. Lokalisering av kabelfeil (kap. 9.2)
- a. Alle nettvirksomheter som ikke har kompetanse om lokalisering av kabelfeil, bør inngå en avtale som sikrer slik kompetanse.
24. Moduler i nettstasjoner (kap. 9.3)
- a. Eiere av nettstasjoner bør anskaffe og forberede moduler for utskifting i stasjonene for å forkorte reparasjonstiden.
25. Digitale stasjoner og moderne vern (kap. 9.4)
- a. REN bør fortsette med kompetanseoverføring via reléverngruppen.
26. AUS ved feilretting (kap. 9.5)
- a. Nettvirksomhetene bør utdanne egne montører i AUS og anskaffe utstyr for dette.
27. Planer og analyser for ekstraordinære hendelser med behov for feilretting i distribusjonsnettet (kap. 10)
- a. Alle eiere av distribusjonsnett bør sørge for å ha gode analyser av feil, bruke analysene til å forbedre nettet og unngå fremtidige feil, og til å oppdatere beredskapsplanene.
28. Arbeid i ekstraordinære situasjoner (kap. 10.2)
- a. Nettvirksomhetene bør utarbeide rutiner for sikkert arbeid i uvær og ved trefelling. Rutinene bør beskrive forhold der mannskapet må avvete situasjonen til det blir trygt å arbeide. Rutinene bør inneholde konkrete eksempler på sikker jobbanalyse for noen utvalgte forhold.
 - b. Virksomhetene bør ha beredskapsavtale med firma for fjerning av trær som har lagt seg på ledninger.
 - c. Eiere av luftledninger bør kartlegge hvilke verneområder de har ledninger i, ta kontakt med Statsforvalteren og søke om en generell beredskapsdispensasjon for årene fremover for feilretting.
29. Nettutvikling (kap. 10.3)
- a. Økt utnyttelse av nettets kapasitet er ønsket, og det beste tiltaket er å følge med på utviklingen i eget nett og forsterke nettet før marginene blir for små.
 - b. Når det gjelder plusskunder, er det antagelig ikke enkelt å ha full oversikt over hvor i nettet disse er. Det betyr at når usikkerheten er stor, må netteieren gå ut fra at det ikke vil være effektbidrag i lavspenningsnettet i en anstrengt situasjon. Under

feilretting må netteiere alltid gå ut fra at det kan vær innmating lavspent og gjøre nødvendige tiltak for å arbeide trygt.

30. Inntektsrammereguleringen (kap. 11)

- a. Bransjeorganisasjonene bør i fellesskap kontakte RME for et møte om effektivitetskravet og beredskapsmateriell.
- b. Nettvirksomhetene bør aktivt bruke særordningen i inntektsrammereguleringen for anskaffelse av beredskapsmateriell.

Av de 73 forslagene, retter 65 seg mot nettvirksomhetene, 1 rettes mot bransjeorganisasjonene, 5 mot REN, 1 mot KDS og 1 mot NVE.

1 Innledning

Nettet i Norge er delt i to nivåer; transmisjonsnett og distribusjonsnett. Distribusjonsnett er igjen delt i regionalt distribusjonsnett og lokalt distribusjonsnett. Det lokale distribusjonsnettet består både av høyspenningsnett og lavspenningsnett. I denne rapporten brukes begrepene *transmisjonsnett*, *regionalnett*, *distribusjonsnett* og *lavspenningsnett*, samt T-nett, R-nett og D-nett. Disse betegnelse er sammenfallende med de begrepene som tradisjonelt brukes. Nettbegrepet er knyttet til det ansvaret netteiere med inntektsramme har. I rapporten vurderes ikke reparasjonsberedskap for nettkundenes egne anlegg.

Omfattende feil i distribusjonsnettet forekommer regelmessig og oftest i forbindelse med høst- og vinterstormer. En annen stor feilårsak er lynoverspenninger. Dette har store konsekvenser for kundene i området som rammes. Konsekvensene er strømløshet for et stort antall innbyggere, industri og næringsvirksomhet, offentlig administrasjon og kommunikasjon. For enkelte sluttbrukere kan varigheten være flere døgn. Det kan ta lang tid å reparere nettet og oppnå full drift igjen. I distribusjonsnettet er det ikke alltid alternative forsyningsmuligheter slik at reparasjon eller aggregatdrift er eneste mulighet. Med omkoblingsmuligheter i nettet eller lokal kraftproduksjon, kan feilene håndteres uten strømstans, eller bare med kortvarige avbrudd.

Omfattende feil er som regel meget kostbare og det kan ta lang tid å gjenopprette full funksjonalitet. Dette påfører netteiere og samfunnet ellers betydelige kostnader. KILE-kostnaden for én times strømstans i et område med 1 000 nettkunder kan om vinteren variere fra 10 000 til 300 000 kr. Eksempler på ytterpunkter for timekostnader kan være en radial med få husholdnings- og landbrukskunder, eller industri med høyspenningstilførsel eller omfattende næringsvirksomhet som kjøpesentre. Kostnaden for et avbrudd utgjøres ikke bare av KILE-kostnadene. I tillegg kommer kostnader forbundet med feilretting, permanente reparasjoner, eventuell aggregatdrift og USLA¹. Et gjennomsnittstall basert på innrapporterte feil og avbrudd er ~1,5 ganger avbruddskostnaden. Dag i uken og tid på døgnet bestemmer KILE, men påvirker i liten grad de øvrige kostnadene.

Distribusjonsnettet er utsatt for mange feil i forbindelse med tordenvær, teknisk svikt, graveskader, trepåfall og annet. Avbruddene behøver ikke være så langvarige, men fordi de er så hyppige, fører de til praktiske problemer og stor irritasjon for nettkundene.

Nettvirksomhetene utarbeider kraftsystemutredninger for å oppnå koordinert planlegging. Disse skal bidra til en samfunnsmessig rasjonell utvikling av energisystemet. Kraftsystemutredningen skal beskrive dagens kraftnett, framtidige overføringsforhold, samt forventede tiltak og investeringer. Den skal gi områdevis beskrivelse av kritiske feilsituasjoner med fokus på mulige langvarige utfall og avbrudd. Det er naturlig å bruke utredningen både for å forsterke nettet og for å vurdere hvilken reparasjonsberedskap det må legges opp til før nettutbyggingen skjer. Det er imidlertid slik at D-nettet omtales i liten grad i utredningene.

Distribusjonsnettet² i Norge er bygget for spenningsnivåer fra 0,2 kV til 24 kV. Lavspenningsnettet opp til 1 kV utgjorde $\frac{2}{3}$ i 2020. Distribusjonsnettet var mer enn 322 000 km i 2020. Det regionale var 19 000 km og transmisjonsnettet 13 000 km. Antall nettstasjoner i 2020 var fler enn 134 000. (Alle tall er avrundet.)

¹ Utbetaling ved svært langvarige avbrudd (USLA) Nettkunder som opplever strømbrudd som varer i 12 timer eller mer har krav på utbetaling fra nettselskapet sitt.

² Data for 2020 er hentet fra RME: <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/publikasjoner-og-data/data-og-nokkeltall/nokkeltall-for-nettselskapene/>

Som vi ser, utgjør det lokale distribusjonsnett den dominerende delen av alt nett i Norge. Majoriteten av feil som fører til avbrudd, skjer her. Det skyldes både det store antall kilometer luftledninger som har et lavt isolasjonsnivå, at ledningene har lav høyde i forhold til skog og er utsatt for trepåfall, og begrenset mekanisk styrke som gjør det sårbart for is og snø.

I 2020 var de totale KILE-kostnader i overkant av 1 mrd. kroner. Mer enn 750 mill. skyldtes avbrudd i distribusjonsnett.

Bokført verdi ved utgangen av 2020 var omtrent 57 mrd. i distribusjonsnett, 26 mrd. i regionalnett og 61 mrd. i transmisjonsnett.

Mengden av nettanlegg og bokførte verdier tilsier at distribusjonsnett må vies stor oppmerksomhet. Den store andelen KILE-kostnader understreker dette.

I distribusjonsnett (høyspenning) er det stor variasjon i redundans og omkoblingsmuligheter. På lavspenningsnivå i distribusjonsnett er det vesentlig mindre redundans og omkoblingsmuligheter. Man må derfor regne med at feil i distribusjonsnett fører til at sluttbrukere blir strømløse, og at det å gjenopprette forsyningen kan ta tid. Dette blir spesielt utslagsgivende ved omfattende skader i distribusjonsnett, og det er behov for store mannskapsstyrker for utbedring.

Komponenter og utstyr som brukes i nettet, er som regel enkelt tilgjengelig, ofte standardisert og lett å transportere. Det kan derfor ofte gå raskt å reparere feil. På den annen side skyldes de hyppigst forekommende strømbrudd feil i distribusjonsnett, og ved uvær med sterk vind, snøfall og ising går det verst ut over distribusjonsnett. Det er derfor viktig med god reparasjonsberedskap.

1.1 FASIT-rapportering

Alle konsesjonærer er pålagt å registreres informasjon i FASIT³ for å fremskaffe informasjon om leveringspålitelighet. Det som skal registreres, er driftsforstyrrelser (automatisk utkobling, påtvungen utkobling og utilsiktet utkobling) og planlagte utkoblinger som har medført avbrudd (både planlagt varslet utkobling og planlagt ikke varslet utkobling).

I 2021 var leveringspåliteligheten 99,987 %⁴. Det vil si at 0,013 % av den elektriske energien ikke nådde frem til sluttbruker på grunn av feil eller utkoblinger.

I snitt opplevde hver strømkunde 1,65 strømbrudd med varighet over 3 minutter. Den gjennomsnittlige strømkunden var uten forsyning 2 timer og 9 minutter. 46 prosent av strømkundene opplevde ingen lange avbrudd i 2021.

Ser vi på gjennomsnittstall for årene 2017-2021, er antall feil i høyspenningsnett 11 300. Av dette er 92 % (10 500) i lokalt distribusjonsnett, 6 % (700) i regionalt distribusjonsnett og 2 % (200) i transmisjonsnett. Den hyppigst forekommende årsaken er «omgivelser» med over 6 300 feil. I lokalt distribusjonsnett er de dominerende årsakene trefall, trefelling og vegetasjon med 1 800 feil, lyn og overspenning 1 500, fugl og dyr 1 200 og vind 1 000. Kategoriene annen ekstern og ingen kjent årsak utgjør 3 500. Statistikken er ikke god nok til å si noe om antall feil i lavspennings distribusjonsnett på grunn av underrapportering, men det må antas at tallet er på linje med tallet for høyspennings distribusjonsnett. FASIT-tall fra prosjektdeltagerne er

³ <https://www.statnett.no/for-aktorer-i-kraftbransjen/systemansvaret/leveringskvalitet/fasit/>

⁴ <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/publikasjoner-og-data/statistikk/avbruddsstatistikk/avbruddsstatistikk-2021/>

sammenlignet og mye tyder på at antall feil i lavspenningsnettet kan utgjøre rundt 45 % av antall feil i høyspennings D-nett. Antall feil i lavspenningsnettet er også her underrapportert.

Hvis vi antar at det er 9 000 feil i lavspenningsnettet, forandrer fordelingen av feil seg til 44 % i lavspenningsnettet, 51 % i høyspennings D-nett, 3 % i R-nettet og 1 % i T-nettet.

Det er derfor gode grunner til å beskrive reparasjonsberedskapen i de delene av nettet som har flest avbrudd. Distribusjonsnettet utmerker seg med desidert flest feil.

Reparasjonsberedskapen for transmisjonsnettet og regionalnettet ble vurdert i 2009, og i dette prosjektet vurderes distribusjonsnettet.

2 Prosjekt og mandat

2.1 Mandat⁵

Prosjektet Reparasjonsberedskap i distribusjonsnettet skal gjennomføre en utredning om reparasjonsberedskap i lokalt distribusjonsnett, høy- og lavspenning, med hovedvekt på viktig reserve- og beredskapsmateriell med tilhørende utstyr i kraftforsyningen. Resultater og anbefalinger skal oppsummeres i en prosjektrapport.

Leveringspålitelighet i distribusjonsnettet blir stadig viktigere. Fokus har vært på de høyeste nettnivåene, men kundeperspektivet må også tas med. Når strømmen går, spiller det liten rolle for kunden hvor i nettet feilen er, med tanke på innmating av småkraftproduksjon og som reserve for feil i overliggende nett. Prosjektmålet er å avdekke mulige utfordringer med materielltilgang og å finne fornuftige responstider.

Prosjektet skal vurdere systemer for varsling av feil og avbrudd, utrykningstid, ressurser i form av kompetanse og materiell, reparasjonstid og tid til forsyningen er gjenopprettet.

Prosjektets anbefalinger skal bidra til å oppfylle kravene i kraftberedskapsforskriften⁶ og leveringskvalitetsforskriften⁷, og til å danne grunnlaget for å utarbeide RENblad om temaet.

2.2 Deltagere i prosjektet

Beredskapsrådet i REN har vært styringsgruppe med representantene Arnstein Melle – Arva, Kjartan Åsheim – Lnett, Ole Inge Rismoen – Elvia, Gunnar Berge – BKK, Johan G. Hernes – Tensio TN, Knut Skjenneberg – Statnett, Marek Eriksen – Elmea, Hege Sveaas Fadum – NVE, Stig Fretheim – REN og Magnus Johansson – REN.

Det anbefales at prosjektet har deltagere fra nettvirksomheter som kan representere bredden i norsk kraftforsyning – størrelse – økonomi – antall kunder – antall nettstasjoner – luftnett – kablet nett – 230V – 400V.

Prosjektdeltagere har vært Vidar Dale – Tensio TN, Gunnar Berge – BKK, Kristian Vassbotten – Linja, Håkon Bø – Vonett, Martin Lutnæs – Elvia, Ivar Vikan – S-nett, Stein B. Isaksen –

⁵ Se vedlegg 1.

⁶ <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2012-12-07-1157?q=kraftberedskap>

⁷ <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-11-30-1557?q=leveringskvalitet>

NettiNord og Magnus Johansson – REN. Helge Ulsberg, rådgiver innen kraftforsyningsberedskap, har vært prosjektleder for REN AS.

3 Overordnede vurderinger

Nettvirksomhetene er svært ulike med tanke på størrelse, økonomi, organisering, geografi og virksomhetsfilosofi. Det som for enkelte er selvfølgeheter, er for andre ikke mulig å få til innenfor gjeldende rammer.

Det som er felles, er uansett lov- og forskriftskravene. Kravene til beredskap tar ikke utgangspunkt i forholdene nevnt over. Ved avbrudd skal strømforsyningen gjenopprettes, og ved feil på anlegg skal feilen repareres selv om det ikke er avbrudd i forsyningen.

Det mest overordnede bedriftsinterne forholdet er det som kan kalles virksomhetsfilosofi eller det styret legger mest vekt på. Resultatene blir forskjellige om det legges størst vekt på effektivitetsmålingen til RME, økonomisk avkastning eller forsyningskvalitet.

3.1 Inntektsrammer og effektivitetsmåling

Den økonomiske reguleringen skal bidra til en effektiv drift, utvikling og utnyttelse av strømmettet. Effektive selskaper får høyest avkastning. Dette bestemmes av virksomhetens egne kostnader med 40 % og normkostnaden med 60 %. Normkostnaden er bestemt av gjennomsnittet av kostnadene til alle nettvirksomheter med inntektsramme.

Hvis en nettvirksomhet bruker mer på bemanning, beredskapsmateriell eller vaktordninger enn gjennomsnittet, måles det til å være mindre effektivt enn gjennomsnittet, noe som straffes økonomisk.

Når en nettvirksomhet bygger inn mer redundans i nettet, ringforbindelser, flere brytere utover i lange radialer, reduseres avbruddene for kundene og KILE-kostnadene, men merkostnaden ved dette, gjør at resultatet i effektivitetsmålingen blir dårligere og inntektsrammen lavere.

Virksomheten må forholde seg til tillatt inntekt og være forsiktig med utgiftene. Effektivitetsmåling og inntektsrammer er viktige parametere for styring av virksomheten.

Det er gjennomgående et motsetningsforhold mellom god beredskap, sikker drift og god kapasitet i nettet, og inntektsrammens størrelse.

Det er viktig å ha god reparasjonsberedskap, men det aller beste er å unngå å måtte bruke den. Det vil si at nettet bør bygges solid med ringforbindelser, og at en dimensjonerer for $N+1$, eller sågar $N+2$ der forsyningsikkerheten er av svært stor betydning.

3.2 KILE-kostnader

Formålet med KILE-ordningen er å gi nettselskapene insentiv til å bygge og drive nettet med en samfunnsøkonomisk optimal leveringspålidelighet. Tillatt inntekt i lokalt distribusjonsnett i 2021 var 24,9 mrd. kr. Inntektsrammen var 15,4 mrd. kr. Differansen på 9,5 mrd. kr. utgjøres av kostnader i overliggende nett. Investeringene i distribusjonsnettet i 2021 var 4,8 mrd. kr. KILE-kostnadene utgjorde 694 mill. kr., eller 14,5 % av investeringene. Alle tall er hentet fra [RMEs nettside](#).

Det kan ikke forventes at KILE-kostnadene har vesentlig betydning for investeringer i nettet når de utgjør en så liten del av investeringsbeløpet eller inntektsramme. KILE vil imidlertid bidra til å prioritere rekkefølgen mellom innkoblinger etter feil i nettet. Avganger med forsyning som har betydning for liv og helse skal uansett prioriteres uavhengig av avgangens KILE-kostnader.

3.3 Organisering

Uavhengig av virksomhetenes størrelse legger mange vekt på å ha egne ansatte som kan foreta montasje og reparasjoner. I tillegg suppleres det med bruk av lokale entreprenører. Lokale entreprenører som brukes regelmessig, vil som oftest stille opp i prekære situasjoner uten at det er inngått beredskapsavtaler.

De som har egne ansatte til feilretting, har også som regel et godt dekkende beredskapslager, samt nødvendig transportmateriell.

Andre har valgt å ha få egne ansatte og basere seg på avtaler med entreprenører. Avtalene inkluderer ofte at entreprenøren har materiell og transportmidler. Andre har avtale om beredskapslager hos en grossist.

Så lenge virksomheten har rask og sikker tilgang til nødvendige ressurser for feilretting, stilles det ikke spesifikke krav til hvordan virksomhetene skal organiseres. Leder for virksomheten har ansvaret for at virksomheten er organisert og har funksjoner og ressurser slik at virksomheten er innrettet for å oppfylle de aktuelle lov- og forskriftskravene ([kraftberedskapsforskriften § 1-4](#)).

En større virksomhet har økonomi til å ha flere ansatte enn en liten. Flere ansatte gir muligheter for større fagmiljøer, og fagmiljøer på flere områder. Slik blir virksomheten mer uavhengig av eksternt kompetanse.

3.4 Geografi

Ulik geografisk beliggenhet gir svært varierende klimatiske påkjenninger. De mest fremtredende feilårsakene skyldes omgivelsene. Været, avstand til kysten, vindforhold, skog, lynintensitet og dyr er alle eksempler på hva eiere av luftledninger må sikre disse mot. Når det ikke er mulig å forhindre en skadelig påkjenning, må det være etablert et effektivt system for feilretting.

3.5 Risikovurderinger

I flere forskrifter nettvirksomhetene skal følge, er det krav om risikovurderinger. Dette gjelder for farlig arbeid, planlegging og bygging av anlegg, driften av dem, og konsekvensene av mangelfull drift eller avbrudd i strømforsyningen.

Risikovurderingen påvirkes av hvordan virksomhetene er organisert, hvor de er plassert, og hva slag kundemasse det er i konsesjonsområdet. Nettet skal dimensjoneres ut fra en vurdering av alle påregnelige forhold. Denne risikoen skal avverges ved forebyggende konstruktive tiltak. Å forebygge for ikke påregnelige påkjenninger er ikke rasjonelt. Når et anlegg er bygd, er det ikke mulig å avverge de påkjenningene som faktisk forekommer på stedet. Hvis disse er større enn de som ble vurdert som påregnelige før byggingen av anlegget, må det regnes med at feil kan oppstå. Denne restrisikoen må vurderes, og det må lages en plan for hvilke aktiviteter som skal iverksettes ved havari. Planen må beskrive hvilket materiell som må være tilgjengelig, og hvilke øvrige ressurser som må finnes.

Virksomhetens tilgang til beredskapsmateriell avhenger av de risikovurderingene de har gjort og påvirke beredskapsavtalene de inngår. Jo mer egenberedskap, desto mindre behov for avtalebasert beredskap.

3.6 Beredskapsmateriell

Rask og sikker tilgang til beredskapsmateriell er ikke uten kostnader. Det er ikke fristende å bruke mer enn gjennomsnittet på dette. Større moduler som komplette nettstasjoner i container utgjør en vesentlig mindre andel av inntektsrammen for en stor virksomhet enn for en liten, og gjør helt forskjellig utslag på effektivitetsmålingen. De største kan tillate seg mer uten å tape særlig effektivitet.

På den annen side kan det forventes lavere KILE-kostnader når strømforsyningen kan gjenopprettes raskere.

3.7 Teknisk svikt

Netteiere opplever teknisk svikt i distribusjonsnettet. Teknisk svikt er ikke en dominerende årsak til feil og avbrudd. Teknisk svikt er heller ikke en egen FASIT-kategori, men kan sammenstilles av begrepene aldring (365), annen intern årsak (186), dårlig kontakt (186), elektriske utladninger (77), erosjon (1), feil innstilling/justering (97), feil på annen anleggsdel (76), konstruksjonsfeil (53), korrosjon (25), lekkasje (15), løs del (105), mangelfullt vedlikehold (40), montasjefeil (83), produksjonsfeil (27), råte (4), slitasje (89) og sprekk/brudd (257). I sum er dette 1 686 feil per år. Det utgjør 16 % av det totale feilantallet.

Tallene over kan sorteres i det som skyldes aldring, feil innstilling/justering, montasjefeil og mangelfullt vedlikehold (220) og øvrige (1 466). Det kan diskuteres om dårlig kontakt, korrosjon, lekkasje, løs del, råte og slitasje (409) skyldes montasjefeil, feil spesifisering eller produksjonsfeil. Det som av statistikken fremgår som entydige produksjonsfeil, er kategorien *produksjonsfeil* og *konstruksjonsfeil* som er opphav til 80 feil per år. Tallet er lavt, men produksjonsfeil kan også skjule seg bak annen intern årsak, dårlig kontakt, korrosjon, løs del, slitasje og sprekk/brudd, 945 feil per år.

Det er ingen tvil om at komponenter i de elektriske anleggene skal tåle alle påregnelige påkjenninger. Det er eierens ansvar å sørge for dette. De påregnelige påkjenninger må vurderes og utstyrets styrke må spesifiseres med tilstrekkelige marginer ut fra dette. Spesifisering av kravene finnes i veiledninger, forskrifter, normer eller standarder, eller utbygger må selv spesifisere på bakgrunn av de risikovurderinger som er gjort. Produktdatablader inneholder spesifiseringer for komponentene, ikke for kravene.

Uansett er det gode grunner til å forhindre tekniske feil ved å spesifisere produktene for de reelle påkjenningene, gjøre stikkprøvekontroller i produksjonen, montere korrekt i henhold til montasjeanvisningene, kontrollere materiellet systematisk etter montasje, vedlikeholde materiellet etter foreskrevne rutiner og skifte det ved oppnådd levealder.

Risikoen for teknisk svikt reduseres om et slikt program følges. Dette handler ikke om feilretting eller reparasjonsberedskap, men om det forebyggende for å unngå feil og for å unngå utskifting av komponenter etter montasje hvis det blir oppdaget at de ikke holder mål.

Valgene som gjøres, skal dokumenteres og det utstyret som kjøpes, må kontrolleres. Kontrollen kan fortrinnsvis være typeprøving gjort av et akkreditert laboratorium. Kunden bør spesifikt etterspørre kontroll, metoder og dokumentasjon, og be om å få være til stede og selv plukke ut

stikkprøver. Prøvepartiet må være så stort at stikkprøvekontrollen blir representativ. Leverandørens kvalitetsstyringssystem er viktig, men hvis det ikke er sertifisert, går det ikke an å være sikker på at det følges.

Hvis nettvirksomhetene aldri kontrollerer produksjonen ved selvsyn eller mangler kompetanse til dette, er risikoen større for at produktene de kjøper har for dårlig kvalitet. Gitt størrelsen på D-nettet, det store antallet like komponenter i nette og komponentenes relativt lave pris, er det desto større grunn til kontroll. Dette kan med fordel gjøres som et samarbeid mellom flere.

3.8 Uten ugrunnet opphold – begrepsutvikling

Strømforsyningen skal gjenopprettes og feil repareres uten ugrunnet opphold. I veiledningen til leveringskvalitetsforskriften er begrepet diskutert, og det er nevnt eksempler på hva som ikke er grunn til opphold, eksempelvis kostnader. Værforhold som gjør det farlig å arbeide med å reparere, er *grunnet* opphold.

Men hvor lang tid et opphold kan være, finnes det ingen konkret angivelse av. Hvis feilrettingen tar seks timer inklusive tid for å oppdage feilen, mobiliseringstid og organisering av arbeidet, og det ikke er praktisk mulig å gjøre dette raskere, er opphold i strømforsyningen inntil seks timer akseptabelt. I et annet tilfelle kan problemet løses med omkobling i løpet av 30 minutter, og det er uforsvarlig å gjøre det raskere. Da er opphold i strømforsyningen i 30 minutter den akseptable tiden.

Etter hvert som arbeidsmetoder og tilgang til beredskapsmateriell og personell endres, vil også akseptabel tid endres.

Hvis det ikke er vanlig å ha fordelingstransformatorer i reserve på et raskt tilgjengelig lager, og man må bestille dem hos fabrikant eller grossist som kan ha ukers eller måneders leveringstid, kan man tenke seg at det er denne tiden som utgjør et *grunnet* opphold. Utviklingen har vært slik at det er vanlig å ha slike på et raskt tilgjengelig lager, og uker og måneder er ikke lenger et *grunnet* opphold selv om virksomheten har valgt å ikke ha denne raske tilgangen. Akseptabel tid for alle reduseres til timer. At en virksomhet velger dårligere tilgang til beredskapsressurser enn det som er vanlig eller mulig, gjør at den i flere tilfeller ikke greier å rette feil uten *grunnet* opphold.

Teknologisk utvikling, utvikling i metoder og verktøy, tilgang til kompetanse, etablering av felles beredskapslager for reservemateriell og tilhørende beredskapsavtaler med leverandører og entreprenører, er betydningsfullt og reduserer varigheten av et *grunnet* opphold.

Over tid blir varigheten av oppholdet i begrepet *uten ugrunnet opphold* kortere.

4 Forslag til tiltak for god reparasjonsberedskap

4.1 Bakgrunn

Prosjektgruppen har fått i oppdrag å gjennomføre en utredning om reparasjonsberedskap i distribusjonsnettet. Prosjekt målet har vært å avdekke mulige utfordringer med materieltilgang og kompetanse, og å finne fornuftige responstider.

Prosjektgruppen legger til grunn at skillet mellom regionalnettet og distribusjonsnettet går ved sekundærspenningsavgangen på transformatoren i regional transformatorstasjon. Utredningen omfatter både høy- og lavspenningsnett frem til kundens nettanlegg.

4.2 Prosjektgruppens forslag til anbefaling

Prosjektgruppen viser til at vesentlige elementer er å

- oppdage skade eller avbrudd raskt,
- gjøre riktige innledende vurderinger,
- koble hurtig om i nettet eller innkalle mannskaper for verifikasjon og detaljerte vurderinger,
- etablere kriseledelse ved behov,
- gjennomføre provisoriske tiltak som aggregatdrift, provisoriske kabelanlegg og forbikobling i påvente av permanente reparasjoner,
- reparere så raskt som mulig av havarete komponenter,
- og til slutt sette anleggene effektivt i drift etter reparasjon.

Tidsaspektene for de ulike fasene ble vurdert. Oversikter over ulike ressurstyper som kan være nødvendig, har mer karakter av eksempler, men disse anses allikevel som vesentlige.

I prosjektet har det blitt lagt vekt på at anbefalingene skal være anvendelige i alle situasjoner og gi tydelige føringer for hvilke forberedende tiltak som bør planlegges.

Viktige ressurser som må være tilgjengelig, er kompetent personell – både egne ansatte og ansatte hos entreprenører og leverandører, materiell – både reservedeler og utstyr, forberedte tiltak, og en effektiv kriseledelse.

Fordi prosjektet handler om hendelser i distribusjonsnettet, kan det ikke alltid forutsettes at feil og avbrudd registreres øyeblikkelig i et driftskontrollsystem; spesielt ikke forhold som rammer lavspenningsnettet. Hovedsakelig oppdages feil i en driftssentral eller av en hjemmevakt. Det kan reageres på alarmer i løpet av noen minutter. Løses situasjonen med omkoblinger, tar dette fra minutter til noen få timer. Ved skader på anlegg bør innsatsstyrker være mobilisert i løpet av noen timer slik at vurderinger på stedet og feilretting kan begynne så snart vær og andre forhold tillater det.

Det er montert AMS-målere hos alle nettkunder og i et stort antall nettstasjoner. Bortfall av spenning og jordfeil identifiseres av måleren. Overvåkingssystemer som mottar verdier fra AMS-målerne er tilgjengelig, og kan gi raskt varsel om feil i lavspenningsnettet. Man behøver ikke lenger vente på at nettkundene skal ta kontakt.

Behov for standardisering omtales flere steder i rapporten. Opp gjennom årene har de forskjellige virksomhetene innen kraftforsyningen valgt forskjellige spenningsnivåer, forskjellige line- og kabelkonstruksjoner, tverrsnitt og utstyrstyper. Dette gjør beredskapsarbeidet vanskeligere fordi det reservemateriellet én virksomhet har, ikke uten videre kan brukes ved en feil hos en annen. Hvis det er mulig å få eierne av D-nettet til å enes om standardisering, og følge standarden ved innkjøp av nytt materiell, blir det etter hvert enklere å samarbeide om felles beredskapsmateriell slik at ikke hver virksomhet må ha sitt eget.

Det avgjørende for nettkundene er at tiden det tar fra strømmen går til den er tilbake, er så kort som mulig. Ikke alle feil fører til at sluttbrukere blir spenningsløse, men netteieren må uansett reparere feilen. Den totale responstiden kan deles opp i flere faser. Det er viktig at virksomhetene har et bevisst forhold til fasene som til sammen gir tiden fra en feil oppstår til komponenten er reparert eller forsyningen gjenopprettet. Responstid deler seg i tid fra feilen

oppstår til den er oppdaget, tid fra feilen er registrert i driftssentralen eller hos vaktpersonell, tid til feilretterne har fått beskjed og til de er klar til utrykning, tid til feilstedet er lokalisert og reparasjonen begynner, tid til å utføre reparasjonen og til slutt tid før spenningen er tilbake. Ikke alle disse fasene er under netteierens kontroll.

Oppdagelsestid og mobiliseringstid er innenfor virksomhetens egen kontroll. Gruppen anslår denne til maksimalt ½ time. Hvis forsyningen kan gjenopprettes ved kobling fra en driftssentral, bør ikke dette ta mer enn 15 minutter. I grisgrendte strøk kan det ta opp til 3 timer før feilrettere er på plass. De øvrige tidene er avhengig av værforhold, tid på døgnet, dagslys, og om beredskapsmateriellet er raskt tilgjengelig. Bytte av en mastetransformator bør kunne gå på fire til seks timer. Det kan være hensiktsmessig å skille mellom tid for å fjerne fare for liv og helse, og tid til å gjenopprette forsyningen.

Prosjektgruppen vil påpeke at planlegging, prosjektering og vedlikehold av anleggene er det viktigste elementet for å unngå feil i nettet. Dette er regulert i energilovforskriften § 3-5. c *Beredskap*⁸. Kravet gjelder alle med områdekonsesjon. I kraftberedskapsforskriften finnes tilsvarende i § 5-3. *Sikring av klassifiserte anlegg*⁹.

4.3 Forslag til tiltak

Prosjektgruppen foreslår at anbefalingene for reparasjonsberedskap danner grunnlag for nye eller endrete RENblader.

5 Materielloversikter

Opp gjennom årene er det gitt betydelige midler i statlig støtte til anskaffelse av reservemateriell. I distribusjonsnettet har dette materiellet typisk vært aggregater for å gjenopprette strømforsyningen til sluttbrukere.

Det skal understrekes at det er et selvstendig krav til sluttbrukere at de må vurdere sin egen avhengighet av kontinuerlig strømforsyning og sikre seg selv med reservestrømforsyning hvis de har behov for det.

5.1 REN Beredskap

5.1.1 Bakgrunnen for REN Beredskap

Med økte krav til effektiv drift og kortest mulig avbrudd blir rask tilgjengelighet til reparasjons- og beredskapsmaterieell stadig viktigere. REN Beredskap er en pådriver for optimale beredskapsordninger for netteiere. Ordningene bidrar til at riktig utstyr og kompetanse er tilgjengelig når behovet er der. Målet med RENs beredskapsarbeid er å bidra til leveringssikkerhet i det norske kraftoverføringsnettet. Gjennom tett samarbeid hjelper REN nettselskaper med å etterleve kraftberedskapsforskriften på en kostnadseffektiv måte.

⁸ Konsesjonæren plikter ved planlegging, utførelse og drift av anlegget å sørge for at det tas beredskapsmessige hensyn.

⁹ Alle klassifiserte anlegg skal prosjekteres, plasseres, utføres, utrustes, sikres, driftes og holdes i slik stand at risiko for skade, havari og funksjonssvikt og andre uønskede hendelser og handlinger blir minst mulig.

Lagerhold av beredskaps- og vedlikeholdsmateriell medfører kostnader knyttet til innkjøp av materiell, lagerhold og vedlikehold. Krav til effektivisering og kostnadsbesparelser har ført til reduserte investeringer i reservemateriell og redusert vedlikehold av det utstyret man allerede har på lager. Dette øker risikoen for at man ikke har det utstyret man trenger, når det akutte behovet oppstår.

Hvis krisen oppstår og nettvirksomheten ikke selv har det utstyret og den kompetansen de trenger for å utbedre skaden, er det essensielt å få oversikt raskt over hvor dette kan skaffes. Tidligere har bransjen til en viss grad kunnet stole på at leverandørindustrien hadde utstyr tilgjengelig. Med en presset konkurransesituasjon er leverandørindustrien ikke lenger i stand til å stille opp for nettvirksomhetene på samme måte som tidligere. Mye kompetanse er dessuten flyttet utenlands og leveransetidene kan bli lange. Det norske markedet er svært lite, og selv om leverandørene gjør det de kan for å stille opp for kundene, er det ikke sikkert at de oppnår tilstrekkelig prioritet hos fabrikantene.

Utfordringen er derfor: Hva kan bransjen selv gjøre for å forberede seg og sørge for at man har best mulig sjans for rask utbedring av oppståtte skader? Etablering av en løsning som inneholder oversikt over hvilke aktører som er i besittelse av hvilket virksomhetskritisk utstyr, og med hvilken relevant kompetanse, vil bidra til dette.

RENs beredskapsdatabase er et verktøy for samarbeid om reservemateriell og kritiske kraftkomponenter. Den inneholder beredskapsutstyr som samarbeidende selskaper har delt fra sine lagre. I tillegg inneholder databasen alt utstyr som det er gitt statsstøtte til eller som er finansiert gjennom særordningen i inntektsrammereguleringen. Databasen og samarbeidsløsningen for materiell gjør det mulig for netteiere å rette feil raskt, selv når de ikke har reservemateriell på eget lager.

5.1.2 Mål for REN Beredskap

Målet er å etablere et samarbeid mellom aktørene i bransjen allerede før skaden oppstår og på den måten forbedre beredskapssituasjonen innen norsk energiforsyning, og samtidig oppnå kostnadsreduksjoner for de deltagende virksomhet. Databasen skal inneholde utstyr de ulike virksomhetene har på lager, og som de ønsker å gjøre tilgjengelig for andre mot en kompensasjon. Tanken er at ikke alle behøver å ha det samme beredskapsmateriellet på eget lager.

REN Beredskap skal holde oversikt over hvem som har hva på lager av virksomhetskritisk utstyr slik at andre i en kritisk situasjon raskt kan benytte dette, enten ved lån, leie eller kjøp.

Konseptet er støttet av en database-løsning, hvor virksomhetene (brukerne) kan søke etter det utstyr de eventuelt vil kjøpe eller leie fra andre virksomheter. Konseptet er basert på at deltakervirksomhetene selv legger inn informasjon knyttet til komponenter og utstyr de er villige til å gjøre tilgjengelig for andre deltakere / brukere av databasen.

I databasen er det registrert:

Kabelanlegg	Annet
▪ Endeavslutning	▪ Mobil stasjon
▪ Hengekabel	▪ Nødstrømsaggregat
▪ Jordkabel	▪ Spesialutstyr
▪ Sjøkabel	
▪ Skjøt – jordkabel	Stasjonsanlegg
▪ Skjøt – sjøkabel	▪ Avleder

	▪ Effektbryter
Ledningsanlegg	▪ Fordelingstransformator
▪ Isolator	▪ Krafttransformator
▪ Line	▪ Lastskillebryter
▪ Lineskjøt	▪ Skillebryter
▪ Mast	▪ Spenningstransformator
▪ Stolpe	▪ Strømtransformator
▪ Travers	▪ Støtteisolator
	▪ Vegg-gjennomføring

Når uhellet er ute, kan en autorisert person hos energivirksomheten logge seg inn på www.REN.no med passord og brukernavn og deretter få tilgang til alle komponenter med kontaktinformasjon om hvem som er i besittelse av den søkte komponenten. Deretter tas det kontakt per telefon eller e-post og en avtale inngås om leie eller kjøp (RENblad 0850).

Effekten av dette er at kostnader knyttet til lagerhold reduseres samt at utskifting eller reparasjon av ødelagte komponenter kan skje raskere. Totalt vil dette gi redusert sårbarhet i energiforsyningen samtidig med at virksomhetenes kostnader reduseres.

5.1.3 Bransjens deltagelse i REN Beredskap

Over 60 nettvirksomheter er medeiere i REN. I tillegg abonnerer 71 virksomheter på RENs beredskapsordninger og 36 av disse har registrert materiell.

Det er 99 nettvirksomheter som har omsetningskonsesjon for lokalt distribusjonsnett. Det er bare fem regionalnett-konsesjonærer som ikke har konsesjon for distribusjonsnett. Nitten kraftprodusenter har konsesjon for distribusjonsnett. Tallene er hentet fra RMEs oversikt over omsetningskonsesjonærer, oppdatert 22.4.2022¹⁰.

5.1.4 Vurdering

Det er prosjektgruppens vurdering at flere av nettvirksomhetene bør være med i REN Beredskap og registrere materiell i databasen.

De som har valgt å stå utenfor, skal også oppfylle kraftberedskapsforskriftens krav. Det er derfor en forutsetning at de har de nødvendige oversikter, og at tilgang til reservedeler og reservemateriell sikres ved å inngå en avtale om dette hvis virksomheten ikke eier materialet selv.

Prosjektgruppen ser det som ønskelig at oversikten over reserve- og beredskapsmateriell er komplett og tilgjengelig for alle nettvirksomheter. Det er listet opp distribusjonsmateriell, men det kunne vært mer, og det er usikkert om data er oppdatert. Oppdatering er ansvaret til den som melder inn materiell. REN Beredskap er et rasjonelt og effektivt virkemiddel for dette.

5.1.5 Forslag til tiltak

Prosjektgruppen foreslår at REN fortsetter og intensiverer arbeidet med å få deltagerne i REN Beredskap til å legge mer materiell for distribusjonsnettet inn i databasen og holde dataene oppdatert.

¹⁰ <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/publikasjoner-og-data/data-og-nokkeltall/liste-over-konsesjonærer/>

Beredskapsrådet bes å vurdere en API-løsning¹¹ for automatisk oppdatering.

Arbeidet med å øke antallet og få flere med i beredskapsordningene, bør gjøres både ved forsterket innsats fra REN, men også ved at de som allerede er med, tar dette opp med sine kolleger i andre virksomheter.

Ved sine tilsyn bør NVE etterspørre deltagelse i beredskapsordninger og om virksomhetene har oversikt over sitt beredskaps- og reservemateriell.

5.2 Aggregater

Gjenopprettingen skjer som regel ved reparasjon, og i enkelte tilfeller ved aggregatdrift. En norsk distribusjonstransformator finnes i størrelser fra 50 kVA til 2 000 kVA, med en typisk størrelse på 315 kVA. Tilsvarende aggregater er store, tunge og kostbare i innkjøp. For eksempel veier et aggregat på 350 kVA (280 kW) omtrent 6 tonn og har omtrentlige ytre mål lengde 5 m, bredde 2 m og høyde 2 m. Prisen anslås til ca. 900 000 kr. (Mål for mobilt aggregat.)

Et slikt aggregat bruker 65-70 liter diesel i timen ved full last og må etterfylles hver 8.-11. time avhengig av tankvolum (≈500-800 liter). Støynivået kan være opp mot 70 dB. Aggregatdrift krever en helt egen beredskap for oppstilling og drift. Aggregater over 500 kVA er ikke vanlige. Det kan derfor være vanskelig å etablere midlertidige løsninger basert på aggregatdrift ved omfattende feil i distribusjonsnettet med tanke på å erstatte én eller flere nettstasjoner.¹²

5.2.1 Vurdering

Prosjektgruppens vurdering er at tilgang til omkøplbare aggregater i passende størrelse og antall er viktig. Dette kan gjøres i samarbeid. I REN Beredskap er det meldt inn et stort antall aggregater. Aggregater med forskjellig ytelse som kan sammenkobles, bør anskaffes. Forberedte plasser for oppstilling er ofte nødvendig der det ikke er naturlig tilrettelagt for det.

5.2.2 Forslag til tiltak

Prosjektgruppen foreslår at nettvirksomhetene undersøker hvor i nettet utfall av en nettstasjon eller lavspenning kan dekkes med nødaggregat, og eventuelt anskaffe aggregater. Virksomhetene bør gjennomgå sine beredskapsplaner for aggregatdrift og avtale sikker tilgang til diesel.

Det bør inngås transportavtale med båt eller ferje. Virksomhetene bør gjennomgå mulighetene for å plassere aggregater der det kan være behov for det, og eventuelt tilpasse oppstillingsplassene.

5.3 Beredskapsmaster

Beredskapsmaster benyttes ved luftledningshavarier. Dette er ofte vanlige trestolper, og det må finnes et tilstrekkelig antall tilgjengelig, og av ulike lengder. Det er en forutsetning for dekkende beredskap at alle eiere av luftledninger har et passende antall.

Når stolper skiftes, er det mindre aktuelt å gjøre en provisorisk oppsetting for senere å gjøre et permanent arbeid. Mange nettvirksomheter faser ut de kreosotimpregnerte stolpene, og salg av

¹¹ Application Programming Interface

¹² Opplysninger fra Aggreko Norway AS <https://www.aggreko.com/nb-no> og Perkins <https://mpnp.no/wp-content/uploads/2021/10/Perkins-FPE385M-Marine-Parts-Propulsion-AS.pdf>.

slike blir forbudt fra oktober 2023. Det er derfor aktuelt å ha lager av den nye stolpetypen som er valgt for bygging av nytt nett etter at det er slutt på kreosotimpregnering.

5.3.1 Vurdering

Prosjektgruppen vurderer at det må være tilgjengelig et tilstrekkelig antall stolper som kan brukes i både høy- og lavspennings distribusjonsnett. Alle ledningseiere må ha en oversikt over sitt minimumsbehov for beredskapsmaster i situasjoner av ulikt omfang. Montasje av master i en beredskapssituasjon krever personell som har øvd på dette, teknisk utstyr og transportmidler.

Når nye stolpetyper skal brukes, må det være sikkerhet for at disse er dekkende for alle mastepunkter og at montørene er kjent med dem.

5.3.2 Forslag til tiltak

Prosjektgruppen foreslår at alle eiere av luftledninger bør anskaffe komplette sett av beredskapsmaster og øvrig materiell for minst det minimumsbehovet eieren selv anslår.

Prosjektgruppen foreslår videre at montasje av master, enten i egen regi eller som et samarbeid mellom flere eiere, inngår i beredskapsovelser. Øvelsene kan blant annet teste logistikken rundt det å fremskaffe, frakte og sette opp master på kort varsel under ugunstige forhold.

5.4 Sjøkabler

Sjøkabelanlegg er av stor betydning for lokal forsyningssikkerhet. Anleggene er lite tilgjengelige og kompliserte å reparere. For å få til en vellykket reparasjon, kreves kompetanse, kabelskip og skjøttemuff, skjøtemuffer og reservelengder, og gunstige værforhold.

I distribusjonsnettet var det 2 544 km sjøkabler i 2020. Deltagerne i beredskapslageret for sjøkabler i distribusjonsnettet eier til sammen 1 376 km, eller 54 % fordelt på 987 anlegg.

REN Sjøkabelberedskap AS har på vegne av deltagerne inngått rammeavtaler om beredskap med kabelskip, og har lager og oversikter over beredskapsmateriell. Ordningen inneholder også beredskapsavtaler som sikrer tilgang på egnet fartøy og kompetent personell til retting av feil på sjøkabelanlegg. Det er inngått rammeavtale om beredskap med rederier om beredskap.

Virksomhetene i tabellen er deltagerne i sameiene for sjøkabler i distribusjonsnettet eller maritim beredskap og reparasjonsberedskap i 2022:

Sameie- eller beredskapsdeltagere 2022		
Agder Energi Nett	Hålogaland Kraft Nett	Nettselskapet
Arva	Kvam Energi Nett	Odda Energi
BKK	Kystnett	Nett Sygnir
Bømlo Kraftnett	Linea	Tensio TN
Elinett	Linja	Tensio TS
Elmea	Lnett	Trollfjord Nett
Fagne	Mellom	Vestall
Havnett	Mørenett	Vissi

5.4.1 Vurderinger

Prosjektgruppen vurderer at reparasjonstidene for sjøkabelanlegg må gjøres så korte som mulig. For å oppnå dette, må eierne av anleggene ha de viktigste komponentene på eget lager eller i samarbeid med andre eiere av tilsvarende sjøkabler. Tilgangen på reparasjonsressurser må

sikres. Dette gjelder reservelengder, skjøter og endemuffer, skjøteutstyr, kompetanse og skip. På vegne av eiere av sjøkabelanlegg i distribusjonsnett, har REN Sjøkabelberedskap AS etablert lager med kabellengder, skjøteutstyr og inngått kontrakter om skipsberedskap.

Prosjektgruppen ser det som formålstjenlig at alle eiere av sjøkabelanlegg er med i denne ordningen.

Ved feil på sjøkabler til øyer kan det ofte være nødvendig med aggregatdrift inntil feilen er reparert hvis effektbehovet ikke er for høyt. Aggregatdrift bør foregå så kort som mulig da dette er utfordrende for tilførsel av diesel, støy for omkringboende og eksosutslipp.

5.4.2 Forslag til tiltak

Prosjektgruppen foreslår at alle eiere av sjøkabelanlegg anskaffer reservelengder for innskjøting ved skader. I tillegg bør eierne ha minst ett komplett trefasesett av alle aktuelle skjøte- og endemuffer.

Sjøkabeleiere som har kritiske sjøkabler uten redundante forsyningsveier, bør inngå beredskapsavtale om kabelskip og kabelmontører. I tillegg bør alle eiere av sjøkabelanlegg sikre at reparasjonstidene ved feil og skader er på et minimum ved for eksempel å delta i REN Sjøkabelberedskap, slik at kabelens funksjon kan gjenopprettes uten unødig tap av tid.

Det bør utarbeides en oversikt over hvor det kan være aktuelt med aggregatdrift og størrelsen på aggregatet som skal brukes.

5.5 Jordkabler

Forholdene er ikke like kritiske for jordkabler som ved sjøkabelanlegg fordi det er enklere å lokalisere feilstedet og komme til for reparasjon. De fleste nettvirksomheter har jordkabel på lager eller de har avtaler om rask tilgang fra grossister. De har som regel etablert forbindelser med graveentreprenører og har montører som kan skjøte kablene. Ferdig terminerte omleggingskabler (Provkabel) bidrar til at strømforsyningen raskere kan gjenopprettes. Lavspentkabler er raskere å terminere. Mange har lavspentkabel tilgjengelig. En trommel på 400-500 meter bør være i beredskap.

Kablene ligger ofte i rør og kanaler der det ikke er mulig å reparere feilen på stedet, men hele kabellengden må erstattes. Dette forutsetter at slike lengder er på lager der det er kritisk for radielle forsyninger.

Flere store virksomheter og noen entreprenører har målevogner for feilstedlokalisering. Utstyret krever erfaring; spesielt ved tolking av feil.

Også ved feil på jordkabler kan aggregatdrift i en periode bli nødvendig. Utfordringene er de samme som det som er nevnt for sjøkabler i pkt. 4.4.1.

5.5.1 Vurderinger

Prosjektgruppen vurderer at det er behov for å sikre tilgang til reparasjonsberedskap for feil på jordkabelanlegg. Reservekomponenter må være tilgjengelig på kort varsel. Hvis nettvirksomhetene ikke har eget mannskap for å reparere og legge jordkabler, må de inngå avtaler som sikrer denne kompetansen.

Det må gjøres en gjennomgang av hvor lange kabler som finnes i rør og kulverter der en må skifte ut hele kabellengder. Hvis kabeltverrsnitt i større grad standardiseres, kan det være aktuelt at flere virksomheter går sammen om lagring av beredskapskabel.

Tilgang til reserver blir enklere når kabeltyper, spenningsnivå og tverrsnitt er standardisert.

5.5.2 Forslag til tiltak

Alle eiere av jordkabelanlegg bør ha tilstrekkelige lengder med reservekabel for alle aktuelle spenninger og lengder. Alternativet er å inngå beredskapsavtaler som sikrer tilgang på kabel og kompetanse for skjøting.

Eiere av jordkabelanlegg bør selv eller i samarbeid med andre anskaffe reservekomponenter som skjøter og endeavslutninger i tilstrekkelig antall; minst ett trefasesett av hver, og et antall reservelengder for innskjøting.

Behovet for samarbeid om lagring av jordkabel for aktuelle lengder i rør og kulverter bør utredes, eventuelt i regi av REN Beredskap. Muligheter for standardisering vil naturlig inngå i de vurderingene som må gjøres.

5.6 Transformatorer

Transformatorene i distribusjonsnettet er som regel enkelt tilgjengelig. De produseres i Norge og de fleste nettvirksomheter har fordelingstransformatorer på eget lager. Transformatorene transporteres enkelt på lastebil med kran. Nettstasjonene er ofte bygget med overkapasitet, men $N \div 1$ -kriteriet oppfylles sjelden. Det fører til at feil på én av transformatorene i en nettstasjon med flere enheter, fører til avbrudd hos sluttbrukere. Ved feil på en transformator er det ikke alltid mulig å gjøre omkoblinger i nettet for å opprettholde driften.

Transformatorer i distribusjonsnettet må kunne transformere til flere ulike spenninger, og i enkelte nettstasjoner må det derfor stå flere transformatorer som ikke kan tjene som gjensidig reserve. Følgende spenningsnivå skal tilbys som standard: 230 V, 400 V, 690 V, 1 000 V, 11 kV og 22 kV.¹³

Under en feilsituasjon med bortfall av spenningen til nettstasjoner, kan det være behov for å koble bryterne i nettstasjonen. Logikk, vern og bryterfunksjonalitet kan være avhengig av batteri i stasjonen. Det må derfor kontrolleres at batterikapasitet og batteritider er tilfredsstillende ved spenningsbortfall i lang tid.

5.6.1 Reparasjonskapasitet

Reparasjon av fordelingstransformatorer kan skje i Norge. Det er svært viktig både for tilgangen til nye transformatorer og for reparasjonsmuligheter at det finnes produksjonsmiljøer i Norge med kapasitet og kompetanse. Den internasjonale situasjonen tilsier at tilgangen til råvarer og ferdigbygd utstyr blir vanskeligere fremover og leveringstidene øker. Uten et godt fungerende produksjonsmiljø, vil det ikke lenger være samme tilgang på innenlandsk praktisk kompetanse på reparasjon, og beredskapen vil svekkes.

¹³<https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/regulering/nettvirksomhet/nettilknytning/leveringsplikt/>

5.6.1.1 Verksteder og fabrikker

Møre Trafo AS i Sykkylven både produserer og reparerer distribusjonstransformatorer av alle fabrikat. I tillegg har fabrikken eget lager av beredskapstransformatorer. Møre Trafo skriver på sin nettside:

Transformatorer til reparasjon eller ombygging blir alltid nøye vurdert. Ved reparasjon blir alltid transformatoroljen skiftet. Fullverdige tester gjennomføres i vår prøvestasjon og sikrer deg en transformator «god som ny». For transformatorer eldre enn 1982 eller med så omfattende skader at en reparasjon ikke er lønnsom, tar vi oss av destruksjonen. Alle komponenter, samt transformatoroljen blir tatt hånd om på en miljømessig forsvarlig måte.

Norsk Transformator AS i Steinkjer produserer og har beredskapslager for fordelingstransformatorer. På sin nettside skriver Norsk Transformator:

Vår serviceavdeling gjennomfører reparasjon og vedlikehold av fordelingstransformatorer. Vi reparerer transformatorer fra alle produsenter. Serviceavdelingen reiser også ut til kundene for lettere serviceoppdrag på transformatorer som ikke kan tas ut av drift uten vesentlige kostnader. Vår serviceavdeling mottar årlig mange transformatorer som er ulønnsomme å reparere. Disse blir skrotet på best mulig miljøvennlig måte.

Vestfold Trafo Energi AS (VTE) i Stokke produserer og reparerer distribusjonstransformatorer. Fabrikken har lager av transformatorer og tilbyr serviceavtaler. På nettsiden skriver VTE:

Reduser avbruddstiden ved transformatorhavari med vår beredskapsavtale og byttetrafokonsept. Den havarerte transformatoren byttes omgående med en transformator av samme ytelse fra vårt beredskapslager. 24 timers beredskapsvakt garanterer en responstid på utlevering av transformatorer fra vårt lager på 30 minutter, 365 dager i året.

5.6.1.2 Økodesignkrav

Hvordan økodesignforordningen om krafttransformatorer kommer til anvendelse i beredskapssituasjoner, er behandlet i kommisjonsforordning (EU) 2019/1783 2021/EØS/9/16 av 1. oktober 2019 om endring av forordning (EU) nr. 548/2014 om gjennomføring av europaparlaments- og rådsdirektiv 2009/125/EF med hensyn til små, mellomstore og store krafttransformatorer: 2. Denne forordningen får ikke anvendelse på transformatorer som er særlig konstruert for følgende formål: e) Transformatorer som er særlig konstruert for bruk i en tidsbegrenset situasjon der den normale strømforsyningen blir avbrutt som følge av enten en uforutsett hendelse (f.eks. strømbrydd) eller renovering av en stasjon, men ikke fordi en eksisterende understasjon skal oppgraderes permanent.¹⁴

Nå er det ikke slik at nettvirksomhetene opererer med særskilt konstruerte transformatorer for bruk ved strømbrydd, men de bruker en standard transformator. Dessuten er det lite hensiktsmessig å sette inn en reservetransformator for senere å bytte den med en permanent. Da må den nye transformatoren oppfylle økodesignforordningens krav. Forordningen gjelder transformatorer som bringes i omsetning eller tas i bruk, og den gjelder bare for transformatorer som er kjøpt etter 11. juni 2014.

Mastetransformatorer tillates høyere tap enn andre transformatorer. Se kommisjonsforordning (EU) nr. 548/2014 av 21. mai 2014 om gjennomføring av europaparlaments- og rådsdirektiv

¹⁴ <https://lovdata.no/static/NLX3/32019r1783.pdf>

2009/125/EF med hensyn til små, mellomstore og store krafttransformatorer vedlegg 1 artikkel 1 og 1.4.¹⁵

5.6.2 Vurdering

Prosjektgruppen vurderer at tilgangen på reparasjonsberedskap er god og at den er rimelig godt geografisk fordelt. Situasjonen påvirkes for tiden av krigen i Ukraina og markedet for råvarer til produksjonen forventes å bli verre, og det er derfor viktig å ha oppmerksomhet om situasjonen.

Eiere av fordelingstransformatorer må ha tilgang til reservetransformatorer og ha en plan for ombytting av transformatorer ved feil og skader. Det kan være ønskelig at det etableres en felles reservebeholdning av fordelingstransformatorer med uvanlige omsetningsforhold som det enkelte nettselskapet bare har få av.

Mange transformatorer i distribusjonsnettet skades av lynnedslag og overspenninger. Dette kan i stor grad unngås ved god impulsjording og overspenningsbeskyttelse både på høyspennings- og lavspenningssiden. Når netteiere analyserer lokalisering og forekomst av slike skader, kan det gjøres målrettede tiltak for å unngå eller redusere fremtidige skader og havarier.

Ved permanent oppsetting av en transformator som reserve for en som er skiftet ut, må eieren gjøre en vurdering av om den oppfyller kravene i økodesignforordningen som gjelder for transformatorer som er kjøpt etter 11. juni 2014.

5.6.3 Forslag til tiltak

Eiere av fordelingstransformatorer må ha tilgang til grunnleggende transformatorkompetanse. Videre bør eieren sikre at nødvendig dokumentasjon og tegninger er tilgjengelig. Det bør gjøres en kartlegging av transformatorer som står i reserve om de er kjøpt etter 11. juni 2014, og om de oppfyller kravene i økodesignforordningen.

Det bør inngås avtaler om reparasjonsberedskap.

Alle eiere av nettstasjoner bør gjøre en vurdering av den forsyningsmessige konsekvensen ved havari for å finne behovet for reservetransformatorer, og anskaffe slike. Gjennom REN Beredskap bør det iverksettes en utredning for å finne behovet for et felles lagerhold av spesielle fordelingstransformatorer.

Det bør gjøres en analyse av hvor feil oppstår og hyppighet for å se hvor i nettet det er nødvendig å gjøre tiltak for å redusere feilhyppigheten.

Når leveringstidene for nye transformatorer øker, kan det være nødvendig å anskaffe flere reservetransformatorer.

5.7 GIS-anlegg

Gassisolerte anlegg for distribusjonsnettet er blitt vanlig. Anleggene finnes både i transformatorstasjonene og nettstasjonene. Anleggene er enkle og robuste, men mangel på standardisering kan være et problem. Netteierne har sjelden komplette felt til transformatorstasjoner i reserve, men i viktige transformatorstasjoner er det dobbel samleskinne på distribusjonsnettnivå, og følgelig omkoblingsmuligheter ved feil.

¹⁵ <https://lovdata.no/static/NLX3/32014r0548.pdf>

Det er etablert en egen brukerguppe for gassisolerte koblingsanlegg¹⁶. Gruppens interessefelt er hovedsakelig anleggene på 145, 300 og 420 kV.

5.7.1 Vurdering

Prosjektgruppen vurderer at eiere av GIS-anlegg må gjøre en vurdering av hvilke tiltak som må gjennomføres for å gjenopprette driften ved feil. Det må vurderes om det kan etableres provisoriske løsninger i form av forbikoblinger. Disse må forberedes og øves.

Videre bør det vurderes å anskaffe reserve GIS-anlegg for nettstasjoner.

5.7.2 Forslag til tiltak

Alle eiere av gassisolerte koblingsanlegg bør gjøre en analyse av konsekvensene for forsyningssikkerheten ved feil i anlegget. Analysen må peke på mulige tiltak og beredskapsplaner.

Det bør forberedes provisoriske tiltak for å opprettholde forsyningen ved feil i anlegget. Slike tiltak må være klar til bruk, utprøvd og øvet.

Det bør finnes beredskapsavtaler for reparasjon eller erstatning av anlegget.

5.8 Jordslutningsspoler (Petersenspoler)

Det er få kjente feil på de sentrale spolene. Når det er feil, kan det være 3-6 måneders leverings- eller reparasjonstid.

Å drifte et nett uten spole påvirker forsyningssikkerheten med flere korte avbrudd. I tillegg kan det være utfordrende å drifte innenfor kravet i § 4-11 om jordingssystem¹⁷ i forskrift om elektriske forsyningsanlegg (FEF). Dette skyldes at omfattende kabling fører til store jordfeilstrømmer som blir dimensjonerende for jordingssystemene.

Uten en sentralt plassert spole anbefales det ikke å ha de distribuerte spolene innkoblet, da dette kan gi uønskede vernfunksjoner på avgangsværn.

Etter hvert med større nett og mer kabling, øker ladestrømmene. Dette krever større spoler. Spoler som blir for små, kan tjene som reservespoler.

På grunn av få feil, er det lite ønskelig at hver virksomhet har egne reserver for alle spolestørrelser. Nettselskapene bør registrere sine reservespoler i REN Beredskap, og finne ut om det er et behov for felles innkjøp av reservespoler. Fornuftige størrelser er i så fall 25-250A og 30-300A.

Spoler plasseres også ut i nettstasjoner som en integrert del av transformatoren. Ved feil på en slik komponent, mister man både spoleytelsen og transformeringen. Også for disse bør det finnes reserver.

Spolene tåler ikke mer enn 5 min. med stående jord, og bør derfor overdimensjoneres. Når slike er spredt ut i et sammenhengende nett, vil en stående jordfeil kunne overbelaste alle spolene, og man kan miste all jordstrømkompensering ved samme feiltilfelle.

¹⁶ <https://www.sintef.no/prosjekter/1991/brukerguppen-for-sf6-anlegg/>

¹⁷ <https://lovdata.no/forskrift/2005-12-20-1626/§4-11>

5.8.1 Vurdering

Prosjektgruppen vurderer at det er fornuftig å samarbeide om reservemateriell for spoler. Provisoriske spoler som anskaffes, bør kjøpes så komplette som mulig; det vil si med nullpunktstransformator og effektbrytere samt vern for hurtig innkobling.

5.8.2 Forslag til tiltak

Nettvirksomhetene bør ha tilgang til reservespoler. Kompetanse for nødvendige omkoblinger og innstilling av vern er nødvendig.

Spolejordede system bør på lik linje med andre system testes for å verifisere at vern detekterer feil og kobler ut riktig avgang, Dette er også et krav i § 3-1 i FEF. Det anbefales at systemene testes skarpt med motstand i «feilen». Det er flere leverandører som har slikt utstyr, og noen nettvirksomheter har egne testvogner. Tester bør tas med 5-10 års regelmessighet og ved bytte av linjevern.

Testene bør danne grunnlag for å kartlegge behovet for utplasserte spoler, se RENblad 7505.

Det anbefales at ved modernisering av vern, blir det anskaffet vern som kan koble ut intermitterende jordfeil og aktivere reserveutkobling på samleskinnen.

6 Oversikt over øvrige nødvendige ressurser

6.1 Driftskontrollsystemer og driftssentraler

Under en feilsituasjon spiller driftssentralen en avgjørende rolle i reparasjonsberedskapen. Driftssentralen baserer seg på et avansert driftskontrollsystem, trente operatører og omfattende samband.

Driftskontrollsystemer klassifiseres etter sin betydning for kraftsystemet. Driftskontrollsystemer og driftssentraler i transmisjons- og regionalnettet er gjennomgående plassert i de to høyeste klassene – klasse 3 og 2. Driftssentraler og driftskontrollsystemer kun for distribusjonsnettet er i mindretall. Fordi så mange regionalnetteiere også har distribusjonsnett, er hovedtyngden av dette nettet overvåket og styrt fra sentraler i klasse to og tre.

Driftskontrollsystemer omfatter driftssentraler, sambandsanlegg og øvrige anlegg og komponenter som ivaretar driftskontrollfunksjoner.

6.2 Driftssentral

Foruten å styre koblinger i nettet, er det til driftssentralen alle feilmeldinger kommer. Det er her de første vurderingene gjøres, og er det ikke mulig å rette forholdet ved omkoblinger, vurderer driftssentralen hvem som skal varsles og utfører selve varslingen. Kriseledelse foregår ofte fra driftssentralen eller tilstøtende lokaler. Behovet for fysisk samling er ikke like stort som det var før, og for hendelser i distribusjonsnettet kan vurderinger ofte gjøres over et elektronisk kommunikasjonssystem, eksempelvis Microsoft Teams eller Google Meet. Driftssentralen har kontakt med mannskap på feilstedet. Driftssentralen er derfor selve kjernen i beredskapsarbeidet. Driftssentraler i klasse 3 er døgnbemannet. Driftssentraler i klasse 2 er i

enkelte tilfeller ubemannet utenom normal arbeidstid med mindre en kritisk situasjon oppstår. For driftssentraler i klasse 1 er det ikke krav til kontinuerlig bemanning.

Betjeningen på en driftssentral må ha kompetanse utover det å gi ordrer om koblinger. Foruten omfattende kunnskaper om drift av nettet, må de vite hva som kan være aktuelle omkoblingsmuligheter ved omfattende feilsituasjoner, og de må kunne gjøre raske vurderinger i vanskelige situasjoner under sterkt press. Styring av brytere ute i distribusjonsnettet kan skje både fra hjemmevakt og i en driftssentral.

6.2.1 Vurdering

Prosjektgruppen vurderer at driftssentralen er av avgjørende betydning for rask feilretting. For å få til rask respons ved alvorlige eller omfattende feil, bør det være personell til stede for å gjøre de innledende vurderinger. En hjemmevaktordning eller påkallingsvakt gir ikke like gode muligheter til rask respons.

Driftssentralen med tilstøtende lokaler er det området der kriseledelse ofte foregår. Det må derfor sikres at sentralen og nabolokalene er egnet for dette formålet slik at kriseledelsen kan samles, og at kommunikasjonsveiene er korte. Det er viktig å skille strategisk kriseledelse fra den operative slik at rollene ikke blandes. Et alternativ til fysisk samling er kommunikasjon med en nettløsning, nødnett og mobil. Dette forutsetter mobildekning og PC med batteri operativt i hele innsatsfasen.

Ingen av de digitale samtalekanalene er sikre nok for å utveksle kraftsensitiv informasjon, og dette må vurderes.

6.2.2 Forslag til tiltak

Prosjektgruppen foreslår at nettvirksomhetene bør vurdere å overvåke og styre distribusjonsnettet fra en driftssentral, og vurdere om den bør være døgnbemannet.

Prosjektgruppen foreslår videre at det settes av tilstrekkelig med møterom og kontorplasser i tilstøtende rom for å kunne ha en effektiv kriseledelse adskilt fra operativ ledelse. Bruk av alternative muligheter som elektronisk kommunikasjon, bør utredes.

Sentrale punkt i D-nettet bør kunne fjernstyres.

6.3 Driftskontrollsystem

Styring og overvåking av anleggene skjer i et driftskontrollsystem. Dette systemet baserer seg på datainnsamling over ulike sambandslinjer, dataprosessering og utstyr for sikker datatransmisjon. Systemene er omfattende og komplekse og de bygges med strenge krav til sikker funksjon. Allikevel vil det oppstå feil i komponenter eller sambandsveier. Også for driftskontrollsystemet må det derfor være etablert reparasjonsberedskap. En tilkallingsliste vurderes som et absolutt minimum.

Hvis driftskontrollsystemet svikter og det tar tid å få det i orden igjen, bør alternative systemer, eventuelt AMS-systemet, brukes til overvåking. Tradisjonell styring bør være forberedt og personell for dette være tilgjengelig.

6.3.1 Vurdering

Prosjektgruppen vurderer at det er behov for å ha et minimum av reservedeler for de viktigste komponentene. Skal reservene være brukbare i alle situasjoner, må de oppbevares EMP-sikkert.

Videre er det behov for grunnleggende kompetanse om prosessanlegget og sambandssystemene slik at det kan gjøres utskiftinger, omkoblinger eller tilkalles annen hjelp.

Manuell styring blir nødvendig når driftskontrollsystemet svikter. Tilgang til personell som kan dette, er nødvendig.

6.3.2 Forslag til tiltak

Alle eiere av driftskontrollsystemer bør ha tilgang til reservekomponenter. Dette omfatter blant annet minst én komplett arbeidsstasjon og andre viktige komponenter i prosessanlegget og i sambandsveiene til anleggene.

Det bør inngås avtale om reparasjonsberedskap for prosessanlegget, sambandsinstallasjoner, lokalkontrollanlegg og innstilling av relévern når virksomheten selv ikke har denne kompetansen.

Netteierne bør sikre seg at de har tilgang til det personellet som kjenner nettet og kan koble ute i anleggene.

6.4 Samband

Samband dekker både talesamband og datasamband. Aktuelle sambandsmedier er driftstelefon mellom kontrollrom, radiosamband, satellittelefon, nødnett og mobiltelefon.

6.4.1 Vurdering

Prosjektgruppen vurderer at noe av det aller viktigste i en feilsituasjon er å ha kommunikasjon mellom kriseledelse (driftssentral), mannskapene i felten som skal gjøre vurderinger og reparere, og bemanningen i stasjoner og anlegg. Virksomhetene må derfor ha grunnleggende kompetanse om funksjonaliteten i sambandsanleggene. Det må være inngått avtaler om beredskap med eksterne leverandører ved feil i sambandsanleggene som virksomheten ikke selv har kompetanse til å rette.

6.4.2 Forslag til tiltak

Alle eiere av sambandsanlegg bør ha grunnleggende kompetanse om anleggene slik at de kan gjøre faglige vurderinger ved feil, foreta enkle reparasjoner og utskiftinger, og tilkalle mer kompetent hjelp ved behov.

Det bør inngås reparasjonsberedskapsavtaler for sambandsanleggene og med tilbydere av sambandstjenester hvis kompetansen ikke finnes i egen virksomhet.

6.5 Relévern

Avansert relébeskyttelse blir mer vanlig i distribusjonsnettet. Dette gjelder særlig der det er ringforbindelser, masket nett og ved spolejording. Fjernstyring og mer avanserte brytere sammen med forhåndsinnstilling av parametere fra fabrikanten, kan gi interessante feilkoblinger som ikke skyldes reelle feil. Dette gjør at feilsøking blir vanskeligere. Ved omlegging av driften når det er feil på én forbindelse, er det om å gjøre at omleggingen ikke feilaktig fører til nye utkoblinger.

6.5.1 Vurdering

Prosjektgruppens vurdering er at når kompetanse om relébeskyttelse blir viktigere og systemene blir mer kompliserte, må nettvirksomhetene gjennomgå behovet for kompetanse på dette området.

6.5.2 Forslag til tiltak

Prosjektgruppen foreslår at alle nettvirksomheter gjennomgår den kompetanse som behøves for relébeskyttelse i distribusjonsnettet, og ser dette i forhold til kompetansen til eget personell. Ved mangel på relévernkompetanse bør det foretas ansettelser, inngås avtaler med andre som har denne kompetansen eller kjøpes beredskap for dette fagområdet.

6.6 Transport

Flere transportmidler er nødvendige ved feilretting i distribusjonsnettet. Dette omfatter biler, båter og snøscootere for persontransport, lastebiler med kran, båter og helikopter for frakt av tungt materiell. Tilgang på helikopter er viktig for å kunne fjerne trær som har veltet over luftledninger. For at ikke tilflyvningstiden skal bli alt for lang, er det viktig å ha en lokal avtale med et helikopterfirma som har tilgang til nødvendig utstyr for topp- og kantklipping, trekapping, og løft av stammer etter kapping.

6.6.1 Vurdering

Prosjektgruppen vurderer at alle nettvirksomheter disponerer nødvendige transportmidler for de terrengmessige forhold som gjelder i deres forsyningsområde. Båter og helikoptre bør det være sikker tilgang på.

Under feilretting i vanskelige værforhold som kraftig vind og snøvær, er det ikke alltid mulig å komme frem. Spesielt sjøtransport til øyer med strømbrydd kan være utfordrende når nettvirksomhetens egne båter ikke er beregnet for grov sjø og vanlige fergesamband er innstilt.

6.6.2 Forslag til tiltak

Prosjektgruppen foreslår at nettvirksomheter i tilstøtende områder vurderer å inngå felles beredskapsavtaler om tilgang til båt- og helikoptertransport i utfordrende vær-situasjoner.

6.7 Entreprenører

De fleste nettvirksomheter har skilt ut entreprenørtjenester i uavhengige virksomheter. Netteiere kjøper i stor grad tjenester for reparasjon og feilfinning. Entreprenører, og til en viss grad materiell-leverandører, er viktige støttespillere i reparasjonsberedskapen. De kan ha kompetanse som er nødvendig i en feilsituasjon, både fordi de har ressurser i form av personell og utstyr, men også fordi de har kompetanse på logistikk, arbeidsledelse, organisering og reparasjoner som krever spesialkompetanse.

Ved store driftsforstyrrelser er det andre behov enn ved normal drift og feilretting, både når det gjelder omfang og type kompetanse og utstyr. Det kreves tungt spesialutstyr for å rydde skog, reise master, trekke luftspenn etc. Dette er utstyr som ofte bare er tilgjengelig hos entreprenørene. Det er viktig å ha en beredskapsplan for oppbemanning, administrasjon og drift av en stor beredskapsstyrke når det er store nettutfallet med omfattende skader.

Kabelarbeid om vinteren må vies oppmerksomhet i de områdene der det er tele i bakken. Utstyr for marktining finnes som regel hos entreprenørene, og er sjeldnere i nettvirksomhetene.

Moderne marktiningsutstyr kan tine 40-80 cm på ett døgn. Entreprenøren har som regel en avtalt oppmøtetid; typisk «neste dag» eller «i løpet av 24 timer». Det kan være avgjørende om «neste dag» betyr neste arbeidsdag. Uansett kan det gå to døgn fra feilstedet er lokalisert til kabelen er avdekket.

6.7.1 Vurdering

Prosjektgruppen vurderer at virksomhetenes egne ressurser og kompetanse, i samarbeid med eksterne entreprenører, gir tilstrekkelige ressurser til å dekke omfattende feilsituasjoner. Kapasiteten kan bli anstrengt ved ekstraordinære hendelser. Dette kan eksempelvis være hendelser med stort geografisk omfang eller som inntreffer samtidig med andre kritiske forhold som pandemi eller streik. Selv om sannsynligheten er svært liten, kan konsekvensene være slik at KBO-systemet må tre i funksjon.

6.7.2 Forslag til tiltak

Prosjektgruppen foreslår at nærliggende nettvirksomheter samarbeider med KDS om å prioritere rekkefølgen på gjenoppbygging og ta i bruk kompetanse og ressurser fra mange virksomheter.

6.8 Kompetanse og personell

Noe av kompetansebehovet er beskrevet i kapittel 4.2-4.8 og i 5.1-5.5. I en omfattende feilsituasjon er allikevel det å ha en kompetent kriseledelse mest avgjørende, og dette må virksomhetene ha innenfor egne rekker. Det er tidligere utarbeidet planer for pandemiberedskap som skal vise hvilket personale som er viktigst i kritiske situasjoner.

En nettvirksomhets kompetanse- og kapasitetsbehov for nettanlegg opp til 22 kV utgjøres av arbeidsledelse og kriseledelse, grunnleggende elektrofag for høyspenning og lavspenning, sertifikater for transportmidler som lastebiler med kran, trucker og traktorgravere, aggregatdrift, erfaring med arbeid i uvær og mørke, utholdenhet i langvarige situasjoner, komponentkunnskaper for feilretting og montasje, og mye mer. Alle netteiere har ikke alt dette selv og er derfor avhengige av ekstern hjelp.

Det er viktig at nettvirksomhetene er bevisst på den kompetansen som behøves i en ekstraordinær situasjon, og at de dekker denne med egne ansatte og avtaler med eksterne firmaer som entreprenører og leverandører.

Noen arbeidsoperasjoner byr på spesiell fare, og kompetansen inngår ikke i opplæringen av elektrofagfolk eller anleggsarbeidere. Fjerning av trær som ligger ned på eller har falt over kraftledninger nevnes spesielt.

Når et tre ligger over en kraftledning, er det en selvfølge at ledningen må være utkoblet før arbeidet begynner. Jording på stedet er ikke alltid så enkelt å få til, men alle sikkerhetstiltak mot farlig spenning som er beskrevet i forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg, skal følges. Se § 12.¹⁸ *Sikkerhet på arbeidsstedet* og § 14. *Arbeid på frakoblet anlegg – etablering av sikkerhetstiltak*. I § 14 står det at jord- og kortslutning av anlegget er et absolutt krav i høyspenningsanlegg. Jordingen skal utføres som arbeidsjording eller en kombinasjon av markeringsjording og endepunktsjording. Arbeidsjording eller markeringsjording skal være synlig fra arbeidsstedet eller være slik plassert at det på bakgrunn av en risikovurdering kan sannsynliggjøres at samme sikkerhet oppnås.

¹⁸ <https://lovdata.no/forskrift/2006-04-28-458/§12>

Det er fare for at kravet til arbeidsjording kan være vanskelig å oppnå når det er trefall over en ledning. AUS må i så fall vurderes. Se kapittel 8.5.

En annen fare som det må være stor oppmerksomhet om, er mekaniske spenninger i treet som skal fjernes og spennet i linene som treet er falt over. Det kan være forbundet med livsfare å kutte treet med motorsag uten at det er foretatt en sakkyndig vurdering av en med bakgrunn fra skogsdrift.

6.8.1 Vurdering

Prosjektgruppen vurderer at det er behov for en gjennomgang av den kompetanse og bemanning som er nødvendig i omfattende feiltilfeller. Gjennomgangen må inkludere egne ansatte, og ansatte hos eksterne leverandører.

Gode planer og arbeidsbeskrivelser er nødvendig. Disse må være innøvde, og det er viktig at mannskapet er drillet til å bruke tid til å tenke seg om før feilrettingen på stedet begynner. Gjenopprettingen av strømforsyningen er viktig, men går ikke foran liv og helse til de som skal rette feilen.

Bruk av skogsfagfolk med egnede maskiner og utstyr kan bidra til å redusere faremomentene. De ansatte hos skogsentreprenørene har god kompetanse, trening og kapasitet som montører med øvelse i bruk av motorsag ikke kan forventes å ha.

6.8.2 Forslag til tiltak

Virksomhetene bør ha oppdaterte oversikter over den kompetanse og det personell som trengs ved omfattende hendelser som krever gjenoppretting av funksjon. Dette bør beskrives i risikovurderingen for virksomheten. De bør videre ha beredskapsavtale med en skogsentreprenør som har mannskap som kan stille opp på kort varsel.

Prosjektet anbefaler at eiere av luftledninger gjør seg kjent med RENbladene 8640 Planlegging og forvaltning av linjerydding og 2024 Retningslinjer for utførelse linjerydding. I energilovforskriften §4-6 er det krav til tilgang til personell¹⁹.

6.9 Eksterne leverandører

Noe av formålet med dette er å se om flere virksomheter har avtale med de samme leverandørene, og om dette kan utgjøre en risiko for kolliderende prioritering i en kritisk situasjon. Spesielt nevnes betydningen av å ha beredskapsavtale med en helikoptervirksomhet.

Ofte har selskapene avtaler med leverandører som holder lager, og har avtalt at selskapene også skal ha lager. Det er få elektrogrossister, og det kan bli mangel på materiell ved større hendelser. Reaksjonstid og opptrapping er viktige elementer i en beredskapsavtale med grossister, utstyrsleverandører, transformatorprodusenter, m. fl.

¹⁹ *Nettselskap med inntektsramme skal til enhver tid ha tilgang til personell med kompetanse innenfor nettförvaltning, driftskontroll, tilstandskontroll og feilretting, behandling av henvendelser om tekniske forhold, samt nybygging og ombygging av elektriske anlegg. Det kreves tilstrekkelig egenbemanning til å lede virksomheten i enhver situasjon, vurdere hvilke tiltak som må iverksettes for å utføre oppgavene nevnt i første punktum, og til å følge opp innhold og utførelse dersom disse oppgavene er satt bort til andre.*

6.9.1 Vurdering

Prosjektgruppen vurderer at det finnes en viss risiko for at flere nettvirksomheter inngår beredskapsavtaler med de samme eksterne leverandørene. Problemstillingen er aktuell i distribusjonsnettet på grunn av antall ledninger som kan havare i en ekstraordinær situasjon, eller ved at det er radiell forsyning.

I avtalene bør prioritet, oppmøtetid, kapasitet og oppskalering angis. Ved omfattende skader hos flere virksomheter, er det muligheter for at de eksterne leverandørene ikke kan yte den nødvendige kapasitet eller prioritet. Nettvirksomhetene er spredt over hele landet, og det burde derfor være mulig å unngå for stor konsentrasjon av beredskapsavtaler hos leverandører i samme geografiske område. Det kan være hensiktsmessig å inngå beredskapsavtale med en lokal leverandør, og en avtale til med en leverandør i en annen del av landet.

6.9.2 Forslag til tiltak

Prosjektgruppen foreslår at det ved inngåelse av beredskapsavtaler alltid skal angis maksimal responstid, hvilket materiell som skal være tilgjengelig og øvrige ressurser, samt garanterte muligheter for oppskalering.

Videre foreslår prosjektgruppen at KDS for alle enheter i KBO innen sitt distrikt gjør en vurdering av alle inngåtte beredskapsavtaler, og kontrollerer at avtalene sett i sammenheng virker realistiske i en ekstraordinær situasjon.

7 Lagring av beredskapsmateriell

Det er et krav at det skal være tilgang til reservedeler, reserve- og beredskapsmateriell, verktøy og maskiner, og ulike kjøretøy. Det er ofte særskilte krav til oppbevaring slik at utstyret ikke tar skade. De fleste eiere av distribusjonsnett har etablert egne beredskapslagre, eventuelt i samarbeid mellom flere. Samarbeid om lagerløsninger med entreprenører og grossister er vanlig. Beholdningene dekker det som kan kalles normal feilretting. Ved større hendelser er det vanlig å bistå hverandre, både med nabo-everk og med virksomheter som ikke er i samme geografiske område.

Når det er behov for uttak fra et grossistlager, er det viktig å ha riktig elnummer, da det ikke kan forventes at den som har vakt hos grossisten har kunnskap om elverksmateriell. Hvis innkjøpene standardiseres slik at det blir færre varianter, letter dette beredskapsarbeidet.

Det er viktig at lagerbygg er sikret mot at materiellet og bygningen lett kan ødelegges. Materiellet bør ligge tørt og innbruddssikkert. Se kraftberedskapsforskriften [§ 5-1](#) og [§ 5-4](#). Nærmere detaljer er beskrevet i vedlegg 1 til § 5-4 punkt 1.1.

Kabelmateriell har ofte komponenter med en angitt holdbarhet, såkalt ferskvare. Det er viktig å ha kontroll på dette og supplere før tiden går ut. Det er i det hele tatt viktig å ha god oversikt over hva som er lagret, og sørge for rullering.

Utendørsmateriell blir ofte lagret utendørs, men vær oppmerksom på virkningene av vær og vind, vegetasjon etc. Beredskapsmateriell skal være i orden og lett tilgjengelig. Se kraftberedskapsforskriften [§ 4-4](#).

Prosjektgruppen er tvilende til om det finnes samlet oversikt over beredskapsmateriell for distribusjonsnettet hos KDS. For en større feilhendelse kan det være av stor betydning med en slik oversikt.

7.1 Vurdering

Prosjektgruppen vurderer at det er viktig at det finnes lagre med beredskapsmateriell, at lagrene til sammen inneholder alt som kan behøves, og at de er spredt geografisk. Lagerstatus bør gjøres tilgjengelig for KDS slik at det for hvert distrikt finnes en samlet oversikt. Som nevnt i 4.1.3 Bransjens deltagelse i REN Beredskap bør det som er lagret, registreres i RENs beredskapsdatabase.

Det virker som om nettvirksomhetenes tilgang på beredskapsmateriell til normale feilsituasjoner er tilfredsstillende. Det kan være mer usikkert ved store feilhendelser som rammer et større område. Det er derfor det er viktig å involvere KDS i vurderingen av om mengden med beredskapsmateriell er tilfredsstillende.

7.2 Forslag til tiltak

Prosjektgruppen foreslå at eierne av distribusjonsnett i samarbeid med REN Beredskap utarbeider oversikter over lagerstatus og orienterer KDS-ene om resultatet. Det bør gjøres en vurdering av tilstanden til materiell og lagerbygninger. Defekt materiell må repareres eller byttes ut, og lagerbygg må sikres slik at materiellet ligger trygt.

8 Samarbeidsordninger og varslings

8.1 Samarbeidsordninger

Det er et mangeårig samarbeid mellom norske kraftvirksomheter om å bistå hverandre i ekstraordinære situasjoner. Bistanden er i form av personell, materiell, kompetanse og øvrige ressurser. Dette samarbeidet er noen ganger basert på skriftlige avtaler, men ofte er det slik at i en krisesituasjon tilbys bistand uten et avtalegrunnlag. Alle enheter i KBO er organisert i distrikter med en distriktssjef KDS. Denne har et overordnet ansvar for å organisere bistand i ekstraordinære situasjoner, og kan i gitte tilfeller gis fullmakter for å handle på vegne av NVE.

KDS arrangerer årlige møter om ulike temaer for alle KBO-enhetene i sitt distrikt. På denne måten knyttes kontakter og det blir lettere å be om hjelp og tilby hjelp. KDS har dessuten som oppgave å ha oversikt over beredskapen i sitt distrikt.

Det er etablert flere samarbeidsordninger. Her nevnes REN Beredskap, REN Sjøkabelberedskap, IFER²⁰, Nettalliansen²¹, Samfunnsbedriftene²² og andre lokale samarbeidsordninger.

Slike ordninger er med på å gjøre den totale beredskapen bedre. Ingen virksomhet har tilstrekkelige ressurser innen egne rekke til å kunne håndtere de aller mest krevende utfordringer i alle kritiske situasjoner. Det er derfor gode grunner for velfungerende

²⁰ <http://www.ifer.no/index.php>

²¹ <https://nettalliansen.no>

²² <https://www.samfunnsbedriftene.no>

samarbeidsordninger. Ved å samarbeide om beredskap, blir tilgangen på ressurser for den enkelte virksomhet i ordningen bedre. I tillegg kan de ulike deltagerne spesialisere seg på et utvalg av oppgaver, og ordningen kan inngå eksterne avtaler på vegne av alle deltagerne.

8.1.1 Vurdering

Prosjektgruppen vurderer at gode samarbeidsordninger om beredskap styrker totalberedskapen i kraftforsyningen. Det gir tilgang til større ressurser enn hva den enkelte virksomhet har muligheter for alene. Ressursene er både menneskelige og tekniske. I tillegg gir samarbeidet muligheter for spesialisering og deling av kompetanse, og en mulighet for at fellesskapet tilegner seg utfyllende kompetanse i forhold til hva den enkelte virksomhet normalt har.

Prosjektgruppen vurderer videre at samarbeidsordningene kan videreutvikles og styrkes på regional basis, gjerne med bistand fra KDS. Beredskapsarbeidet kan etter hvert formaliseres, og prosjektgruppen er av den oppfatning at REN Beredskap fungerer som en paraplyorganisasjon for et omfattende samarbeid.

8.1.2 Forslag til tiltak

Alle nettvirksomheter bør delta i en samarbeidsordning som kan styrke reparasjonsberedskapen.

8.2 Varsling

For å kunne oppnå en effektiv reparasjonsberedskap og for å varsle de som måtte rammes, må det foreligge planer for varsling. Når en hendelse oppdages og så snart det er foretatt innledende vurderinger, er det viktig å varsle. Se kraftberedskapsforskriften § 2-8 om informasjonsberedskap²³.

Varsling til kommune, helsevesen, politi, ekom-operatører etc. er av spesiell betydning i forbindelse med strømstans som kan berøre disse. Store og landsdekkende sluttbrukere forventer egne varslingsrutiner som gjør det enkelt å identifisere anlegg som kan bli eller er blitt strømløse. Slike kunder er typisk Forsvaret, teleselskapene, veivesenet, kommunen o. a. Varselet bør inneholde målernummer og anleggsadresse. Varslingen er viktig for å holde berørte kunder informert og for å unngå mange telefoner. Med moderne DMS-systemer²⁴ er dette enklere når varsling til kundegrupper kan utføres fra DMS-systemet.

Ved å varsle kan berørte netteiere og produsenter tilpasse seg til feilsituasjonen, avbryte pågående arbeider og varsle videre. Det er normal rutine der det er bemannede driftssentraler, å varsle direkte til omkringliggende virksomheters driftssentraler.

Større hendelser i distribusjonsnettene skal varsles til NVE²⁵.

8.2.1 Vurdering

Prosjektgruppen mener det er av stor betydning å ha forhåndsdefinerte lister over hvem som skal varsles i ulike situasjoner, når de skal varsles og hvem som er ansvarlig for varslingen. Dette vil kunne være svært forskjellig under ulike scenarioer, der særlig varighet og omfang av strømløshet hos sluttbrukere må tillegges stor vekt.

²³ <https://lovdata.no/forskrift/2012-12-07-1157/§2-8>

²⁴ Direct Mail System

²⁵ <https://lovdata.no/forskrift/2012-12-07-1157/§2-5>

8.2.2 Forslag til tiltak

Alle eiere i distribusjonsnettet bør gjennomgå rutinene for varsling av publikum og berørte enheter i KBO. Rutinene bør testes jevnlig og oppdateres fortløpende.

Når strømstans rammer sluttbrukere, må det være utarbeidet rutiner for varsling som inkluderer berørte myndigheter, publikum og media.

Rutinene bør tydelig beskrive når det skal varsles, hvem som varsles, hvor raskt det skal varsles, og hvem som er ansvarlig for å varsle.

8.3 Øvelser

For å være sikker på at beredskap og provisoriske løsninger er effektive, må det gjennomføres øvelser. Der hvor det er meningen å skifte ut en fordelingstransformator raskt, er også dette noe det kan øves på når en transformator allikevel skal skiftes. Når den provisoriske løsningen er forbikobling av utstyr, må forberedelser være gjort, og det må ha vært øvd på å gjøre selve operasjonen. Også for oppstilling av aggregater kan det være nyttig å øve.

Det bør øves på operasjoner som skjer sjelden. Når det skal øves, må øvelsens overraskelsesmoment tilpasses. Det er ikke nødvendig å øve på rutinemessig arbeid. Skrivebordsøvelser eller øvelser som avbrytes når den praktiske delen begynner, kan være nyttige. Se også kraftberedskapsforskriften § 2-7 om øvelser²⁶.

8.3.1 Vurdering

Prosjektgruppen ser det som ønskelig at nettvirksomhetene øver på større og flere samtidige hendelser, gjerne i samarbeid mellom flere instanser også utenfor kraftforsyningen. Eksempler på dette er lokal kommune, ekom-forsyningen og stor industri som mates fra fordelingsnettet. Strømløshet i et større område eller sterkt snøfall berører andre sektorer, og viser at energiforsyningen er avhengig av andre for reparasjonsberedskap, eksempelvis at det er mulig å få frem materiell når det er veiproblemer.

Uten at det øves på planer for reparasjonsberedskap, er det ikke mulig å ha god visshet for at den forberedte beredskapen fungerer i praksis. Øvelser avdekker alltid forhold som krever forbedringer, og kan lede til forenklinger i de løsningene som velges. Øvelser gir en mer realistisk forståelse av hvilke ressurser som virkelig kreves, og hvor lang tid det vil ta å etablere en provisorisk løsning eller utføre en permanent reparasjon.

8.3.2 Forslag til tiltak

Alle virksomheter bør gjennomføre øvelser i reparasjonsberedskap. Øvelsene må tilpasses de stedlige forhold og være relevante for den enkelte virksomhet. Ulike former for øvelser anbefales fra skrivebordsøvelser til fullskala.

Program for øvelser bør oversendes KDS for orientering, og der hvor det er aktuelt, som innspill til samvirkeøvelser.

²⁶ <https://lovdata.no/forskrift/2012-12-07-1157/§2-7>

9 Moderne metoder

Det foregår en stadig utvikling av hvilke metoder som er best egnet ved feilfinning og reparasjon i nettet. Mange har vært i bruk i mange år, men metoder og systemer utvikles stadig slik at de blir mer treffsikre og enklere i bruk. Her omtales bare metoder som kan bidra til en vesentlig mer effektiv lokalisering av feilstedet eller utbedring av en skade.

9.1 Droner

Bruk av droner til lokalisering av feil kan redusere letetiden betydelig, har en positiv effekt på sikkerhet og miljøaspektet ved reparasjonsarbeid. Droner er spesielt egnet til bruk i vanskelig terreng, rasfarlig område eller der det er lange stykker å befare mellom seksjoneringspunkt.

Droner kan brukes til å finne feil, dokumentere feilomfang, til kontroll av stolpetopp før arbeid og mye mer. Selv enkle og billige droner kan være til stor hjelp i vanskelige situasjoner.

Utviklingen går fort innen bruk av droner, sensorene blir mer avanserte og bæreevnen til dronene går opp. Samtidig får en også svært lette og portable droner med god rekkevidde og operasjonstid.

Se Luftfartstilsynet side om droneflyging.²⁷

9.1.1 Vurdering

Prosjektgruppen mener at bruk av droner er hensiktsmessig for å lokalisere feilsted i luftledninger og for å få overblikk over situasjonen. Ved skredfare og i bratt terreng er bruk av drone nyttig for å unngå personskade.

Droner oppfattes ikke som kostbare, men de krever sertifisert personell som kan fly dem. Etter hvert som sensor- og kamerateknologi utvikles, behøver ikke skumring og mørke være problematisk. Dronene tåler vind opp til 10 m/s (frisk bris til liten kuling middelvind).

I den sikkerhetspolitiske situasjonen som Norge er i høsten 2022, er det stor oppmerksomhet om ulovlig bruk av droner. Når en nettvirksomhet bruker droner, er det som regel nær kritisk infrastruktur som kraftledningsnettet er. Det er derfor viktig at det er god kontakt mellom nettvirksomheten og lokalt politi om bruk av droner når det er feil i nettet. Dette sammenfaller naturligvis med strømbrudd, noe som vil bidra til å øke mistanken hos publikum om at droneflyvningen kan være årsaken til strømbruddet, og ikke et ledd i gjenoppretingsarbeidet.

9.1.2 Forslag til tiltak

Alle nettvirksomheter med luftnett bør vurdere å anskaffe droner for feillokalisering eller inngå en avtale med en droneoperatør.

Virksomhetene bør orientere lokalt politi om at de kommer til å bruke droner for overvåking, inspeksjoner og feillokalisering. Behovet for systematisk varsling til politiet må avklares.

9.2 Lokalisering av kabelfeil

Lokalisering av kabelfeil krever spesiell kompetanse og utstyr som bør brukes regelmessig. De store netteierne har ofte målebiler med avansert utstyr, men det er også lettere utstyr på

²⁷ <https://luftfartstilsynet.no/aktorer/regelverk/kommende-endringer/2020/forskrift-om-luftfart-med-droner-i-apen-og-i-spesifikk-kategori/#regulations-uas---unmanned-aircraft-systems>

markedet som Megger, Elma, Baur og flere. Slikt utstyr er ikke så kostbart og komplisert å bruke, og leverandøren kan som regel rådspørres.

Når det skal graves for å reparere en kabel, og skaden ikke er en graveskade, er det viktig med best mulig lokalisering av feilstedet for å unngå unødvendig graving.

9.2.1 Vurdering

Prosjektgruppen vurderer at de virksomhetene som ikke selv har slikt utstyr og kunnskaper, inngår en avtale med noen som har det. Dette kan være en annen nettvirksomhet eller elektroentreprenør.

9.2.2 Forslag til tiltak

Alle nettvirksomheter som ikke har kompetanse om lokalisering av kabelfeil, bør inngå en avtale som sikrer slik kompetanse.

9.3 Moduler i nettstasjoner

Moderne gassisolerte koblingsanlegg i nettstasjoner er moduler som kan byttes ut. Å ha slike på lager gir mulighet for raskere utskifting enn hvis brytermodulen må hentes fra leverandør. Hvis nettstasjonene er standardisert, gjør dette at lagerhold av reservemoduler blir enklere.

Ved eldre nettstasjoner med åpne bryterløsninger kan det ofte være vanskelig å finne erstatning for havarerte komponenter. Det vil være hensiktsmessig å lage prefabrikkerte provisoriske erstatninger for bruk i påkommende tilfeller. Imidlertid kan det være så mange varianter og ulike konfigurasjoner at det ikke er overkommelig å ha forberedte provisorier for alt. Det enkleste vil ofte være å forbikoble en defekt bryter inntil reparasjon er foretatt. Dette medfører at kobling må foretas i nabostasjonene.

I gamle stasjoner er det som regel ikke regningssvarende eller mulig å reparere. Hele høyspennings- eller lavspenningsdelen bør heller skiftes ut. Det kan være hensiktsmessig å ha forberedt utskifting før feilen oppstår, for så å sette i gang full utskifting ved en større feilhendelse. Ferdig terminerte høyspenningskabler kan være av betydning for raskere reparasjon.

9.3.1 Vurdering

Prosjektgruppen vurderer at det er hensiktsmessig å legge til rette for utskifting av hele koblingsanlegget i nettstasjoner og anskaffe reserver for dette. Når man har gamle nettstasjoner, bør utskifting vurderes slik at en er forberedt hvis en feil skulle skje.

9.3.2 Forslag til tiltak

Prosjektgruppen foreslår at det anskaffes og forberedes moduler for utskifting i nettstasjoner for å forkorte reparasjonstiden.

9.4 Digitale stasjoner og moderne vern

Moderne relévern brukes i stadig større grad for styring av nettstasjoner. Anlegg må være satt i drift korrekt. Dette er en viktig forutsetning for at beredskapsarbeid skal fungere tilfredsstillende; dette gjelder både uttesting av jordfeilfunksjoner og overstrømnivå på

linjeavganger og transformatorbrytere Overstrøm er ofte vanskelig å teste skarpt, men jordfeilfunksjon kan og bør testes skarpt.

Erfaring fra gruppen viser at dette ikke alltid er tilfelle på anlegg med få års driftstid. Slike tester utføres nå, og gamle anlegg tas fortløpende.

Kompetanse på vern, som tidligere var mest relevant på regionalnettnivå, blir viktig i distribusjonsnett. Avlesning av vern ved utfall er viktig og bør kunne gjøres fjernt for nye nettstasjoner.

Det er behov for ny kompetanse med mer IT-kunnskap om overvåking av nettstasjoner. Denne kompetansen blir også viktig for beredskapsarbeidet for å kunne analysere feil, og ikke minst løse systemfeil i nye anlegg der mye av signaloverføringen går digitalt, gjerne over fiber.

Det er også svært viktig å gjøre en feilanalyse etter et utfall i distribusjonsnett for å få et bedre system samt kompetanseoverføring. Ofte kan en slik feilanalyse avdekke om komponenter ikke er satt i drift korrekt.

9.4.1 Vurdering

Prosjektgruppen vurderer at IT-kunnskapen er så viktig at man enten må ha denne spesialkompetansen i eget hus, eller ha avtaler med angitt responstid med en ekstern leverandør.

9.4.2 Forslag til tiltak

Prosjektgruppen foreslår at REN fortsetter med kompetanseoverføring via reléverngruppen.

9.5 AUS ved feilretting

Det kan være nødvendig å gjøre frakoblinger under feilretting med uvisshet om anlegget er under spenning. Det kan være vanskelig å spenningsprøve når det er massivt trefall over en ledning, og å komme til for jording. Selv om spenningen er frakoblet, er det ikke alltid mulig å konstatere dette med visshet ute på ledningen. Eksempler kan være å klippe fra en forbindelse eller avgrening, eller legge på arbeidsjord.

9.5.1 Vurdering

Prosjektgruppen foreslår at nettvirksomhetene vurderer bruk av AUS under feilretting for at arbeidet skal skje tryggere og raskere.

9.5.2 Forslag til tiltak

Prosjektgruppen foreslår at nettvirksomhetene bør utdanne egne montører i AUS og anskaffe utstyr for dette.

10 Planer og analyser for ekstraordinære hendelser med behov for feilretting i distribusjonsnett

Det er i beredskapsforskriften krav om å gjennomføre risikovurderinger for å identifisere virksomhetens risikopotensiale, og å identifisere tiltak som kan oppfylle kravene i forskriften

(§ 2-3. *Risikovurdering*). På bakgrunn av klasse skal det i tillegg foretas en egen risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS), samt planlegge og utføre anleggene og systemene som angitt i beredskapsforskriften.

Det er videre krav om en oppdatert og funksjonell beredskapsplan som blant annet skal omfatte forberedelser og tiltak det kan bli nødvendig å iverksette ved ulykker, skader, rasjonering og andre ekstraordinære situasjoner som kan påvirke kraftforsyningens drift og sikkerhet (§ 2-4. *Beredskapsplanlegging*).

I kraftberedskapsforskriften § 4-3. *Drift i ekstraordinære situasjoner og gjenoppretting av funksjon* heter det: *KBO-enheter skal i ekstraordinære situasjoner drive de anlegg og den del av kraftforsyningen enheten har ansvaret for, herunder driftskontrollfunksjoner, og gjenopprette nødvendige funksjoner i og etter ekstraordinære situasjoner.*

I § 4-1. *Reparasjonsberedskap* står det: *KBO-enheter skal planlegge for og etablere en organisasjon med nødvendig personell, kompetanse, utholdenhet og ressurser til å holde driften gående, gjenopprette funksjon og gjennomføre oppgaver som kreves under alle ekstraordinære situasjoner på en sikker og effektiv måte.*

Reparasjonsberedskapen skal dimensjoneres etter stedlige forhold og anleggenes tilstand og klasse. Så langt som det er samfunnsmessig rasjonelt, skal hensynet til liv og helse og annen samfunnskritisk virksomhet prioriteres ved gjenoppretting av funksjon.

I kraftberedskapsforskriften ligger det utvetydige krav både til å drive anleggene i ekstraordinære situasjoner, og til å ha konkrete planer for dette. Disse planene skal dekke distribusjonsnettet.

10.1.1 Vurdering

Prosjektgruppen vurderer at kravet til å utarbeide planer og analyser er fullt ut dekket av beredskapsforskriften, og legger til grunn at veiledningen til forskriften gir virksomhetene en nærmere orientering om hvordan forskriftskravene kan oppfylles.

Alle feil i D-nettet bør analyseres slik at feilårsaken finnes, og det kan treffes tiltak slik at feilen ikke gjentar seg. Hyppig forekommende og mindre betydningsfulle feil har lett for å neglisjeres. Det bør derfor være et systematisk arbeid med å analysere hendelser, gjerne med dedikert personell som både har gode kunnskaper om nettet, som har interesse for etterforskning og analyse, og som har tilstrekkelig tid. Det viktigste er å gjøre tiltak for at feilen ikke gjentar seg, noe en ren reparasjon ikke bidrar til. Fordi feilantallet er desidert størst i D-nettet, forsvarer det å bruke ressurser her.

KDS skal ha oversikt over beredskapen i sitt distrikt. Den beste måten å få til dette, er at KDS har tilgang til planverket for alle enheter i distriktet, gjennomgår dette, og diskuterer hva den samlede beredskapen kan være i møter der alle enhetene deltar. På bakgrunn av dette bør det være mulig både å kontrollere om planverket hos enhetene er tilfredsstillende, om det må koordineres bedre, og å utarbeide analyser og planer for distriktet som helhet.

10.1.2 Forslag til tiltak

Alle eiere av distribusjonsnett bør sørge for å ha gode analyser av feil, bruke analysene til å forbedre nettet og unngå fremtidige feil, og til å oppdatere beredskapsplanene.

10.2 Arbeid i ekstraordinære situasjoner

Ved gjenoppretting av strømforsyningen og retting av feil er nettvirksomheten ofte i en presset situasjon. Det er store forventninger til at strømmen er raskt tilbake. Dette føler alle i virksomheten; ledelsen, operatørene på driftssentralen og de som er i vakt, montørene som rykker ut og personalet hos innleide entreprenører. Arbeidet inneholder flere farlige forhold enn de man må forholde seg til i ordinære feilrettingssituasjoner. Uansett er det viktig at feilretting gjøres med omtanke uten å forhaste seg. Det er krav om SJA – sikker jobbanalyse, men i en presset situasjon er det lett å hoppe over. Det må finnes gode innøvde rutiner som minimerer risiko for personskade. Personellet utgjør en viktig ressurs og det er mer enn nok annet å håndtere i feilsituasjonen om man ikke skal måtte håndtere alvorlige personskader i tillegg.

10.2.1 Storm og uvær

Feil skal rettes uten ugrunnet opphold. Uvær som kan medføre personfare er god grunn til opphold. Mannskapenes sikkerhet har alltid førsteprioritet. Storm, skredfare, oversvømmelse og flom kan være typiske forhold som krever stor aktpågivenhet både på sjø og land. Fjerning av trær som har falt på ledninger er et område som må gis spesiell oppmerksomhet.

10.2.2 Verneområder

I naturvernområder er det fra gammelt av restriksjoner på kjøring. Verneplanen har status som forskrift og Statsforvalteren er vernemyndighet. Nyere verneplaner tillater kjøring og transport i terrenget i ekstraordinære situasjoner. For kjøring til inspeksjoner og vedlikehold må det søkes om dispensasjon. I de gamle verneplanene er det ikke unntak for ekstraordinære situasjoner, og det må søkes om dispensasjon ved behov for transport til feilretting i hvert enkelt tilfelle. Dette er ikke en forsvarlig situasjon, og ledningseiere med luftledninger gjennom verneområder bør ta dette opp med Statsforvalteren og søke om «beredskapsdispensasjon» for alle hendelser med ledningen som fører til strømbrudd.

10.2.3 Vurdering

Når det er trepåfall på luftledninger, er det fare forbundet med å fjerne trærne, selv om ledningen er frakoblet. Skogkyndige fagfolk kan gi sikrere vurderinger av arbeidsforholdene. Det å lære opp elektromontører i å bruke motorsag og gjøre enkle vurderinger, er som regel ikke tilstrekkelig.

I det hele tatt er det viktig med gode rutinebeskrivelser, øvelse og avtaler med firmaer som er spesialister på skogrydding og har tilgang til sikre metoder som bruk av detonerende lunte, skogsmaskiner eller som kan kappe treet på en sikker måte uten personfare. Rotvelt og at spennet i linene kaster treet i været i det det kappes, utgjør en stor risiko.

Prosjektets vurdering angående feilretting på luftledninger i verneområder er at dette må gis oppmerksomhet og det må søkes om en generell beredskapsdispensasjon for en periode på minst fem år.

10.2.4 Forslag til tiltak

Prosjektgruppen foreslår at nettvirksomhetene utarbeider rutiner for sikkert arbeid i uvær og ved trefelling. Rutinene bør også beskrive forhold der manskapet må avvende situasjonen til det blir trygt å arbeide. Rutinene bør inneholde konkrete eksempler på sikker jobbanalyse for noen utvalgte forhold.

Videre anbefales det å ha beredskapsavtale med firma for fjerning av trær som har lagt seg på ledninger.

Eiere av luftledninger bør kartlegge hvilke verneområder de har ledninger i, ta kontakt med Statsforvalteren og søke om en generell beredskapsdispensasjon for årene fremover for feilretting.

10.3 Nettutvikling

Belastningen i nettet øker, og det er behov for nettutbygging. Økt belastning bruker opp reserver og overkapasitet og marginene blir mindre.

Plusskunder kommer nå i større grad, og kan bidra i en anstrengt situasjon. Produksjonen fra plusskundene er ofte avhengig av spenningsstøtte fra nettet. I en ekstraordinær situasjon der spenningen forsvinner i et større område, er det lite sannsynlig at plusskundene kan bidra. På den annen side, må de som skal rette en feil, være sikre på at det ikke mates tilbake fra plusskunder. Spenningsprøving og jording er påkrevet. Frakobling på høyspenningssiden av en fordelingstransformator kan ikke garantere at transformatorgjennomføringene er spenningsløse med mindre lavspenningssiden er jordnet.

10.3.1 Vurdering

Prosjektgruppen vurderer at økningen i belastningen i nettet gir mindre marginer mot overbelastning. Selv om plusskunder kan bidra mot overbelastning, introduserer de samtidig økt fare for skadelige berøringsspenninger, og skjerper kravene til spenningskontroll og jording også på lavspenningssiden. Eventuelt må arbeidet skje som AUS.

10.3.2 Forslag til tiltak

Økt utnyttelse av nettets kapasitet er ønsket, og det beste tiltaket er å følge med på utviklingen i eget nett og forsterke nettet før marginene blir for små.

Når det gjelder plusskunder, er det antagelig ikke enkelt å ha full oversikt over hvor i nettet disse er. Det betyr at når usikkerheten er stor, må netteieren gå ut fra at det ikke vil være effektbidrag i lavspenningsnettet i en anstrengt situasjon. Under feilretting må netteiere alltid gå ut fra at det kan vær innmating lavspent og gjøre nødvendige tiltak for å arbeide trygt.

11 Inntektsrammereguleringen

I Norge er det rundt 100 nettselskaper som transporterer strøm fra kraftverk til sluttkunde. Nettselskapene er naturlige monopoler og det er derfor nødvendig å regulere inntekten deres. RME gjør dette ved å fastsette en årlig tillatt inntekt for hvert nettselskap. RMEs mandat er at den økonomiske reguleringen skal bidra til en effektiv drift, utvikling og utnyttelse av strømmettet.²⁸

Inntektsrammen er satt sammen av *Kostnadsgrunnlaget* som er basert på selskapets faktiske kostnader og *Kostnadsnormen* som gjenspeiler kostnadene til et virtuelt selskap som utfører de

²⁸ <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/regulering/nettvirksomhet/oekonomisk-regulering-av-nettselskap/>

samme oppgavene som det aktuelle nettselskapet, men som kan anses å være gjennomsnittlig effektivt. *Kostnadsgrunnlaget* tillegges en vekt på 40 % og *Kostnadsnormen* en vekt på 60 %.

Selskaper som er mer kostnadseffektive i sin ressursbruk enn gjennomsnittet, får en kostnadsnorm som er høyere enn kostnadsgrunnlaget, og dermed en høyere avkastning. Motsatt vil selskaper som er mindre effektive enn gjennomsnittet, sitte igjen med en lavere avkastning.

Dette fører til at netteierne forsøker å være mest mulig effektive. Dette kan føre til at det skjæres ned på kostnader som ikke umiddelbart har negative konsekvenser for drift og sikkerhet. Dette kan gjelde vedlikehold og beredskap. For å motvirke negative effekter av for sterke kostnadsreduksjoner, har RME laget regler om KILE og leveringskvalitet.

Om en virksomhet investerer mer i beredskap enn gjennomsnittsselskapet, blir det mindre effektivt og får en lavere inntektsramme. Mange nettvirksomheter mener at dette er en uheldig og uønsket effekt av reguleringen.

Ordningen med statstilskudd til reserve- og beredskapsmateriell er for lengst avvirket. Den ble erstattet av en ordning med særbehandling av innkjøp av beredskapsmateriell for minst 500 000 kr.²⁹ Ordningen blir lite brukt.

11.1 Vurdering

Prosjektgruppen etterlyser en incentivordning som er effektiv for virksomheter som arbeider systematisk med beredskap og anskaffer materiell for dette. KILE-ordningen bidrar til prioritering ved innkobling av avganger etter avbrudd, men den er ikke tilstrekkelig til å oppgradere eller modernisere D-nettet. På dette nettnivået er hovedårsakene til oppgradering nye nettkunder eller HMS-forhold ved gammelt nett. Det kan synes som om KILE-ordningen ikke påvirker investeringene i nettet i tilstrekkelig grad.

11.2 Forslag til tiltak

Prosjektgruppen foreslår at bransjeorganisasjonene³⁰ i fellesskap kontakter RME for et møte om effektivitetskravet og beredskapsmateriell.

Særordningen for anskaffelse av beredskapsmateriell i inntektsrammereguleringen bør brukes aktivt.

²⁹ <https://www.nve.no/media/11314/notat-e0-3-2011.pdf>

³⁰ Energi Norge, Samfunnsbedriftene og Distriktsenergi

Vedlegg

Vedlegg 1 Mandat

Prosjekt *Reparasjonsberedskap* skal gjennomføre en utredning om nasjonal reparasjonsberedskap med hovedvekt på kritisk reserve- og beredskapsmateriell med tilhørende utstyr i kraftforsyningen.

Til grunn for arbeidet ligger bestemmelser gitt i lov 1990-06-29-50 om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi m.m. (energiloven) kap. 9. Beredskap, forskrift 1990-12-07-959 om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi m.m. (energilovforskriften) kapittel 3 om elektriske anlegg, forskrift 2012-12-07-1157 om sikkerhet og beredskap i kraftforsyningen (kraftberedskapsforskriften) og forskrift 2004-11-30-1557 om leveringskvalitet i kraftsystemet.

Prosjektets leveranser

Forslag til anbefaling for god reparasjonsberedskap

- Forslaget skal kunne inngå i et nytt RENblad om reparasjonsberedskap.

Responstider

- Varslingstid – alarm
- Reaksjonstid
- Mobilisering
- Starttid for gjenoppretting og reparasjon
- Strømmen tilbake

Materielloversikter

- Oversikt over materiell og utstyr som er nødvendig ved havari i alle typer anlegg i lokalt distribusjonsnett, høy- og lavspent
- Materiell med lang leveringstid (mer enn 3 mnd)
- Aggregater for bruk for å opprettholde strømforsyningen til sluttbrukere
- Gi veiledning i nødvendige avtaler med grossister

Oversikt over øvrige nødvendige ressurser

- Kritisk kompetanse
- Kapasitet og parallelle hendelser
- FSE-krav til innleide resurser
- Fordelingstransformatorer, reparasjonsmateriell for kabler og luftledninger, relévern
- Eget mannskap og vaktordninger
- Innleide entreprenører med beredskapsavtale

- Forberedelser for AUS

Kommunikasjonsløsninger i en beredskapssituasjon

- Mobilradio mm
- Nødnett
 - Anbefalte batteritider for nødnett
 - Oppgradering av viktige basestasjoner

Kjøretøy - transportmidler

- Helikopter – selskaper og piloter med spesialkompetanse i mastemontasje
- Kranbiler, mobilkraner, mannskapstransport, snøscootere etc.
- Gravere og lastebiler

Ny teknologi

- Droner
- Annet?

Lager

- Eget lager – leverandør – grossist
- Geografi
- Logistikk
- Innhold – beredskapslager
 - Hva bør den enkelte virksomhet ha på eget beredskapslager?
 - Bør det etableres en ordning i regi av REN?

Varsling og samarbeidsordninger

- Krav til varsling (grunnlag/situasjon, tidsfrist, målgruppe og innhold)
- Oversikt over systemer for varsling og kontakt med andre nettvirksomheter og kraftforsyningens distriktssjef KDS
- Varsling til NVE
- Oversikt over hvilke samarbeidsordninger som finnes
- Mulig behov for utbygde samarbeidsformer

Planer og analyser for ekstraordinære hendelser med betydning for driften

- Beredskapsplaner
- Oversikt over områder i nettet med mange feil
- Spesielle kritiske forhold
- Provisoriske måter å drifte nettet på i en ekstraordinær situasjon

- Vurdering av muligheter for reserveforsyning fra mobile aggregater

Evalueringer

- Evaluering av tilgjengelige ressurser opp mot anbefalingen for god reparasjonsberedskap
- Evaluering av beredskapsplaner
- Behov for bedre planer og øvelser
- Behov for økte investeringer

Sensitiv informasjon

Enkelte av de innhentede opplysninger kan være helt eller delvis sensitive for norsk kraftforsyning. Slike opplysninger er underlagt taushetsplikt etter forskrift om beredskap i kraftforsyningen § 6-2, og unntatt offentlighet etter offentleglova §§ 13 og 24. I denne rapporten tas ikke slike opplysninger med.

Vedlegg 2 Aktuelle forutsetninger

Kraftberedskapsforskriften §§ 4-1 - 4-3 om ressurser for reparasjonsberedskap og gjenoppretting av funksjon

Disse paragrafene er en viktig premiss for arbeidet, og er relevant for alle anlegg og eiere.

§ 4-1. Reparasjonsberedskap

KBO-enheter skal planlegge for og etablere en organisasjon med nødvendig personell, kompetanse, utholdenhet og ressurser til å holde driften gående, gjenopprette funksjon og gjennomføre oppgaver som kreves under alle ekstraordinære situasjoner på en sikker og effektiv måte.

Reparasjonsberedskapen skal dimensjoneres etter stedlige forhold og anleggenes tilstand og klasse. Så langt som det er samfunnsmessig rasjonelt, skal hensynet til liv og helse og annen samfunnskritisk virksomhet prioriteres ved gjenoppretting av funksjon.

§ 4-2. Kompetanse og personell

KBO-enheter skal ha personell med nødvendig kompetanse som kreves for å kunne håndtere ekstraordinære situasjoner på en sikker og effektiv måte.

KBO-enheter skal dekke dette personellbehovet og ha tilgang på personell for å forsterke kapasiteten og holde driften gående i ekstraordinære situasjoner.

For å dekke kravet til kompetanse og personell skal det foreligge en plan som angir kompetansebehovet, og som omfatter eget og innleid personell.

§ 4-3. Drift i ekstraordinære situasjoner og gjenoppretting av funksjon

KBO-enheter skal i ekstraordinære situasjoner drive de anlegg og den del av kraftforsyningen enheten har ansvaret for, herunder driftskontrollfunksjoner, og gjenopprette nødvendige funksjoner i og etter ekstraordinære situasjoner.

Enhet i KBO er forklart i kraftberedskapsforskriften § 2-1. Kraftforsyningens beredskapsorganisasjon.

Med KBO menes kraftforsyningens beredskapsorganisasjon. KBO består av KBO-enhetene, KDS og beredskapsmyndigheten, samt KSL når denne trer i kraft, jf. § 3-3.

Med KBO-enhet menes:

a. De virksomheter som eier eller driver anlegg, system eller annet og som i medhold av § 5-2 eller § 5-7 er klassifisert etter denne forskrift.

b. Andre virksomheter beredskapsmyndigheten har vedtatt er KBO-enhet i medhold av § 3-1 annet ledd.

Med KDS menes kraftforsyningens distriktssjefer.

Med KSL menes kraftforsyningens sentrale ledelse. Kraftforsyningens sentrale ledelse består av beredskapsmyndigheten med deltakelse fra Statnett SF.

Av dette fremgår det at kravet om gjenoppretting av funksjon gjelder for alle som eier klassifiserte anlegg. Ledninger i distribusjonsnettet på minst 5 kV er klassifisert i klasse 1. Nettvirksomheter som bare eier lavspenningsanlegg er derfor ikke med.

Leveringskvalitetsforskriften om utbedring

Denne paragrafen supplerer bestemmelsene over ved at plikten til utbedring ikke bare gjelder i ekstraordinære situasjoner.

§ 2-1. Utbedring

De som omfattes av denne forskriften skal ved hendelser i egne anlegg, som medfører avbrudd eller redusert leveringskapasitet til sluttbrukere, gjenopprette full forsyning til de aktuelle sluttbrukerne uten ugrunnet opphold. Tilknytningspunkt av betydning for liv og helse skal prioriteres.

De som omfattes av denne forskriften skal ved hendelser i egne anlegg, som gjør at kraftverk ikke kan levere kraft til nett, utbedre forholdet uten ugrunnet opphold.

De som omfattes av denne forskriften skal, dersom deres anlegg er skyld i at bestemmelsene i denne forskriften ikke kan overholdes, utbedre forholdet uten ugrunnet opphold.

Utbedringsplikten gjelder ikke for nettkunder, dersom grenseverdiene kun overskrides i eget tilknytningspunkt, og tilknyttet nettselskap ikke opplever problemer som følge av dette.

Det kan ikke kreves særskilt vederlag for plikter i henhold til første til tredje ledd.

Vedlegg 3 Ordforklaringer og forkortelser

I rapporten er nedenstående begrep brukt slik de er forklart her:

Nødstrømsaggregater – mobile strømforsyningsenheter som eies av nettselskapene, og som er ment å dekke prioritert behov for strøm ved feil i distribusjonsnettet.

Beredskapsmateriell – midlertidige erstatninger for havarete komponenter og utstyr.

Reservemateriell – fullverdige erstatninger for havarete komponenter og utstyr.

Tilhørende utstyr – utstyr som normalt ikke er på lager hos leverandører og entreprenører, og som er nødvendig for å bringe frem, reparere og montere reserve- og beredskapsmateriell.

Havari – omfattende skade på komponent eller anlegg. Skaden er av en slik karakter at reparasjon ikke er mulig på stedet eller innen rimelig tid, dvs. slik at tilfredsstillende funksjon ikke kan gjenopprettes uten ekstraordinære tiltak.

KBO – Kraftforsyningens beredskapsorganisasjon.

KDS – Kraftforsyningens distriktssjef.

Vedlegg 4 Tiltak for god reparasjonsberedskap

Forslag til tiltak for god reparasjonsberedskap i distribusjonsnett

For å oppnå god reparasjonsberedskap, er det nødvendig at alle forhold listet opp nedenfor er godt forberedt og øvd på. Forberedelser, oppdatering av planverk og øvelser må gjennomføres systematisk slik at alle relevante endringer fanges opp. Ressursene må være tilstrekkelige og tilgjengelige i ekstraordinære situasjoner.

1. Personressurser – kapasitet over tid

- Egne
- Innleide (kontrakter med entreprenører)
- Samarbeidsavtaler (med andre nettvirksomheter)
- Responstid
- Utholdenhet

2. Kompetanse

- Egenkompetanse i virksomheten
- Kompetanse hos leverandører / entreprenører
- Sjøkabel
- Transformatorer (spisskompetanse hos leverandører). Noen vurderinger må gjøres i nettvirksomheten og krever funksjonskompetanse.
- GIS-anlegg
- Effektbrytere
- Linjemontasje (ressurser forventes å finnes hos entreprenører)
- Driftskontrollsystemer. Behov for overordnet kompetanse i nettvirksomhetene.
- Relévern og målere (viktig for å kunne etablere provisorisk drift).

3. Materiell

- Beredskapslager
- Leverandører
- REN Beredskap
- Regionale og andre samarbeidsavtaler om materiell (oversikt over hvilke avtalte samarbeidsordninger som finnes)
- Korrekt lagring av materiell
- Beredskapsmaster

4. Forberedte tiltak

- Spesielle / samtidige / ekstraordinære hendelser må vurderes
- Beredskapsplaner for ekstraordinære hendelser
- Øvelser
- Forberedte nødløsninger / provisorier – ”verktøykasse” med alternative løsninger. (Forbikobling av brytere og måletransformatorer, omstilling av vern)
- Produksjon med innmating i nettet

5. Reparasjon

- **Responstid**
Tidene nedenfor bør være mulig å oppnå for alle feilsituasjoner.
Når systemet ikke har redundans – er forsynt radielt – må det legges stor vekt på å ha forberedt provisoriske tiltak.

Forventninger til tider

- Innledende vurderinger og omkobling – 15 min
- Oppdage hendelse og mobilisere personell – 30 min
- Vurdere og foreløpig kartlegge hendelsen – 10-15 min
- Mannskap klar til innsats – 30 min-3 timer
- Reparasjon av ødelagt anlegg eller komponent – timer til dager
- Provisorisk løsning etableres for å gjenopprette forsyningen – 4-12 timer

Oppsummert:

- Forventet total reparasjonstid fra feilen har skjedd – 4-5 timer – noen dager
- Forventet tid fra feilen har skjedd til forsyningen er gjenopprettet – 3 timer– 1-2 døgn
- Tid for å fjerne fare for liv og helse – Inntil 1 time

- Lokalisere skadested og skadeomfang
- Driftssentral og kriseledelse
- Beredskapsordning (vaktordning, reparasjonsberedskap)
- Driftspersonell, montører, entreprenører
- Feilsøking
- Forbikobling

6. Hjelpeutstyr

- Transport (terrenggående kjøretøy, båt, helikopter, kraner etc)
- Talesamband (nødnett, satellittelefon, VHF, mobiltlf)
- Dokumentasjon
- GPS og opplysninger om GPS-koordinater i NIS-systemene

7. Kriseledelse

- Krisestab – oversikt, overordnede prioriteringer og beslutninger.
- Risikovurderinger ift. aktuell hendelse (mørke, storm, rasfare, flom, is ...)
- HMS
- Mediehåndtering
- Rapportering
- Kundehåndtering (herunder sentralbord)

8. Administrativt

- **Mat og drikke**
- **Overnatting**

9. Produksjon

- **Lokal innmating**